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
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	1878. 77e année. 3e série, tome 5
	1879. 78e année. 3e série, tome 6
	1880. 79e année. 3e série, tome 7
	1881. 80e année. 3e série, tome 8
	1882. 81e année. 3e série, tome 9
	1883. 82e année. 3e série, tome 10
	1884. 83e année. 3e série, tome 11
	1885. 84e année. 3e série, tome 12
	1886. 85e année. 4e série, tome 1
	1887. 86e année. 4e série, tome 2
	1888. 87e année. 4e série, tome 3
	1889. 88e année. 4e série, tome 4
	1890. 89e année. 4e série, tome 5
	1891. 90e année. 4e série, tome 6
	1892. 91e année. 4e série, tome 7
	1893. 92e année. 4e série, tome 8
	1894. 93e année. 4e série, tome 9
	1895. 94e année. 4e série, tome 10
	1896. 95e année. 5e série, tome 1
	1897. 96e année. 5e série, tome 2
	1898. 97e année. 5e série, tome 3
	1899. 98e année. 5e série, tome 4
	1900. 99e année. 5e série, tome 5. 1er semestre
	1900. 5e série, tome 6. 2e semestre
	1901. 1er semestre
	1901. 2e semestre
	1902. 1er semestre
	1902. 2e semestre
	1903. 1er semestre
	1903. 2e semestre
	1904. 1er et 2e semestre
	1905. 1er et 2e semestre
	1906. 1er et 2e semestre
	1907. 1er et 2e semestre
	1908. 1er et 2e semestre
	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	1878. 77e année. 3e série, tome 5
Adresse	**Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1878**
Collation	**1 vol. (740 p.) : ill., pl. 70-88 ; 26 cm**
Nombre de vues	**762**
Cote	**BSPI 77**
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.77

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

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

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

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

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

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

nécessaire de se reporter aux tables publiées annuellement.

Pour en savoir plus

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

Voir le catalogue et accèder aux volumes numérisés

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

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

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

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

S. E. I. N.
Bibliothèque

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR

L'INDUSTRIE NATIONALE

BSPI-77

PUBLIÉ

SOUS LA DIRECTION DES SECRÉTAIRES DE LA SOCIÉTÉ

MM. E. PELIGOT ET CH. LABOULAYE.

TROISIÈME SÉRIE. — TOME V. — 1878.

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.

1878

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 deux à cinq heures.

PARIS. — IMPR. DE J. TREMBLAY.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

77e année. Troisième série, tome V. Janvier 1878.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

HORLOGERIE.

RAPPORT *fait par* M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur une* HORLOGE HYDRO-PNEUMATIQUE *de* M. BOURDON, *rue du Faubourg-du-Temple*, 74, *à Paris.*

Messieurs, M. Bourdon a soumis à votre appréciation une horloge nouvelle de son invention. Le moteur rappelle, dans une certaine mesure, le principe des anciennes clepsydres notablement amélioré, et l'intermédiaire entre cet organe et le mouvement d'horlogerie proprement dit n'est autre que le tube circulaire à section elliptique aplatie dont M. Bourdon a déjà utilisé les propriétés dans les circonstances les plus variées.

L'agent moteur est essentiellement la pression atmosphérique, intervenant en raison d'un certain degré de vide que l'auteur réalise à l'aide de la trompe des laboratoires, installée par lui avec certains perfectionnements. Un premier réservoir doit être rempli d'eau à la main à des intervalles plus ou moins espacés suivant la capacité qu'on lui donne. Il peut également consister en une citerne alimentée par les eaux de la pluie. Dans ce cas, ou lorsqu'on se trouve dans une ville pourvue d'une distribution d'eau, ce réservoir peut être considéré comme d'un écoulement absolument indéfini, et par suite l'horloge comme marchant sans remontage.

L'eau arrive de là dans un récipient A (pl. 70, fig. 2) par l'intermédiaire d'un robinet I commandé par le flotteur J, de manière à assurer un niveau constant dans cette capacité A. C'est donc sous une charge invariable que le liquide s'écoule par l'orifice capillaire R dans le tube E, et de là au dehors. Il importe de maintenir l'orifice R dans un état parfait de propreté, afin que son diamètre, et par suite la force capillaire n'éprouvent aucune variation. A cet effet, cet orifice est à chaque instant épinglé par le fil de platine Q, que soulève

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et abaisse périodiquement la cuiller N dans laquelle se déverse le liquide qui remplit le récipient A, de manière à en déterminer le basculement à des intervalles égaux. L'eau qui s'écoule doucement par le tube R forme peu à peu à sa partie inférieure une goutte qui finit par se détacher et descend par son poids dans le tube F. Elle attire derrière elle la colonne d'air qui l'environne comme une gaîne, et communique d'une part avec un tube manométrique S et de l'autre par le robinet C avec l'appareil spécial de l'horloge dont nous parlerons en second lieu. Bientôt une nouvelle goutte se détache à son tour et s'engage dans le tuyau F, emprisonnant entre elle et la précédente un petit volume d'air à peu près triple du sien. Ce canal F se trouve ainsi rempli d'une série d'index successifs d'eau et d'air qui y descendront lentement et d'une manière constante puisque tous les éléments déterminants ont été maintenus invariables. Les observations de M. Bourdon ont, du reste, vérifié ces prévisions. La longueur du tube aspirateur varie entre $1^{m},20$ et $1^{m},50$. Combinée avec la charge d'eau dans le vase, elle détermine le degré de vide réalisé.

Le tube C, dans lequel vient d'être créée cette non-pression, communique, à une distance qui peut être très-courte, de même qu'elle peut atteindre cent ou deux cents mètres, avec l'appareil qui représente, dans le cas actuel, l'échappement que l'on voit dans toute horloge. On y rencontre en premier lieu le tube circulaire *a* (pl. 70, fig. 7) dont les deux extrémités actionnent, à l'aide de bielles *g*, un levier *i k* terminé par deux membranes. Celles-ci sont fixées à l'un des bouts, tandis que l'autre est sollicité d'une manière alternative par le levier *i k*. Les membranes s'appliquent sur deux ouvertures qu'elles recouvrent ou qu'elles débouchent successivement. Leurs mouvements sont inverses, de manière que l'un des orifices vienne à s'ouvrir tandis que l'autre se ferme. De plus, le moment où chacune d'elles quitte son orifice étant à la fois celui où la pression se rétablit au-dessous d'elle et où la vitesse qui l'anime est infiniment petite, aucune résistance ne s'oppose à ce soulèvement. Ces manœuvres mettent le tube circulaire en communication alternativement avec le tuyau de la non-pression ou avec l'atmosphère. Il éprouve, d'après cela, des variations de pression intérieure, et, par suite, des oscillations bien connues, attendu que la section transversale étant sollicitée à se gonfler ou à s'aplatir, influence par cela même la courbure longitudinale. Ce sont ces variations qui manœuvrent les bielles *g*, et, par suite, la distribution par membranes que je viens de décrire.

Mais, en même temps, les oscillations du levier *i k l* actionnent le mouvement d'horlogerie proprement dit par l'intermédiaire du pied de biche *o* (pl. 70,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fig. 6). Cette partie de l'appareil ne présente rien de spécial qu'il soit nécessaire de mentionner ici. C'est elle qui détermine la rotation des aiguilles sur le cadran.

En outre, le levier *il* porte une fourchette qui embrasse entre ses deux pattes la tige d'un pendule et en détermine l'oscillation. Ce grand balancier ne joue pas précisément ici le rôle de régulateur isochrone de l'échappement, comme dans l'horlogerie ordinaire, car il est commandé directement par le moteur. Il a pour mission d'assurer l'uniformité du mouvement d'une manière plus précise que ce qui résulte de la régularité de l'écoulement dans la trompe à eau, et de fournir un moyen plus commode et plus sûr du réglage de la mesure du temps. Il suffit en effet de remonter plus ou moins la lentille qui est enfilée à vis sur la tige oscillante. On modifie par là le moment d'inertie et avec lui l'accélération angulaire que la force constante du moteur imprime au système, c'est-à-dire finalement la durée de l'oscillation.

Tel est, Messieurs, le principe général du fonctionnement de cet appareil. Quant aux avantages qu'il est destiné à procurer, ils sont faciles à concevoir. C'est, en premier lieu, l'absence du remontage, qui oblige d'ordinaire à une préoccupation périodique et expose à des oublis, ôtant toute valeur aux indications du temps, pour des observations météorologiques par exemple. En second lieu, on peut, sans la moindre difficulté, faire conduire par un seul moteur un certain nombre d'horloges, disséminées dans le même édifice ou dans un voisinage rapproché. Il suffit, pour cela, d'embrancher sur le tube de la trompe divers tuyaux flexibles de trois à quatre millimètres de diamètre que l'on dispose le long des murs comme des fils de sonnettes. Ce résultat obtenu sans aucun organe électrique évitera les assujettissements, les frais et les dérangements de ces sortes d'appareils.

Cette description succincte suffira sans doute, Messieurs, pour montrer que M. Bourdon a manifesté une fois de plus, et avec beaucoup d'habileté, dans cet ingénieux appareil, les qualités d'invention dont il a déjà donné tant de preuves. Nous avons par suite l'honneur de vous prier de le remercier de son intéressante communication et d'ordonner l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société avec les figures à l'appui.

Signé : Haton de la Goupillière, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *avril* 1877.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 70 REPRÉSENTANT L'HORLOGE HYDRO-PNEUMATIQUE DE M. BOURDON.

Fig. 1. Vue d'ensemble de l'horloge et de son moteur hydro-pneumatique.

Fig. 2. Section verticale de l'appareil hydro-pneumatique.

Fig. 3. Autre section verticale du même appareil dans un plan perpendiculaire à celui de la fig. 2.

Fig. 4. Vue en dessus.

Fig. 5. Vue en élévation de l'horloge du côté opposé au cadran.

Fig. 6. Section transversale de l'horloge passant par le diamètre vertical du cadran.

Fig. 7. Autre vue en élévation de l'horloge du côté du cadran.

Fig. 8 et 9. Détails.

Appareil hydro-pneumatique. (*Fig.* 1, 2, 3, *et* 4.)

A, récipient en cristal à niveau constant, surmonté d'un couvercle en cuivre.

B, douille en cuivre, mastiqué à la base du récipient A.

C, tuyau avec robinet branché sur la douille B, et communiquant avec l'horloge.

D, tuyau recourbé, branché également sur la douille B et conduisant à un manomètre indicateur de vide.

E, petite trompe pneumatique en verre, terminée par un tuyau vertical F.

F, tuyau vertical par lequel s'écoule l'eau qui provient goutte à goutte du récipient A en entraînant avec elle l'air arrivant par le robinet D.

G, récipient de décharge, auquel aboutit le tuyau F.

H, H′, tuyaux d'alimentation du récipient A.

I, robinet à déroulement, commandant l'alimentation du récipient A.

J, flotteur commandant la manœuvre du robinet I, pour maintenir dans le récipient A un niveau constant.

K, bande de cuir souple fermant ou ouvrant l'orifice inférieur du tuyau H′, suivant que le flotteur est à sa hauteur de régime ou en dessous de cette hauteur.

L, levier dont l'axe est ajusté à rodage dans le fond de la boîte du robinet I, et par l'intermédiaire duquel le flotteur J commande le mouvement de la bande de cuir K.

M, barette à col de cygne soudée, à chaque bout, à un cercle en cuivre emboîté dans le récipient A.

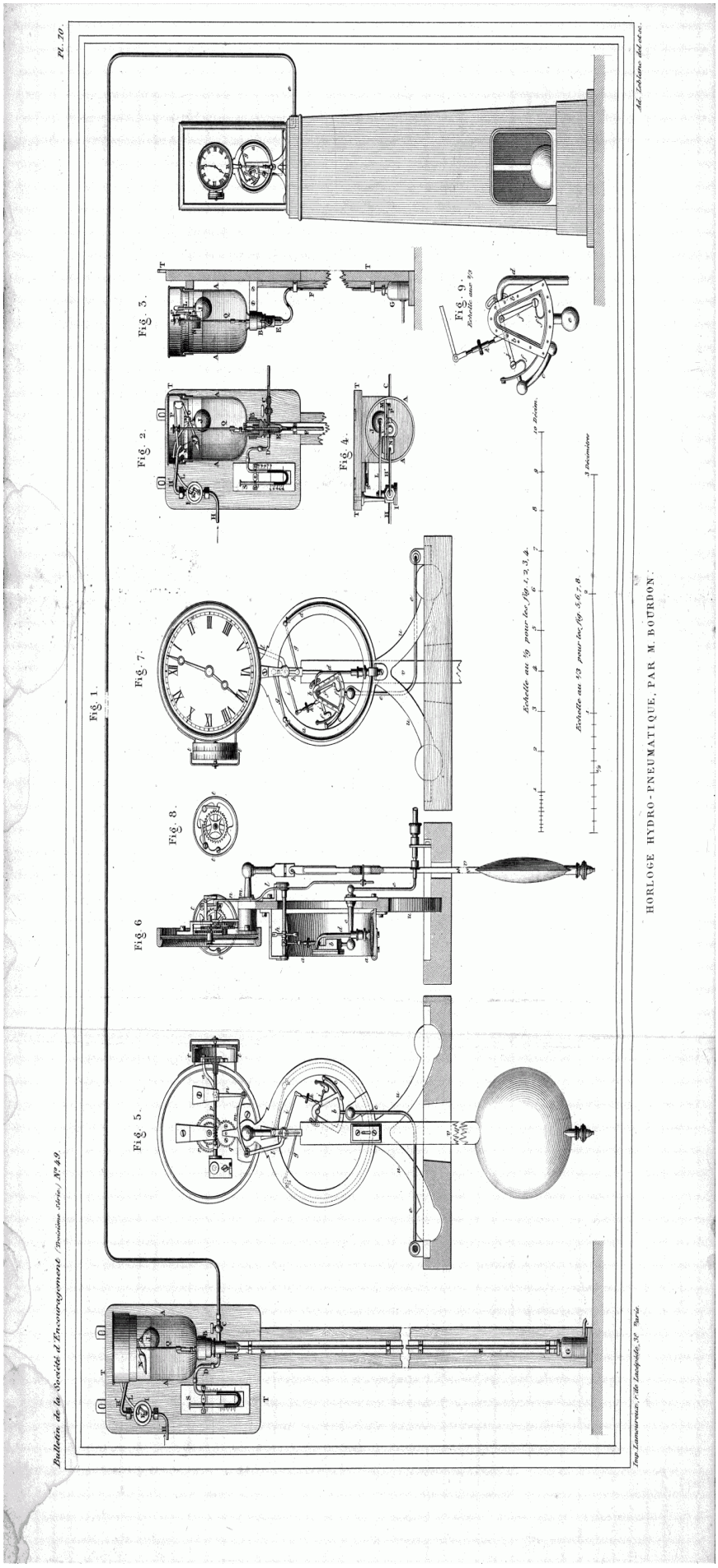
N, cuiller à bascule, sur laquelle tombe l'eau arrivant par le tuyau H′.

O, levier portant la cuiller N, et maintenu en équilibre sur un axe fixé en arrière de cette cuiller sur la barette M.

P, autre levier articulé sur la barette M, et relié au levier O par une bielle dont le poids est suffisant pour équilibrer la cuiller jusqu'au moment où elle opère son mouvement de bascule.

Q, tige de cuivre, terminée dans le bas par un fil mince de platine et reliée en haut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par articulation au levier P qui commande, par le jeu de la cuiller, son mouvement de va-et-vient vertical ; cette tige est maintenue dans le bas par un guide à collier, dans lequel elle glisse.

R, tube de verre, à orifice capillaire, par lequel l'eau passe du récipient A dans la trompe E; c'est dans ce tube que descend, par intervalle, le fil de platine de la tige Q, pour l'empêcher de s'obturer.

S, manomètre à air libre composé d'un tube à mercure en verre en forme d'U, monté sur une planchette portant des divisions. La dénivellation du mercure dans les deux branches du tube indique le degré du vide produit par la trompe E.

T, planche munie de deux pattes d'accrochage, et sur laquelle sont fixés tous les organes de l'appareil hydro-pneumatique.

Horloge (*fig.* 1, 5, 6, 7, 8 *et* 9).

L'horloge se compose de deux parties : 1° l'organe transmetteur du mouvement de l'appareil hydro-pneumatique ; 2° l'horloge proprement dite, composée du cadran et de son rouage spécial.

Organe transmetteur. — *a*, tube circulaire en laiton mince, comme ceux employés dans la construction des baromètres métalliques ; la forme aplatie de ce tube est indiquée par la figure 6, qui le montre en section transversale.

b, distributeur faisant fonction de tiroir (voir le détail, à plus grande échelle, fig. 9); c'est une boîte ayant la forme d'un secteur triangulaire, laquelle est fermée par devant par une glace qui permet de voir le jeu des organes intérieurs.

c, tuyau communiquant par l'une de ses extrémités avec l'intérieur du distributeur *b*, et par l'autre avec l'atmosphère.

d, deuxième tuyau mettant en communication le tube circulaire *a* avec le distributeur *b*.

e, troisième tuyau mettant en communication l'appareil hydro-pneumatique avec le distributeur *b*, et par conséquent avec le tube *a*.

Ainsi le distributeur *b*, qui est toujours en relation avec le tube flexible *a* par l'intermédiaire du tuyau *d*, transmet tantôt à ce tube la pression atmosphérique par le tuyau *c*, et tantôt la supprime en mettant ledit tube en communication avec l'appareil hydro-pneumatique par le moyen du tuyau *e*.

f, petite membrane, formée d'une bandelette de soie imperméable, dont l'une des extrémités est fixe et qui, en se déroulant ou s'enroulant d'une certaine quantité par le jeu d'un levier, obture ou débouche l'orifice du tuyau *c* qui communique avec l'atmosphère.

f', seconde membrane, identique à la précédente, placée à l'intérieur du distributeur *b* et commandée également par un levier, pour ouvrir et fermer alternativement l'orifice du tuyau *e* qui communique avec l'appareil hydro-pneumatique.

Le jeu de ces deux membranes doit être évidemment alternatif, c'est-à-dire que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lorsque la membrane f se déroule et obture son orifice, la membrane f' s'enroule et débouche le sien et réciproquement.

g, g, bielles fixées aux extrémités du tube flexible a, et transmettant le mouvement alternatif de rapprochement et d'écartement des deux branches de ce tube, produit par le jeu du distributeur.

h, petit levier à deux bras opposés, reliés aux bielles g, g.

i, levier fixé sur l'axe du levier h.

j, levier opérant le mouvement de la membrane f.

j', autre levier opérant le mouvement de la membrane f'.

k, bielle transmettant aux leviers j, j', le mouvement du levier i.

l, levier à deux branches, l'une supérieure qui mène le renvoi de mouvement à la minuterie, l'autre inférieure qui actionne le pendule de l'horloge.

Horloge proprement dite. — m, bielle articulée avec les leviers l et n.

o, mouvement d'équerre, dont la branche horizontale porte à son extrémité un pied de biche.

p, vis sans fin, dont l'axe porte à son extrémité une roue à rochet.

q, roue engrenant avec la vis p.

r, s, roues d'engrenage de la minuterie.

t, cadran annulaire, portant les divisions de secondes sur sa circonférence ; son axe est perpendiculaire à celui du cadran des heures.

u, support du tube flexible a ; sa partie supérieure se termine par un appendice auquel le cadran des heures est fixé.

v, pendule avec vis de rappel au bas de la lentille, pour le réglage de l'horloge.

En résumé, c'est l'appareil hydro-pneumatique qui actionne le tube flexibe a par le jeu alternatif des deux membranes f, f' ; à son tour, le tube flexible met en mouvement l'horloge au moyen des organes ci-dessus décrits. (M.)

SUR LA TRANSMISSION DE L'HEURE A PLUSIEURS CADRANS ÉLOIGNÉS, AU MOYEN D'UNE CANALISATION DANS LAQUELLE ON FAIT VARIER LA PRESSION, PAR M. GOULIER, MEMBRE DU CONSEIL (1).

Au moyen d'une canalisation reliant sa trompe motrice à plusieurs horloges hydro-pneumatiques, M. Bourdon peut faire marcher celles-ci au moyen de la force engendrée par celle-là, mais sans assurer mieux leur synchronisme que celui de plusieurs pendules indépendantes.

Cependant le synchronisme parfait des cadrans installés dans les diverses parties d'un même établissement, est un désidératum que l'on doit chercher à satisfaire, quand, par une canalisation spéciale, on établit entre eux une

(1) Communication faite dans la séance du 13 avril 1877.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

liaison directe. Or, sans sortir du cercle des idées qui ont présidé aux ingénieuses conceptions de M. Bourdon, on peut trouver, dans les sonneries à air et surtout dans certains appareils du docteur Marey, les principes à appliquer pour assurer ce synchronisme.

Pour cela supprimons les pendules de ces cadrans, et réduisons leur mécanisme à une minuterie qui doive être activée par les contractions d'un organe flexible : tube Bourdon, boîte d'anéroïde, etc., mis en communication directe avec la canalisation. Plaçons à l'origine de celle-ci une horloge type, qui fasse communiquer périodiquement, de minute en minute par exemple, l'air de cette canalisation, d'abord avec la pression atmosphérique, puis avec un récipient à air raréfié. Les alternatives de pression, qui s'exerceront dans l'organe flexible, produiront des contractions qui, chaque minute, pourront faire sauter les aiguilles des cadrans, en faisant décrire à celles-ci le même nombre de sauts pendant un temps déterminé. Par suite, après un réglage préalable, le synchronisme des cadrans restera assuré, sinon pour les besoins scientifiques, du moins pour les besoins ordinaires. Nous faisons cette réserve parce que, si la canalisation est un peu longue, il pourra y avoir, pour les sauts de l'aiguille la plus éloignée de l'horloge type, un retard d'une fraction de minute sur les sauts de l'aiguille la plus voisine.

A peine est-il utile de faire remarquer que les choses se passeraient de la même manière si l'on faisait fonctionner l'appareil avec de l'air comprimé au lieu d'air dilaté.

Dans cette organisation si, comme dans l'horloge hydro-pneumatique de M. Bourdon, les pressions successives doivent différer de 3 centimètres de mesure, soit 1/25 d'atmosphère, on aurait à aspirer de la canalisation, ou à y refouler périodiquement un volume d'air égal au 1/25 environ de celui qu'elle contient. De sorte que, si son diamètre est constant et si sa longueur est de 250^{m}, on aurait à mettre en mouvement l'air contenu dans une longueur de 10^{m}. Il pourrait se faire que ces déplacements d'air donnassent lieu à des vitesses gênantes.

On éviterait celles-ci en remplaçant l'air par un liquide incongelable, de l'eau glycérinée, par exemple. On devrait alors mettre l'horloge type près de la partie culminante de la canalisation ; terminer celle-ci par une coupe dans laquelle s'épandrait le liquide chassé par l'effet des contractions des organes flexibles ou par les changements de température. C'est sur la surface libre du liquide de cette coupe que devraient s'exercer périodiquement la pression

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'atmosphère, puis celle de cette atmosphère raréfiée ou comprimée.

Les organes flexibles, situés à diverses hauteurs dans l'édifice, seraient alors soumis à des pressions diverses, qui seraient les sommes de la pression atmosphérique et de celle de la colonne liquide qui les surmonterait. Pour chacun d'eux, on pourrait compenser cette seconde partie de la pression, soit par des ressorts, soit par des poids, de manière qu'ils restassent aussi sensibles, que dans le cas de l'air, à la différence des pressions exercées à l'origine de la canalisation.

Le liquide aurait, par rapport à l'air, trois avantages : 1° la vitesse de transmission des pressions serait beaucoup plus grande ; 2° les fuites seraient d'une recherche plus facile ; 3° ce liquide pouvant être regardé comme incompressible, on n'aurait à mettre en mouvement, à chaque pulsation, que la quantité de liquide correspondant à la différence qu'éprouvent les volumes intérieurs des organes flexibles ; et cette quantité peut être regardée comme insignifiante. Mais cela suppose que la canalisation serait disposée de telle sorte qu'aucune bulle d'air ne puisse se loger dans des coudes culminants ; sans quoi les changements de volume de ces bulles d'air seraient nuisibles à l'effet de la transmission des pressions.

Mais quel intérêt, dira-t-on, peut-il y avoir à poursuivre la réalisation du synchronisme par des transmissions de pression, quand on a l'électricité à sa disposition ? L'intérêt, le voici :

Les électriciens ont été exposés à bien des ennuis, à bien des mécomptes, toutes les fois qu'ils ont voulu transmettre l'heure à des cadrans sans moteurs propres. Leurs cadrans se désaccordaient, et ils étaient forcés de les remettre périodiquement à l'heure. Si, dans la voie de la *transmission directe* de l'impulsion aux aiguilles, au moyen de l'électricité, on peut citer des réussites, nous ne croyons pas nous tromper en affirmant que celles-ci tiennent surtout à l'*habileté* et à la *vigilance* des horlogers qui surveillent le fonctionnement des appareils. Or, il est à craindre que l'on ne trouve pas de longtemps encore, en dehors de certaines villes, des horlogers capables de faire marcher des horloges basées sur ce principe. En tout cas, on admettra bien que beaucoup de grandes usines, situées loin des villes et dans lesquelles on a intérêt à établir le synchronisme des cadrans, ne trouveront pas à leur portée des horlogers électriciens capables d'entretenir des horloges électriques en bon état de fonctionnement.

Il semble probable que ces difficultés seront évitées avec la transmission

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'heure par pression d'air ou d'eau, et que, d'ailleurs, il ne sera pas plus difficile de placer et de dissimuler un tuyau d'étain de 2 millimètres de diamètre, que les fils conducteurs d'un courant électrique. M. Bourdon, à qui ces idées ont été communiquées, en a jugé ainsi. Et, quoiqu'il y ait une grande distance entre une idée abstraite et sa réalisation pratique, on peut espérer qu'une réalisation, dans des conditions favorables, ne se fera guère attendre, si M. Bourdon veut bien y appliquer, comme il l'a fait espérer, le savoir, l'expérience et l'ingéniosité dont il a fait preuve dans toutes ses œuvres (1).

MACHINES A VAPEUR.

ÉTUDE SUR LES MACHINES COMPOUND, LEUR RENDEMENT ÉCONOMIQUE ET LES CONDITIONS GÉNÉRALES DE LEUR FONCTIONNEMENT, PAR A. DE FRÉMINVILLE, DIRECTEUR DES CONSTRUCTIONS NAVALES, EN RETRAITE (*suite*),

Membre du Conseil (2).

Il nous reste à examiner une dernière variété de machine Compound, celle dans laquelle les deux cylindres agissent sur des manivelles calées à 90 degrés, ce qui exige l'interposition d'un réservoir intermédiaire alimenté par la vapeur d'échappement du premier cylindre, et servant à son tour à fournir la vapeur au grand cylindre, comme pourrait le faire une chaudière d'une espèce particulière.

(1) Depuis la lecture de cette Note, nous avons appris, d'une part : que, dès 1866, M. Collin, horloger, à Paris, rue Montmartre, a employé l'air comprimé pour la transmission de l'heure, tant à Notre-Dame de Paris qu'au Casino de Vichy, et, d'autre part, que récemment, à Vienne (Autriche), une Compagnie a entrepris la transmission de l'heure synchronique par le même moyen, et en faisant usage d'une machine à vapeur ou d'une machine à gaz pour obtenir la compression. Les organes moteurs des minuteries sont, pour M. Collin, des pompes à pistons libres, analogues à ceux de certaines machines pneumatiques; la Compagnie de Vienne fait usage de sortes de pistons liquides (de mercure).

Malgré ces précédents, nous avons pensé qu'il n'était pas inutile de publier la Note lue à la Société, d'abord parce qu'elle suppose l'usage d'organes moteurs flexibles, organes différents de ceux antérieurement employés, et, ensuite, parce que les applications déjà faites prouvent la possibilité de la réalisation du projet, et accroissent l'autorité des réflexions qui terminent la Note.

(2) Voy. *Bulletin* de 1877, 3e série, t. IV, cahier de décembre, p. 688.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Machines à réservoir intermédiaire.

Le réservoir qui reçoit la vapeur d'échappement du premier cylindre peut servir à alimenter autant de cylindres que l'on voudra, actionnant un égal nombre de manivelles, calées sous les angles les plus convenables pour assurer l'uniformité du mouvement de rotation. C'est une disposition de ce genre qui a été adoptée par M. Dupuy de Lôme pour les machines à trois cylindres, dans lesquelles la vapeur évacuée, au réservoir intermédiaire, par le cylindre milieu, sert à alimenter les deux cylindres extrêmes. On peut encore se servir de la vapeur d'échappement du premier cylindre, emmagasinée dans un réservoir intermédiaire, pour alimenter un deuxième cylindre qui évacue dans un second réservoir, lequel sert à alimenter un troisième cylindre, et ainsi de suite. Mais ces différentes combinaisons reposent toujours sur le même principe; aussi, pour la commodité des explications, prendrons-nous le cas le plus simple, c'est-à-dire celui de deux cylindres agissant sur des manivelles calées à 90 degrés.

Dans ce système, il doit toujours être fait de la détente dans chacun des deux cylindres; la capacité donnée au réservoir intermédiaire est indifférente (si l'on néglige les pertes de chaleur par rayonnement), pourvu, toutefois, qu'elle soit assez grande pour que la pression n'y change pas pendant la période qui correspond à une émission de vapeur du petit cylindre et à une admission dans le grand.

Dès que la machine aura décrit quelques tours, il s'établira dans le réservoir une pression de régime constante, qui sera à la fois la contre-pression au petit cylindre et la pression initiale dans le grand; il est facile de trouver son expression.

Supposons les espaces morts des deux cylindres nuls et soit :

H, la pression initiale de la vapeur. . . . .
V_0 le volume d'introduction. . . . . } pour le premier cylindre.
c, la capacité totale engendrée par le piston. } pour le premier cylindre.
h_1, la pression finale $h_1 = H \times \frac{V_0}{c}$. . . . . } pour le premier cylindre.
V'_0, le volume d'introduction. . . . . } pour le deuxième cylindre.
C, le volume total engendré par le piston. . } pour le deuxième cylindre.
x, la pression de régime inconnue qui doit s'établir au réservoir.

Pour alimenter le grand cylindre, on enlève au réservoir un volume V'_0 de vapeur à la pression x; d'un autre côté, on lui a fourni le volume c, à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pression h_1 provenant de l'échappement du petit cylindre et la pression ne changera pas si l'on a :

$$V'_0 x = c h_1 \qquad \text{d'où } x = h_1 \times \frac{c}{V'_0}.$$

dans le cas particulier où le volume V'_0, d'introduction dans le grand cylindre, est égal à c, on a :

$$x = h_1,$$

La pression au réservoir intermédiaire est égale à celle de la vapeur qui remplit le premier cylindre à la fin de sa course. Mais si V'_0 est différent de c, x est aussi différent de h_1, plus petit ou plus grand que cette pression, suivant que V'_0 sera plus grand on plus petit que c.

La détente totale est toujours représentée par le rapport du volume initial de vapeur, au volume final, c'est-à-dire par

$$\frac{V_0}{C},$$

mais la quantité de travail recueillie dépend du régime de la distribution assigné à chaque cylindre; elle peut, au maximum, égaler celle que l'on obtiendrait en opérant la détente dans un cylindre unique, mais elle pourrait être beaucoup moindre; c'est ce qu'il faut éviter et nous allons faire voir comment et dans quelle mesure on pourra y parvenir.

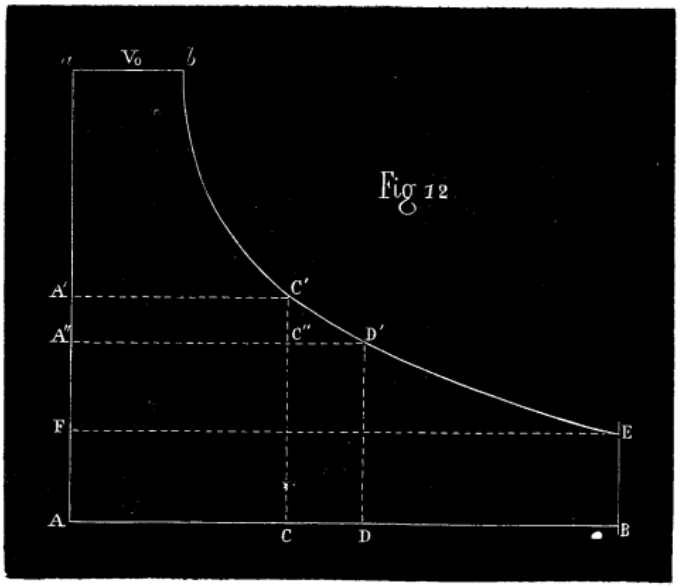


Fig 12

La détente totale et la pression initiale étant données, traçons, pour le cas d'un cylindre unique, la courbe des pressions en prenant pour abscisses les volumes engendrés par le piston. L'aire de cette courbe représente le travail théorique, sans tenir compte d'aucune perte (fig. 12).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$a\,b$, représente le volume initial de la vapeur, soit dans un cylindre unique, soit dans le cylindre d'introduction, s'il s'agit d'une machine à deux cylindres.

A B, est le volume final C; volume total d'un cylindre unique, ou volume du grand cylindre dans le système Compound.

Soit A C, une longueur quelconque, représentant le volume c, du premier cylindre, dans lequel V_0 serait représenté par $a\,b$; si la contre-pression était nulle, le diagramme de ce cylindre serait A $a\,b$ C' C, mais si l'échappement se fait au réservoir intermédiaire, comme nous le supposons, la contre-pression est égale à x, et le travail développé est représenté par l'aire du diagramme diminué de $c \times x$.

D'après ce que nous avons établi tout à l'heure, cette pression x dépend du rapport de c à V'_0, volume d'introduction au deuxième cylindre: soit sur la figure A D $= V'_0$, inscrivons la corde A'' D' $=$ A D; puisque, par hypothèse, la courbe b C' D' est une hyperbole équilatère, on aura :

$$AA' \times A'C' = AA'' \times A''D' \qquad AA'' = AA' \times \frac{A'C'}{A''D'} = h_1 \times \frac{C}{V'_0} \qquad AA'' = x.$$

et le diagramme du premier cylindre devient :

$$A''\,a\,b\,C'\,C''.$$

Pour le deuxième cylindre la pression initiale est représentée par A A''; pendant la période d'introduction la courbe des pressions est la droite A'' D', à partir du point D', la détente se fait à la manière ordinaire, la courbe des pressions devient D' E dans le prolongement de $b\,c'$. Le diagramme du deuxième cylindre est donc, en supposant la pression au condenseur égale à zéro :

$$AA''D'EB.$$

La détente effectuée dans le premier cylindre est $\frac{c}{V_0} = 6'$,

Id. id. dans le deuxième id. $\frac{C}{V'_0} = 6''$,

Id. total. . . . . $\frac{C}{V_0} = 6$.

Le travail recueilli est la somme des aires

$$A''\,a\,b\,C'\,C'' + AA''D'EB.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette somme est égale au travail développé dans un cylindre unique diminué de l'aire mixtiligne

$$C'' C' D'.$$

C'est une perte qui provient de la chute de pression qui se produit entre le premier cylindre et le réservoir intermédiaire. Elle sera d'autant plus considérable que le rapport $\frac{c}{V'_0}$ sera plus éloigné de l'unité, et sera nulle pour $V'_0 = c$. On satisfera à cette condition en prenant sur la figure, la longueur A C, pour représenter V'_0, avec cette nouvelle combinaison :

$AA' = x = h_1$. . . . pression au réservoir intermédiaire,
$A' a b C'$. . . . . est le diagramme du petit cylindre,
$AA' C' EB$. . . . . Id. du grand cylindre,
$\frac{A' C'}{a b} = 6'$. . . . . détente dans le premier cylindre,
$\frac{AB}{A' C'} = 6'' = \frac{6}{6'}$. . . détente dans le deuxième cylindre;

la perte de travail est annulée.

La seule condition nécessaire pour annuler la perte de travail est de faire $V'_0 = c$; on peut y satisfaire d'une infinité de manières différentes en prenant pour c des valeurs comprises entre V_0 et C. Pour $c = V_0$ et $V'_0 = c$, l'introduction serait faite à pleine course dans le premier cylindre, mais la contre-pression serait A a, c'est-à-dire que le travail développé dans ce cylindre serait nul ; tout le travail serait développé dans le grand cylindre qui fonctionnerait comme s'il était seul. Pour $c = C$, la détente dans le premier cylindre est $\frac{C}{V_0} = 6$; les deux diagrammes sont :

F $a b$ C' E, pour le premier cylindre,
et A F E B, pour le deuxième.

Il y a travail développé dans chacun des cylindres, mais sans qu'il résulte aucun avantage de la pleine introduction au deuxième cylindre et, d'une manière générale, on peut dire, ainsi que nous le faisions en commençant, que l'on doit toujours faire de la détente dans chacun des cylindres.

Puisque l'on peut satisfaire d'une infinité de manières, à la condition d'annuler la perte de travail, il conviendra d'adopter la solution qui main-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tiendrait l'égalité entre les quantités de travail développées dans chaque cylindre, condition la plus avantageuse au point de vue de l'uniformité du mouvement de rotation.

Avec les notations que nous avons adoptées, le travail T_p développé dans un cylindre unique, a pour expression :

$$T_p = V_0 H \left(1 + \log' 6 - \frac{h'}{H} 6\right).$$

Puisque les quantités de travail développées dans chaque cylindre doivent être égales, l'une quelconque d'entre elles, et, en particulier, celle qui est développée dans le petit cylindre est égale à $1/2\ T_p$. Mais pour satisfaire à la condition d'annuler la perte de travail, il faut avoir $x = h_1$, c'est-à-dire que dans ce cylindre la détente doit être poussée au point convenable pour que la pression finale soit égale à la contre-pression, soit $6'$ cette détente et T' le travail développé, on a alors :

$$T' = V_0 H \log' 6',$$

c'est cette quantité qui doit être égale à $1/2\ T_p$, d'où l'on tire :

$$\log' 6' = 1/2 \left(1 + \log' 6 - \frac{h'}{H} 6\right),$$

cette relation donnera $\log' 6'$ et, par suite, $6'$; mais $6' = \frac{c}{V_0}$, donc $c = 6' V_0$, d'autre part $6'' = \frac{C}{c} = \frac{6}{6'}$, les deux cylindres sont donc entièrement déterminés.

Soit, par exemple : $6 = 5$, $H = 5$, $h' = 0{,}2$, $T_p = V_0 H \times 2{,}409$,
on aura. . . . . $\log' 6' = 1.2045$, d'où $6' = 3{,}34$, $c = 3.34 \times V_0$

$$6'' = \frac{6}{6'} = 1.497 \quad \text{ou} \quad \frac{1}{6''} = \frac{6'}{6} = 0{,}666.$$

La figure 13 représente le fonctionnement de la machine dans ces conditions, les deux diagrammes égaux sont :

$$A' a b C' \quad \text{et} \quad F A' C' D E.$$

En opérant de cette manière on réaliserait la solution théorique du problème, mais dans la pratique on est obligé de s'en écarter un peu, et, si l'on reste

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

maître de conserver l'égalité des diagrammes, on est conduit à admettre une

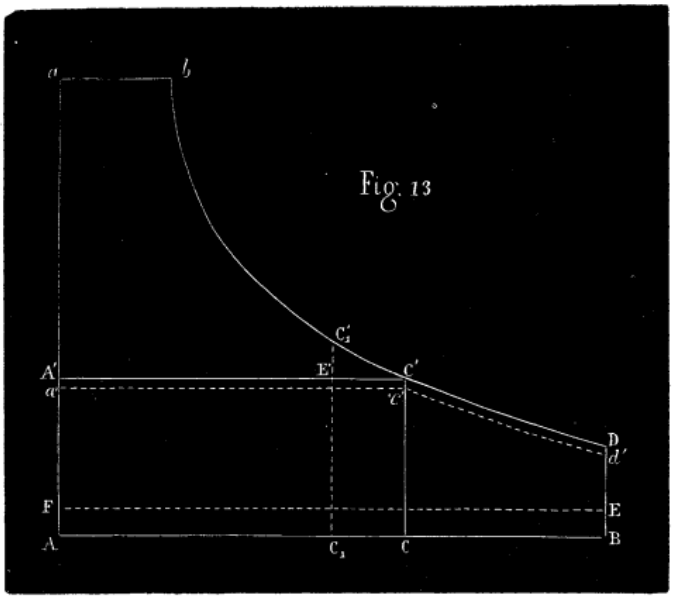


Fig. 13

certaine perte de travail, que l'on s'attachera, d'ailleurs, à rendre la plus faible possible. En effet, dans la solution théorique, il est à remarquer que, pour le premier cylindre, l'effort exercé sur le piston à fin de course est nul, et, bien que cette condition ne soit pas inadmissible, il est préférable, ainsi qu'on le fait toujours dans les machines ordinaires, de conserver un effort final suffisant pour surmonter les résistances passives de tout le système. La pression finale h_1 devra donc être supérieure à la contre-pression x, d'une quantité arbitraire α, que l'on fixe habituellement à 1/2 ou 1/3 d'atmosphère. Pour qu'il en soit ainsi, tout en conservant au grand cylindre l'introduction $V'_0 = \frac{6'}{6}$, on devra faire dans le premier cylindre une détente $6'_1$ moindre que $6'$ et telle que $\frac{H}{6'_1} = (H - x) + \alpha$, ce qui reviendra à prendre pour volume du petit cylindre $c_1 = 6'_1 V_0$ au lieu de $c = 6' V_0$.

Soit (fig. 13) A' E', une longueur représentant le nouveau volume c_1; la contre-pression x, et le travail développé dans le grand cylindre, n'éprouvent aucun changement, mais le diagramme du petit cylindre est diminué de l'aire E' C'$_1$ C'; il y a donc, de ce côté, une perte de travail γ', qu'il est d'ailleurs facile d'évaluer; elle a pour expression :

$$\gamma' = V_0 H \left(\log' \frac{6'}{6'_1} - \left[1 - \frac{6'_1}{6'} \right] \right).$$

Dans l'exemple précédent, si l'on veut que la pression à fin de course soit de 1/2 atmosphère, on trouve :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$$\varepsilon'_1 = 2.50 \quad c_1 = 2.5 \times V_0 \quad \gamma' = V_0 H \times 0{,}037, \quad \frac{\gamma'}{T_p} = 1{,}53 \text{ pour } 100.$$

Cette perte est, en définitive, peu considérable, et l'on peut bien l'accepter en vue d'améliorer le fonctionnement de la machine ; d'autant plus que la détente à effectuer dans le premier cylindre étant moindre, présentera moins de difficulté que la détente plus étendue correspondante au cas de la perte nulle. Dans ces conditions, le travail n'est plus réparti également entre les deux cylindres, et l'on a :

pour le premier cylindre. . . . . $T = V_0 H \times 1{,}1675,$
pour le deuxième cylindre. . . . . $T' = V_0 H \times 1{,}2045.$

$$\frac{T' - T}{T'} = 2{,}06 \text{ pour } 100.$$

Dans la pratique, les choses ne se passent pas d'une manière entièrement conforme aux indications théoriques, et lorsque l'on relève les diagrammes sur une machine fonctionnant en réalité, on reconnaît que celui du premier cylindre est sensiblement conforme au diagramme théorique, mais que, dans celui du deuxième, la pression initiale x' est inférieure à la contre-pression x, d'une quantité plus ou moins grande, généralement assez voisine de $0^{at},1$, cette chute de pression peut tenir à des causes multiples ; il paraît très-difficiles de la combattre, et nous nous bornerons à la constater et à examiner ses effets au point de vue du travail recueilli.

Le diagramme du grand cylindre devient alors F a' c' d' E, fig. 13 et la perte est égale à la différence des aires de ce nouveau diagramme et de l'ancien, elle a pour expression :

$$\gamma'' = V_0 H \left(1 + \log' \frac{\varepsilon}{\varepsilon'} - \frac{h'}{H} \varepsilon\right) \left(\frac{x - x'}{x}\right),$$

dans l'exemple que nous avons choisi, et pour $x - x' = 0^{at},1$,

$$\gamma'' = V_0 H \times 1.2045 \times 0{,}066 = V_0 H \times 0{,}0795$$
$$\frac{\gamma''}{T_p} = 3{,}3 \text{ pour } 100.$$

Cette nouvelle perte est plus importante que la première, mais elle résulte des conditions physiques du fonctionnement de la machine, et il n'est pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

possible d'y porter remède par une simple modification des distributions de vapeur. La perte totale de travail

$$\frac{\gamma}{T_P} = \frac{\gamma' + \gamma''}{T_P} = 1.53 + 3.33 = 4.86 \text{ pour 100, soit environ 5 pour 100.}$$

Les quantités de travail T et T' développées dans chacun des cylindres sont devenues :

$$T = V_0 H \times 1.1675, \qquad T' = V_0 H \times 1.385;$$

c'est maintenant le petit cylindre qui fournit le plus de travail et l'on a :

$$\frac{T - T'}{T} = 2.48 \text{ pour 100.}$$

Cette différence est très-faible, et l'on peut dire que la régularité du fonctionnement de la machine est suffisamment assurée; cependant on est maître de la réduire autant qu'on le voudra. Il suffit pour cela, de diminuer l'introduction dans le deuxième cylindre de manière à augmenter un peu la contre-pression, ce qui aura pour effet de diminuer le diagramme du petit cylindre et d'augmenter celui du grand. En prenant, par exemple, $\varepsilon''_1 = 1.526$ au lieu de $\varepsilon'' = 1.497$, on arrive aux résultats suivants :

$$T = V_0 H \times 1.153 \qquad T' = V_0 H \times 1.1575 \qquad \frac{T' - T}{T'} = 0{,}38 \text{ pour 100,}$$

$$T + T' = V_0 H \times 2.3105 \qquad \frac{\gamma}{T} = 4.88 \text{ pour 100.}$$

La différence entre les deux diagrammes est tellement minime que l'on peut dire que leur égalité est pratiquement réalisée. La pression finale dans le premier cylindre est légèrement réduite, mais cela n'a pas d'inconvénient et et enfin la perte totale $\frac{\gamma}{T_p}$ est un peu diminuée.

Soit encore $H = 5^{at.}$, $h' = 0{,}2$, $\varepsilon = 10$; $T_p = V_0 H \times 2.9026$.

La solution du problème (égalité des diagrammes et perte nulle) serait donnée par :

$$\varepsilon' = 4.271, \quad c = 4.271\ V_0, \quad x = 1^{at.},1706, \quad \varepsilon'' = 2.34.$$

Pour conserver une pression de 1/2 atmosphère à fin de course dans le premier cylindre, il faut faire

$$\varepsilon'_1 = 2{,}994; \quad \text{soit, en nombre rond : } \varepsilon'_1 = 3.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si en même temps on tient compte de la chute de pression de $0^{at},1$ qui se produit entre le réservoir intermédiaire et le grand cylindre, on a :

$$T = V_0 H \times 1.3913, \qquad T' = V_0 H \times 1.328,$$

$$\frac{\gamma'}{T_p} = 2.1 \text{ pour } 100, \qquad \frac{\gamma''}{T_p} = 4.25 \text{ pour } 100, \qquad \frac{\gamma}{T_p} = 6.35 \text{ pour } 100.$$

et . . . . . $\frac{T - T'}{T'} = 4.55$ pour 100.

Pour atténuer la différence des diagrammes on fera $\varepsilon''_1 = 2.445$ et l'on trouve :

$$T = V_0 H \times 1.3597, \quad T' = V_0 H \times 1.3717, \quad \frac{T' - T}{T'} = 0.87 \text{ pour } 100, \frac{\gamma}{T_p} = 5.9 \text{ pour } 100.$$

Ces deux exemples suffisent pour montrer comment on modifiera les indications du calcul pour arriver, dans les différents cas, à des résultats réellement pratiques.

Dans ce qui précède, il n'a pas été tenu compte des espaces morts, et, par suite, les quantités de travail T et T′ ont été calculées en prenant pour point de départ le diagramme théorique d'un cylindre unique sans espaces morts, et nous en avons déduit les pertes attribuables à différentes causes. Il n'y aurait aucune difficulté sérieuse à faire les calculs, en tenant compte des espaces morts de chacun des cylindres, et l'on trouverait, pour la condition d'égalité des diagrammes, des proportions très-peu différentes de celles que nous avons indiquées ; les pertes totales de travail $\frac{\gamma}{T}$ resteraient aussi à très-peu près les mêmes ; nous nous dispenserons donc de recommencer ces calculs assez laborieux et nous admettrons :

pour $6 = 5$. . . . . $6 = 10$,

$\frac{\gamma}{T_p}$. . . . $= 4,1$ pour 100. . . . . 6 pour 100.

Les dépenses de vapeur par cheval et par heure seraient donc :

$$Q'' = Q' \times 1.041 \qquad Q'' = Q' = 1.06$$

en désignant par Q′, les dépenses de vapeur par cheval et par heure, en tenant compte de l'influence des espaces morts telle qu'elle se produit dans la machine Compound.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous supposons que les espaces morts sont pour chaque cylindre une même fraction ε, du volume total engendré par le piston.

Dès lors leurs valeurs en fonction de V_0 seront :

pour le premier cylindre. . . . . $\varepsilon c = 6' \varepsilon V_0$,
pour le deuxième cylindre. . . . $\varepsilon C = 6 \varepsilon V_0$,

et la détente effective devient

$$6 \times \frac{1 + \varepsilon}{1 + 6' \varepsilon}.$$

d'autre part le volume de vapeur dépensé à chaque coup de piston est égal à V_0, augmenté non plus de la capacité de l'espace mort $6' \varepsilon V_0$, mais seulement de la fraction de ce volume nécessaire pour ramener la pression $\frac{H}{6'}$, de la vapeur qui remplit cette capacité, à la fin de la course du piston, à la pression initiale H, c'est-à-dire de :

$$V_0 (1 + \varepsilon [6' - 1]).$$

Quant au travail produit, c'est celui du volume $V_0 (1 + 6' \varepsilon)$ se détendant dans la proportion $6 \left(\frac{1 + \varepsilon}{1 + 6' \varepsilon} \right)$, par conséquent la dépense de vapeur par cheval sera

$$Q' = 13^k,5 \times (1 + \varepsilon [6' - 1]) \times \frac{1}{1 + (1 + 6' \varepsilon) \log' \left(6 \times \frac{1 + \varepsilon}{1 + 6' \varepsilon} \right) - \frac{h'}{H} 6}.$$

En appliquant cette formule aux deux exemples précédents, on devra prendre, pour $6'$, la valeur correspondante à la perte de travail nulle et l'on trouve :

pour $6 = 5$, $6' = 3.34$,
$Q' = 5^k,908$
$Q'' = Q' \times (1,041) = 6^k,15$
dans une machine ordinaire on a :
pour $\varepsilon = 0,00$. . . . $Q = 5^k,600$
$\varepsilon = 0,02$. . . . $Q = 6^k,000$
$\varepsilon = 0,05$. . . . $Q = 6^k,520$

pour $6 = 10$, $6' = 4.4271$,
$Q' = 4^k,834$
$Q'' = Q' \times (1,06) = 5^k,13$
dans une machine ordinaire on a :
pour $\varepsilon = 0,00$. . . . $Q = 4^k,465$
$\varepsilon = 0,02$. . . . $Q = 5^k,11$
$\varepsilon = 0,03$. . . . $Q = 5^k,75$.

Ces nombres nous montrent que, dans l'un et l'autre cas, la dépense théo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rique de vapeur se rapproche encore beaucoup de ce qu'elle serait dans une machine à cylindre unique avec espace mort égal à 2 pour 100, bien qu'elle reste un peu plus élevée que pour cette dernière.

Ces résultats comparés à ceux que nous avons calculés pour la machine à cylindres placés dans le prolongement l'un de l'autre leur sont un peu inférieurs, mais dans une faible proportion. Cela tient à ce que $6'$ est plus grand dans les machines à réservoir intermédiaire que dans les machines à cylindres bout à bout et que, par suite, l'influence nuisible de l'espace mort est plus considérable.

Lorsqu'on fait varier la détente, le régime de la machine se trouve fortement modifié. Considérons, en premier lieu, le cas où, partant de la détente maxima, on veut marcher à des détentes moindres, et supposons, par exemple, que, dans une machine réglée à la détente $6 = 10$, pour l'allure normale, c'est-à-dire réalisant à cette détente l'égalité des diagrammes et la moindre perte possible, on veuille passer à la détente 5.

Pour $6 = 10$ on a dû adopter :

$$6'_1 = 3 \qquad c = 3\,V_0 \qquad \text{d'où } x = 1^{at},225$$
$$6'' = 2.245 \qquad \frac{1}{6''} = 0,489 \qquad x' = 1.125.$$

Pour faire la détente 5, il suffit de changer le volume d'introduction au petit cylindre et, pour l'exemple que nous prenons, de le porter au double de ce qu'il était précédemment, le volume du petit cylindre et la détente dans le grand ne changeant pas, il vient :

$$6'_1 = 1,5 \qquad h_1 = 3^{at},333 \qquad x = 2.443 \qquad x' = 2.343.$$

Les diagrammes des deux cylindres, résultant de ces nouvelles conditions, sont représentés fig. 14.

$$T = \text{aire } A'abC'_1E' = V_0H \times 0.6724,$$
$$T' = \text{aire } Fa'c'd'E = V_0H \times 1.613.$$

$$T + T' = V_0H \times 2.285 \qquad \frac{\gamma}{T_p} = 0,4051.$$

La perte de travail n'est pas beaucoup plus considérable que dans le cas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

où la machine avait été réglée primitivement pour la détente 5, mais les deux diagrammes sont très-inégaux et l'on a

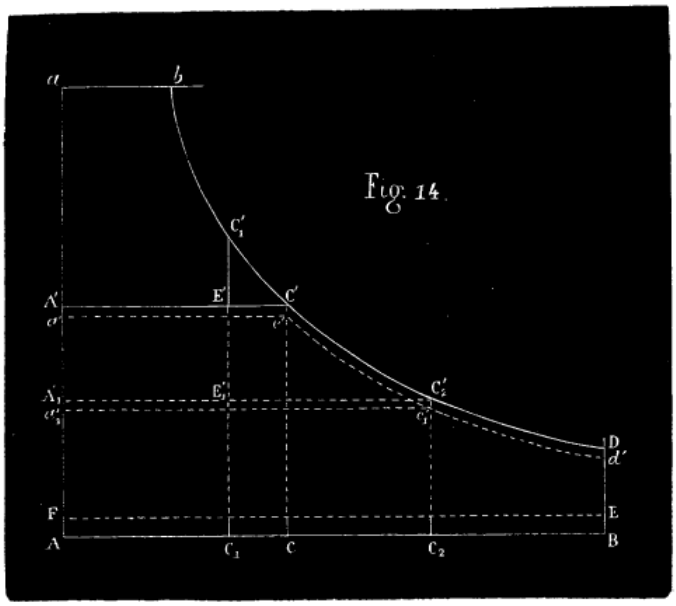


Fig. 14.

$$\frac{T' - T}{T'} = 0.583.$$

Cette différence est inadmissible et il est indispensable de la faire disparaître, ou, tout au moins, de l'atténuer dans une forte proportion. On y parviendra en augmentant l'introduction dans le deuxième cylindre.

En faisant $\epsilon'' = 1.33$, ou $\frac{1}{\epsilon''} = 0.75$, on trouve :

$$x = 1^{at.},332 \qquad x' = 1.232,$$

et les deux diagrammes deviennent

$$T = \text{aire } A'_1\, a\, b\, C'_1\, E'_1 = V_0 H \times 1.006$$
$$T' = \text{aire } F\, a'_1\, c'_1\, d'\, E = V_0 H \times 0.998.$$

Les diagrammes sont sensiblement égaux, car on a

$$\frac{T - T'}{T} = 0{,}007,$$

mais ce résultat est obtenu aux dépens du travail recueilli, car la perte $\frac{\gamma}{T_p}$ s'élève à 0,163.

Soit encore le cas inverse, et supposons que dans une machine réglée pour la marche normale à la détente $\epsilon = 5$, on veuille passer à la détente totale $\epsilon = 10$.

Pour $\epsilon = 5$ nous avons trouvé :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$$\varepsilon'_1 = 2.50 \qquad \varepsilon''_1 = 1.526 \qquad \frac{1}{\varepsilon''_1} = 0.6553$$

$$x = 1^{at}.526 \qquad x' = 1^{at}.426 \qquad \frac{\gamma}{T_p} = 4.088 \text{ pour } 100.$$

Sans rien changer au volume c, ni à l'introduction $1/\varepsilon''_1$; pour faire la détente 10, il suffira de réduire le volume d'introduction V_0, à la moitié de ce qu'il était primitivement, il en résulte :

$$\varepsilon'_1 = 5 \qquad h_1 = 1^{at}.00 \qquad x = 0^{at}.762 \qquad x' = 0^{at}.0662.$$

La fig. 15 représente ce que deviennent les diagrammes de ces nouvelles conditions.

$$T = \text{aire } A' a b C'_1 E' = V_0 H \times 1.8474$$
$$T' = \text{aire } F a' c' d' E = V_0 H \times 0.834$$
$$T + T' = V_0 H \times 2.6814 \qquad \frac{\gamma}{T'} = 0.076.$$

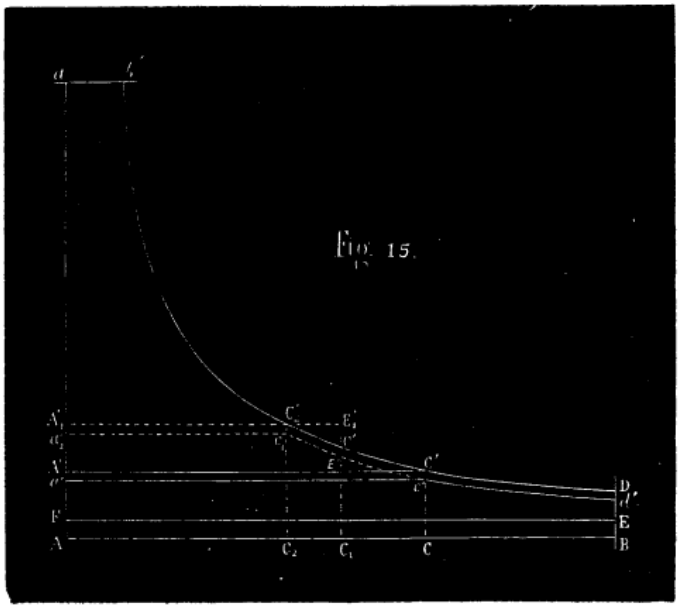


Fig. 15.

La perte de travail est un peu plus grande que dans le cas où la machine aurait été réglée directement pour la détente 10; mais la différence est peu importante et il n'y aurait pas lieu de s'en préoccuper.

En revanche, comme dans le cas précédent, le travail est réparti très-inégalement entre les deux cylindres; celui du premier est de beaucoup le plus considérable et l'on a

$$\frac{T - T'}{T} = 0{,}54$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est nécessaire de remédier à cet état de choses, et l'on y parviendra en augmentant la détente $6''_1$ au deuxième cylindre.

En premier lieu, si l'on faisait $c' = c$, la pression à fin de course dans le cylindre d'introduction serait nulle et la perte serait γ réduite au minimum. $c' = c$ correspond à $6''_1 = 2$, $\frac{1}{6''_1} = 0{,}50$, on a alors :

$$T = V_0 H \times 1.069 \qquad T' = V_0 H \times 1.124$$
$$\frac{T - T'}{T'} = 0.228 \qquad \frac{\gamma}{T_p} = 0.058.$$

La différence des diagrammes est encore trop forte pour être admissible; mais, pour la réduire, il faut que c' soit plus petit que c; ce qui conduit à une contre-pression au premier cylindre, plus grand que le pression finale h_1, et, par suite, à du travail négatif pendant une certaine fraction de la course de ce cylindre.

En faisant $6''_1 = 2{,}5$ $\frac{1}{6''_1} = 0{,}40$, on trouve .

$$x = 1^{at}.25 \qquad x' = 1.15,$$

et les diagrammes des deux cylindres deviennent :

$$T = \text{aire } A'_1 a b C'_2 - \text{aire } C'_2 E'_1 C'_1 = V_0 H \times 1.3594$$
$$T' = \text{aire } F a'_1 c'_1 d' E \ldots\ldots\ldots = V_0 H \times 1.373$$
$$T + T' = V_0 H \times 2.732 \qquad \frac{\gamma}{T_p} = 0.058 \qquad \frac{T' - T}{T} = 0.01 \text{ environ.}$$

La perte totale de travail reste comprise entre les limites convenables, l'égalité des diagrammes est suffisamment établie; mais le travail négatif qui se produit dans le premier cylindre est une cause d'irrégularité dans le mouvement de rotation, et c'est la pratique seule qui pourra faire connaître s'il convient de pousser aussi loin la détente dans le deuxième cylindre.

Le principe des machines à trois cylindres, dans le système de M. Dupuy de Lôme, est exactement le même que celui des appareils à deux cylindres avec réservoir intermédiaire. Au point de vue du débit de vapeur, les deux cylindres extrêmes remplacent le deuxième cylindre du cas précédent, ou, en d'autres termes, tout se passe comme si ce deuxième cylindre était fractionné en deux cylindres égaux chacun à la moitié de celui-ci.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toutes les relations établies précédemment continueront à exister, ainsi que les figures qui s'y rapportent, à la condition d'observer que le volume c', représente le volume total d'introduction dans les deux cylindres extrêmes réunis, et que le diagramme T' représente la somme des quantités de travail développées dans les deux cylindres extrêmes.

La condition suffisante pour annuler toute perte de travail sera toujours $c = c'$, et, pour avoir les trois diagrammes égaux, il faudra faire $T = 1/3\, T_p$.

Cherchons encore à quelles distributions on serait conduit dans ces machines dans les cas déjà examinés de $H = 5$, $h' = 0{,}2$, et $6 = 5$, ou $6 = 10$.

pour $6 = 5$ et perte nulle, on posera

$$V_0 H \log' 6' = 1/3\, T_p = 1/3\, V_0 H \times 2.409$$

$$\text{d'où } 6' = 2.252 \qquad \frac{1}{6''} = 0.448,$$

il en résulte $6'' = 2.240$ $\quad \frac{1}{6''} = 0.446$ $\quad x = 2.24.$

Les conditions de ce fonctionnement théorique sont représentées fig. 16.

$$T = \text{aire } A'abC' = 1/3\, T_p = V_0 H \times 0.803$$
$$2T' = \text{aire } FA'C'DE = 2/3\, T_p = V_0 H \times 1.606.$$

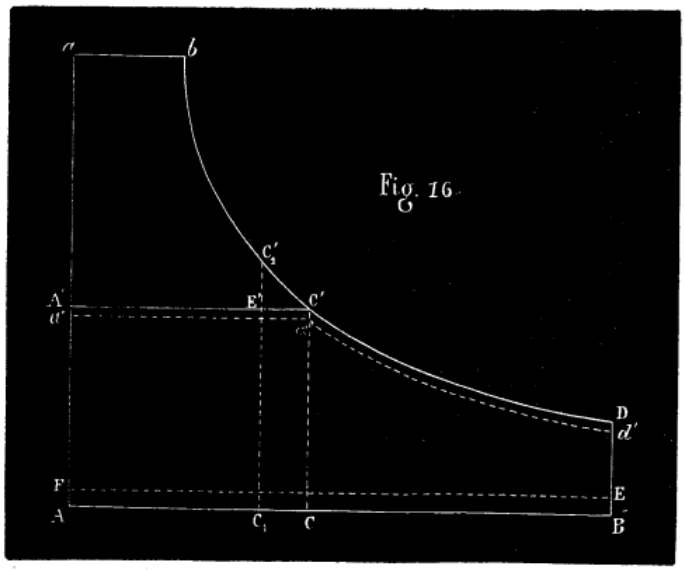


Fig. 16.

Le volume du cylindre milieu sera

$$C = 2.252 \times V_0$$

et celui de chaque cylindre extrême

$$C = 2\,5 \times V_0.$$

Mais, comme dans le cas précédent, il convient que la pression finale h_1, dans le premier cylindre, soit supérieure à x de 1/2 atmosphère, ce qui entraîne la condition :

$$6'_1 = 1.82, \qquad c = 1.82\, V_0.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Puis en tenant compte de la chute de pression de $0^{at.},1$ entre le réservoir intermédiaire et les cylindres extrêmes, on arrive à :

$$T = V_0 H \times 0.744 \qquad 2T' = V_0 H \times 1.523 \qquad T' = V_0 H \times 0.7617$$

$$\frac{\gamma}{T_p} = 0.046 \qquad \frac{T - T'}{T} = 0.016$$

La différence des diagrammes est notablement moindre que dans le cas de deux cylindres seulement, on pourrait la diminuer encore en augmentant légèrement la détente dans les cylindres extrêmes, mais on peut également s'en tenir à cette première approximation qui est très-suffisante.

Pour $6 = 10$, on trouve, dans le cas des pertes nulles :

$$6' = 2.632 \qquad 6'' = 3.79 \qquad \frac{1}{6''} = 0.2632 \qquad x = 1.89 \qquad C = 5\,V_0.$$

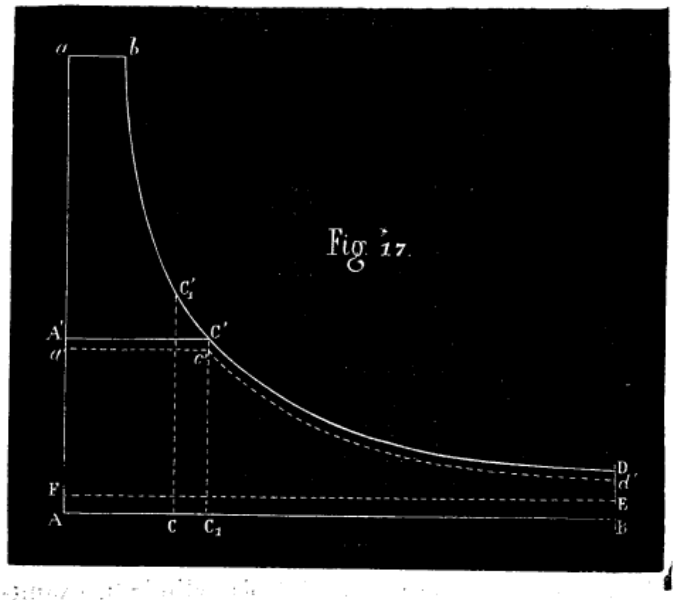


Fig. 17.

La fig. 17 représente les diagrammes dans cette hypothèse; ils portent les mêmes lettres que dans le cas précédent.

Pour faire $h_1 = x + 0^{at.},5$, il faut prendre $6'_1 = 2.081\ c = 2.081 \times V_0$, et en tenant compte en même temps de la chute de pression aux cylindres extrêmes on a :

$$T = V_0 H \times 0.9465 \qquad 2T' = V_0 H \times 1,80 \qquad T' = V_0 H \times 900$$

$$\frac{\gamma}{T_p} = 0.0536 \qquad \frac{T - T'}{T} = 0,049.$$

Comparativement aux machines à deux cylindres, et pour une même détente totale, les machines à trois cylindres sont caractérisées par un moindre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

volume et une moindre détente au cylindre d'introduction, ainsi que par une détente plus étendue dans les cylindres d'échappement.

Au point de vue des pertes de travail, les deux systèmes sont à peu près sur le pied d'égalité avec un léger avantage, cependant, en faveur des trois cylindres.

Mais l'influence des espaces morts est notablement moindre dans la machine à trois cylindres que dans celles des autres systèmes. La dépense de vapeur Q', calculée comme précédemment en fonction de $6''$, devient

pour $6 = 5$ $\quad Q' = 5^k,67 \quad \dfrac{Q' - Q}{Q} = 1.0125$

pour $6 = 10$ $\quad Q' = 4^k,68 \quad \dfrac{Q' - Q}{Q} = 1.0064.$

Pour $6' = 5$, on aura donc $Q'' = Q\,(1 + 0,046 + 0,0125) = Q \times (1 + 0,0585) = 5^k,98$.

Dans une machine à un seul cylindre, pour $\varepsilon = 0,02$, $Q'' = 6$ kilog. On voit donc qu'avec la machine à trois cylindres on se trouve dans des conditions sensiblement meilleures. C'est le contraire qui avait lieu avec la machine à deux cylindres. Au point de vue de la consommation de vapeur, la machine à trois cylindres présentera donc un avantage prononcé sur cette dernière, surtout pour les grandes détentes. Cela tient au volume relativement moindre du cylindre d'introduction et à la faible étendue de la détente opérée dans ce cylindre; circonstances qui contribuent toutes les deux à atténuer l'effet perturbateur de l'espace mort.

Pour $6 = 10$, on a $Q'' = Q\,(1 + 0,053 + 0.0064) = Q \times (1 + 0,0594) = 4^k,93$

pour $\varepsilon = 2$ pour 100 dans une machine ordinaire, $\quad Q'' = 5^k,11.$

Ces résultats confirment les conclusions précédentes.

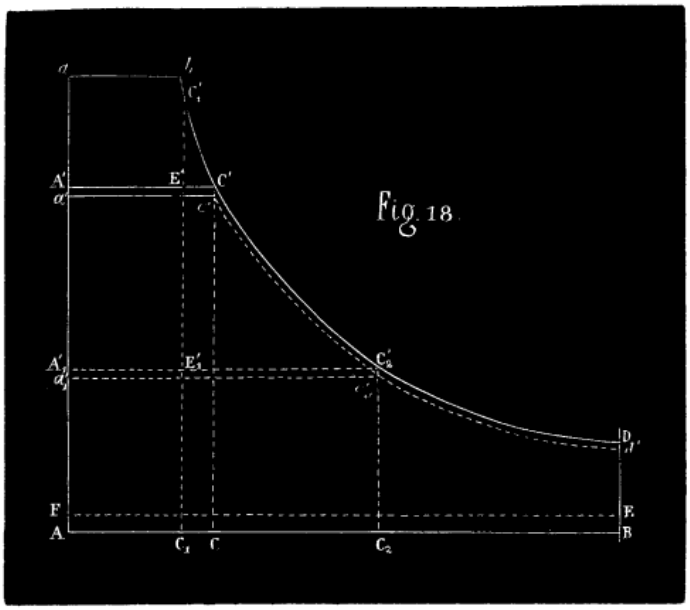
Pour terminer ce qui est relatif aux machines à trois cylindres, examinons encore ce qui se produit quand on fait varier la détente.

Supposons, en premier lieu, que l'on passe de la détente 10 à la détente 5, en se bornant à modifier l'introduction dans le premier cylindre.

On avait primitivement : $6'_1 = 2.081 \quad 6'' = 3.79 \quad \dfrac{1}{6''} = 0.2638$; l'introduction étant doublée dans le premier cylindre, on aura :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$6'_1 = 1.0405 \quad h_1 = 4.806 \quad x = 3.79 \quad x' = 3.69$



il en résulte les diagrammes représentés fig. 18 (traits pleins).

$$T = V_0 H \times 0{,}251$$
$$2\,T' = V_0 H \times 2.069$$
$$T' = V_0 H \times 1.0345$$
$$\frac{T' - T}{T} = 0.75$$
$$\frac{\gamma}{T_p} = 2.5 \text{ pour } 100.$$

La perte de travail ne subit pas grand changement, bien qu'elle augmente un peu; mais le travail du cylindre d'introduction est réduit dans une proportion tout à fait inadmissible ; pour égaliser les diagrammes on fera $6'' = 1.80$, ce qui donne $x = 1.80$, $x' = 1.70$.

Les diagrammes deviennent :

$$T = V_0 H \times 0{,}664 \qquad 2\,T' = V_0 H \times 1.377 \qquad T' = V_0 H \times 0.688$$
$$\frac{\gamma}{T_p} = 0.153 \qquad \frac{T' - T}{T} = 3.4 \text{ pour } 100.$$

Pour passer de la détente 5 à la détente 10, il faut réduire de moitié l'introduction dans le premier cylindre :

On avait primitivement : $6'_1 = 1.82$, $6'' = 2.240$, $\frac{1}{6''} = 0.446$; avec l'introduction modifiée on aura : $6' = 3.64$, $x = 1.121$, $x' = 1.021$.

La fig. 19 représente ce que deviennent alors les diagrammes ; on a :

$$T = V_0 H \times 1.466 \qquad 2\,T' = V_0 H \times 1.366 \qquad T' = V_0 H \times 0.683$$
$$\frac{\gamma}{T_p} = 0.024 \qquad \frac{T - T'}{T} = 0.534$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est le travail du cylindre d'introduction qui est trop considérable et on le réduira en augmentant la détente $6''$.

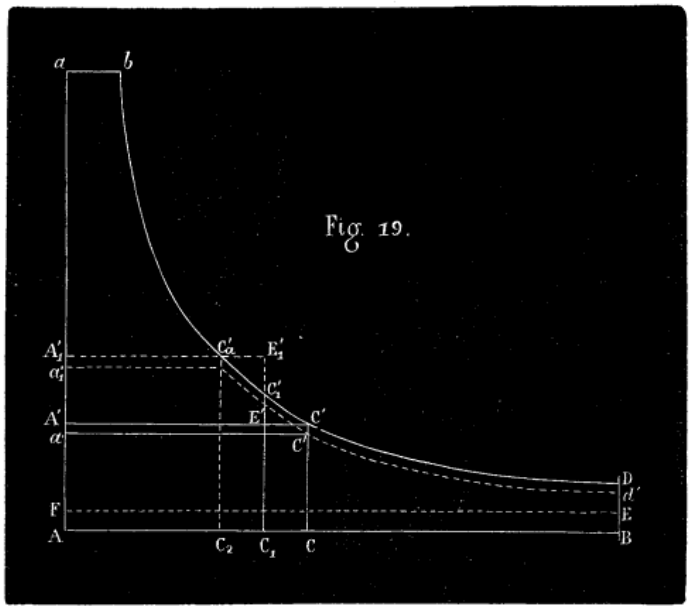


Fig. 19.

Nous ferons $6'' = 3{,}8$, ce qui donne $x = 1.90$, $x' = 1.80$.

Les diagrammes deviennent :

$$T = V_0 H \times 0.9089$$
$$2T' = V_0 H \times 1.817$$
$$T' = V_0 H \times 0.9089$$

$$\frac{\gamma}{T_p} = 0.06$$

$$\frac{T - T'}{T} = 0.0003$$

l'égalité des diagrammes se trouve réalisée avec exactitude, mais, comme dans le cas de la machine à deux cylindres il y a travail négatif dans le premier cylindre, pendant une fraction assez importante de la course, il est représenté par l'aire $c'_1 c'_2 E'$.

Nous terminerons cette étude en examinant encore le régime des *machines à double cascade* : La vapeur est introduite dans un premier cylindre où l'on fait une détente $6'$; elle est ensuite recueillie dans un réservoir intermédiaire qui alimente un deuxième cylindre, où la détente est $6''$; la vapeur d'échappement de ce cylindre se rend dans un deuxième réservoir qui sert à alimenter un troisième cylindre, où la détente est $6'''$.

Théoriquement, la condition nécessaire et suffisante pour qu'il n'y ait aucune perte de travail, est toujours que le volume de vapeur introduit dans l'un des cylindres alimentés par les réservoirs intermédiaires soit égal au volume total du cylindre qui le précède. On pourra, comme précédemment, satisfaire à cette condition en faisant en même temps développer des quantités de travail égales dans chacun des cylindres.

Soit, par exemple, comme précédemment, $H = 5$ atmosphères, $h' = 0.2$, $6 = 10$.

Le travail T, développé dans le premier cylindre, doit être égal à 1/3 de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

T_p, ce qui conduit, comme dans le cas de la machine à trois cylindres, à :

$$\mathcal{E}' = 2.632 \qquad x = 1^{at},89 \qquad T = V_0 H \times 0{,}9675.$$

Dans le deuxième cylindre, le volume d'introduction est c et la pression finale devra être égale à la contre-pression, par suite, on aura :

$$T' = 2.632\ V_0 \times \frac{1.89}{5} \times \log' \mathcal{E}'' = V_0 H \times 0.9675,$$

d'où $\log' \mathcal{E}'' = 0.422635$, $\mathcal{E}'' = 2.646$
par suite $C' = 6.96 \times V_0$ et $x_1 = 0.719$.

Pour le troisième cylindre, le volume d'introduction doit être égal à C′, la détente effectuée dans ce cylindre est donc :

$$\mathcal{E}''' = \frac{6.96}{10} = 1{,}437.$$

La fig. 20 représente les trois diagrammes correspondants à la solution théorique du problème.

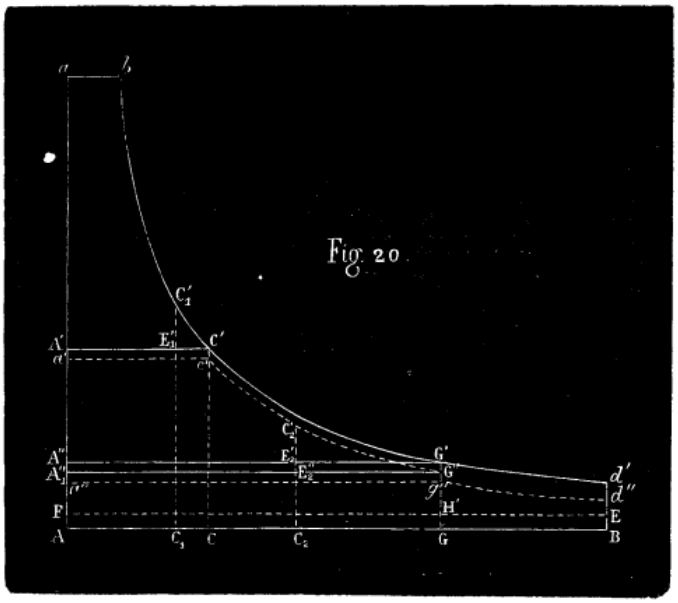


Fig. 20

T = aire A′ a b C′,
T′ = aire A″ A′ C′ G′
T″ = aire F A″ G′ d′ E.

Mais, ainsi que nous l'avons fait dans les cas analogues, il faut modifier ces résultats de manière à avoir une pression de 1/2 atmosphère, ou environ, à la fin de a course du piston dans le premier et le deuxième cylindres, et il faut, en outre, tenir compte de la chute de pression de $0^{at},1$, qui se produit entre chaque réservoir et le cylindre qu'il alimente. Dans ces conditions nouvelles, on trouve pour le premier cylindre, $\mathcal{E}' = 2.081$
$c = 2.081 \times V_0$ $x = 1^{at},89$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$$T = V_0 H \times 0{,}9467 = \text{aire } A'abC'_1E'_1.$$

Pour le deuxième cylindre, pression initiale $x_1 = 1^{at},79$, le volume d'introduction ne change pas et si l'on conservait également son volume total, la pression à la fin de la course, ou la contre-pression serait :

$$1{,}79 \times \frac{2.632}{6.960} = 0^{at},679.$$

Avec ce régime, l'effort à fin de course serait nul, pour le conserver égal à une demi-atmosphère, il faut faire :

$$6'' = 1.518 \quad \text{ce qui donne } C' = 1.518 \times 2.632\, V_0 = 3.985 \times V_0$$

$$\text{d'où résulte :} \quad T' = 2.632\, V_0 \times \frac{1.79}{5} H \left(1 + \log' 1{,}518 - \frac{0.679}{1.79} \times 1{,}518\right)$$

$$T' = V_0 H \times 0{,}7625 = \text{aire } A''_1 a' c' C'_2 E''_2.$$

Pour le troisième cylindre, la pression initiale est $x'_1 = 0^{at},579$; on y laisse l'introduction ce qu'elle était précédemment, c'est-à-dire égale à $6{,}96 \times V_0$, la détente $6''$ ne change pas et l'on a :

$$T''' = 6.96\, V_0 \times \frac{0{,}579}{5} H \left(1 + \log' 1.437 - \frac{0{,}2}{0{,}579} \times 1.437\right).$$

$$T''' = V_0 H \times 0{,}694 = \text{aire } F a'' g'' d'' E.$$

Au lieu des trois diagrammes égaux de la solution théorique, on aura donc

$T = V_0 H \times 0{,}946$	$\frac{T - T'}{T} = 0.194$
$T' = V_0 H \times 0{,}762$	
$T'' = V_0 H \times 0.694$	$\frac{T - T''}{T} = 0.266$
Travail total $= V_0 H \times 2.402$	$\frac{T' - T''}{T'} = 0.009.$
$\frac{\gamma}{T_p} = 0.172$	

Les diagrammes des deux derniers cylindres présentent des différences assez faibles pour que l'on puisse les négliger ; mais celui du cylindre d'introduction est notablement plus grand que les deux autres et il conviendrait de rétablir l'égalité, ce que l'on ferait d'ailleurs facilement en diminuant un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peu l'introduction dans les deuxième et troisième cylindres. Mais ce qui mérite plus particulièrement de fixer l'attention, c'est la valeur de la perte de travail $\frac{\gamma}{T_p}$, qui dépasse 17 pour 100, tandis que, dans la machine à trois cylindres du système précédent, elle n'était que de 5 pour 100 environ. Sous ce rapport, la machine à double cascade présente donc une infériorité assez accentuée ; bien que sous celui de la faible influence des espaces morts elle jouisse des mêmes avantages que la machine à trois cylindres.

ART DES MINES.

DE L'INFLUENCE DE LA POUSSIÈRE DE CHARBON DANS LES EXPLOSIONS DE GRISOU, PAR M. W. GALLOWAY.

(Mémoire communiqué à la Société royale de Londres, par M. le professeur Frankland).

Dans les mines de houille où la température de l'air des chantiers est beaucoup plus élevée que la température moyenne extérieure dans toute l'année, on trouve ordinairement sur le sol des voies de roulage et d'aérage une couche de débris, qui tantôt se compose presque exclusivement de poussière sèche de charbon, et tantôt de cette même poussière mélangée de petits fragments de houille et de pierres.

Cela étant, s'il était possible de démontrer qu'un mélange d'air et de poussière de charbon peut s'enflammer à une pression et à une température ordinaires, il ne serait peut-être pas difficile de se rendre compte de la violence et de l'étendue de quelques-unes des explosions qui se sont produites dans certaines mines où, cependant, on n'avait jusqu'ici constaté l'existence d'aucune accumulation abondante de grisou. Il suffit, en effet, de supposer un courant d'air (produit, par exemple, par l'inflammation locale d'une petite quantité de grisou) venant tout à coup balayer les galeries voisines du lieu de l'inflammation, en soulevant dans l'air un nuage de poussière, et voilà tous les autres phénomènes qui vont s'expliquer naturellement. La flamme de la petite explosion locale va rencontrer immédiatement un mélange explosif contigu, qui tendra à l'allonger ; le trouble qui en résultera se propagera sur une surface pouvant s'étendre, et qui finira, peut-être, par atteindre les travaux eux-mêmes, en sorte que les conséquences qui en résulteront seront absolument identiques à celles qui auraient lieu, si, au début, avant que le trouble ne se produisît, tout l'espace avait été rempli d'un mélange inflammable.

Dans les rapports sur les explosions de grisou qui se publient en Angleterre, c'est à peine s'il est fait parfois mention de la présence de la poussière de charbon et du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rôle qu'elle peut jouer dans la production des phénomènes dont il s'agit. S'il en a été parlé une ou deux fois, c'est pour dire que les gaz produits par cette poussière, sous l'influence de la chaleur de la flamme du grisou, auront sans doute pris feu et contribué à augmenter l'importance de l'explosion (1). Ces faits sont d'autant plus remarquables, qu'on doit se rappeler qu'un mélange d'air et de combustibles solides, réduits à l'état de poudre très-fine, peut prendre feu à une pression et une température ordinaires, et que plusieurs explosions sérieuses sont arrivées par suite d'une inflammation accidentelle se produisant dans des milieux clos, dont l'air tenait en suspension une poudre de farine très-sèche.

En France, ce sujet a été l'objet d'une certaine attention, car dans le premier numéro des *Annales des mines* de 1875 (2), on trouve quelques notes relatives à cette question, ainsi qu'un Mémoire de M. Vital, ingénieur des mines. M. Vital énumère très-minutieusement tous les phénomènes produits par une explosion, arrivée le 2 novembre 1874 dans la houillère de Campagnac. Dans un des chantiers d'une couche de charbon bitumineux, un coup de mine, assez violent pour faire sauter le *bourroir*, détermina une explosion qui brûla trois ouvriers d'une manière si grave qu'ils moururent au bout de huit jours. Jamais on n'avait constaté sur ce point la présence du grisou; mais comme le sol de la galerie était recouvert d'une couche de poussière de charbon très-fine et très-sèche, et que le trou de mine se trouvait placé au fond même du chantier, on a pensé que le coup, en partant, avait pu déterminer la formation d'un nuage de poussière qui avait pris feu en même temps; d'où l'explosion et ses conséquences terribles.

L'auteur du Mémoire décrit ensuite la nature de la poussière, c'est-à-dire les dimen-

---

(1) Depuis la rédaction de ce Mémoire, mon attention a été appelée sur les observations suivantes publiées par Faraday et Lyell (*Philosophical Magazine*, 1845) :

« En considérant l'étendue du feu au moment de l'explosion, il n'est pas possible d'admettre que le grisou ait été le seul combustible lui ayant servi d'aliment; la poussière de charbon soulevée par la violence du courant et de la flamme, et provenant du toit, du sol et des autres parois des chantiers, aura dû prendre feu et brûler, si elle a rencontré dans l'air assez d'oxygène pour favoriser sa combustion. Or, nous avons trouvé que la poussière adhérant aux piliers, aux boisages et, en général, à toutes les parois placées en regard du lieu de l'explosion, augmentait graduellement d'épaisseur jusqu'à une certaine distance, à mesure que nous approchions du point où cette explosion avait pris naissance; cette épaisseur était, sur quelques points, de un demi-pouce ($0^m,0125$), et, sur d'autres, de presque un pouce ($0^m,025$). Bien qu'adhérente, elle était friable comme du coke et en présentait d'ailleurs l'aspect lorsqu'on l'examinait à la loupe. Essayée chimiquement et comparée à de la houille réduite en poudre, on a trouvé qu'elle avait perdu la majeure partie, et quelquefois même la totalité, des matières volatiles qu'elle possédait auparavant. Il y a donc toute raison de croire que la flamme du grisou, par suite du courant qui s'est produit, a provoqué, au moyen de la poussière et de l'air même de la mine, la formation d'une grande quantité de gaz; là où la poussière n'a pas été carbonisée, c'est que l'air a manqué. »

(2) *Annales des mines*, 7me série, t. VII, p. 180.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sions des particules qui la composent et leur composition chimique; puis il rend compte d'un certain nombre d'expériences qu'il a faites dans le laboratoire de Rodez, dans le but de déterminer jusqu'où une flamme analogue à celle produite par un coup de mine peut s'allonger, lorsqu'elle est brusquement lancée dans une atmosphère imprégnée de poussière fine de houille. En concluant, il dit: « La poussière de houille très-fine est une cause de danger dans les chantiers secs où on fait partir des coups de mine; sur des points bien ventilés, elle peut à elle seule déterminer des catastrophes; dans les chantiers où il y a du grisou, elle augmente les chances d'explosion, et lorsqu'un accident de cette nature se produit, elle en aggrave les conséquences. »

Avant d'avoir connaissance du Mémoire de M. Vital, j'avais depuis longtemps examiné sérieusement cette question, et j'étais arrivé à une conclusion quelque peu différente de la sienne, conclusion que je formule ainsi : *l'air mélangé en certaines proportions avec du grisou et de la poussière sèche de houille, peut faire explosion à une pression et à une température ordinaires, bien que la présence de la même proportion de l'un ou l'autre de ces deux éléments combustibles puisse être à elle seule insuffisante pour produire le même phénomène.* Cette opinion était basée sur cette considération que, si on admet que les gaz combustibles peuvent se substituer en certaines proportions équivalentes les unes aux autres dans des mélanges qui s'enflammeront justement à des températures données, de même on peut admettre probablement que des poussières fines combustibles possèdent, jusqu'à un certain point, la même propriété. J'ai eu l'occasion de faire des expériences à cet égard, et voici comment j'ai opéré.

Un appareil pour essayer les lampes de sûreté dans un courant explosif avait été disposé pour mon usage, à la houillière Llwynypia, dans la vallée de Rhondda, par les soins du directeur de cette mine, M. A. Hood et de M. W. G. Mac Murtrie, administrateur de la Compagnie dite *Glamorgan coal Company*. En y apportant quelques légères modifications, j'ai pu m'en servir également pour faire des expériences avec la poussière de houille. Cet appareil, dont la figure 1 représente une section verticale, se compose d'une gaîne horizontale en bois, de 18 pieds 9 pouces de long (5^{m},625), 6 pouces de large (0^{m},15) dans œuvre, et 12 pouces de hauteur (0^{m},30). Cette gaîne fut mise en communication avec le puits de retour d'air de la mine, au moyen d'un coffre vertical en bois, de 4 pieds de longueur (1^{m}, 20), et de même section transversale que le couvercle fermant ce puits.

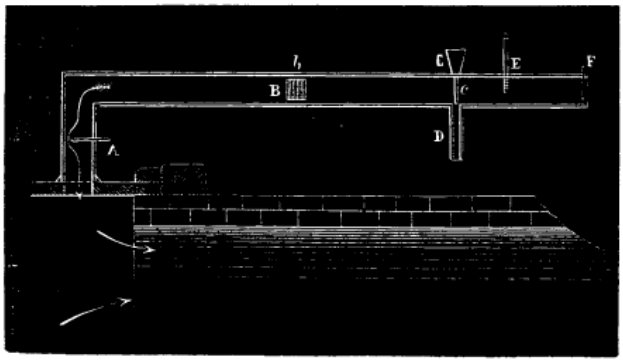


Fig. 1.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A et F sont des registres à coulisses pour régler ou fermer le courant d'air; B est un écran en verre, et *b*, un petit regard situé sur le haut de la gaîne; D, un tuyau en bois, de 4 pouces carrés de section intérieure (25$^{c.\,carr.}$,80) sur 2 pieds de long (0^{m},60); C, une trémie pour l'introduction de la poussière de charbon dans l'appareil, et *c*, un tube en fer de 2 pouces de diamètre (0^{m},05) fermé, dans le haut, par un bouchon en bois qui traverse et dépasse la trémie; enfin, E, un autre tube en fer, qui amène dans l'appareil le grisou provenant d'un espace clos de la mine fournissant un jet abondant ou soufflard.

Le registre F étant fermé et le registre A ouvert partiellement, un courant d'air pénétra dans l'appareil par le tuyau D, et passant au-delà de l'écran B, s'échappa dans le puits pourvu d'un ventilateur aspirant. Une lampe à feu nu a été alors placée dans l'appareil contre l'écran et du côté opposé à l'arrivée du courant; la trémie ayant été remplie de poussière de houille, le bouchon du tube *c* a été légèrement soulevé et la poussière, tombant à l'orifice supérieur de D, a tourbillonné sous l'influence du courant d'air, abandonnant les particules les plus lourdes qui ont traversé le tuyau D pour tomber à terre, tandis que les plus légères, emportées par le courant auquel elles étaient mêlées, ont passé au-dessus de la flamme en B, et de là dans le puits. En ce moment, la flamme de la lumière a paru s'allonger quelque peu; mais aucune inflammation n'a eu lieu, non plus qu'aucun symptôme ne m'a révélé qu'il aurait pu s'en produire une. J'ai répété cette expérience plusieurs fois, tantôt avec de la poussière de houille pour chaudières à vapeur, et tantôt avec la poussière la plus fine et la plus sèche de la couche n° 3 de la mine de Rhondda, qui fournit une houille excellente pour coke; j'ai obtenu constamment les mêmes résultats. En outre, j'ai varié les proportions de poussière mélangée à l'air, depuis les plus minimes, formant un nuage à peine visible, jusqu'à celles qui déterminaient, en passant, l'extinction de la flamme (1).

Les deux espèces de houille dont je me suis servi ont été analysées par le docteur Frankland, et ont donné en proportions centésimales :

	Poussière de houille pour chaudières.	Poussière de houille bitumineuse.
Carbone	85,295	82,570
Hydrogène	5,040	5,400
Oxygène (par différence)	1,261	6,030
Azote	0,608	1,050
Soufre	0,692	0,800
Eau	0,614	0,670
Cendres	6,490	3,480
	100,000	100,000

(1) Bien que l'auteur ait omis de le dire, il est bien évident que dans ces premières expériences le tube E était fermé et n'amenait par conséquent pas de grisou. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans quelques-unes des expériences faites avec la poussière et l'air seuls, la poussière de houille bitumineuse a été, au préalable, séchée avec soin et criblée à travers un tamis de mousseline.

Les résultats de ces expériences et de quelques autres que j'ai faites depuis semblent permettre de conclure hardiment, qu'*un mélange d'air et de poussière de houille n'est pas inflammable à une pression et une température ordinaires.*

Une petite quantité de grisou a été ensuite introduite dans l'appareil par le tube E, en même temps que le registre F a été partiellement ouvert pour que le courant fut plus énergiquement entraîné de E vers B ; alors le mélange d'air, de grisou et de poussière a été reconnu quelque peu explosif. Voici comment cette nouvelle expérience a été faite :

Une lampe de sûreté ayant été placée dans l'appareil en B, la quantité de grisou admise a été réglée de manière que la flamme ne donnât aucune indication de sa présence ; puis on a enlevé la lampe pour la remplacer par une lampe à feu nu, et on a fait entrer de la poussière en C. A ce moment, l'effet a été instantané ; aussitôt que le nuage de poussière a touché la lumière, une explosion s'est produite et la gaîne a été remplie par une flamme rouge, qui a continué à brûler jusqu'au moment où on a interrompu l'arrivée de la poussière, ou bien fermé les registres à air. Avant l'introduction de la poussière on avait eu soin, au moyen d'un fil métallique attaché à la lampe à feu nu, d'élever cette lampe contre la paroi supérieure de la gaîne, pour s'assurer que le mélange d'air et de grisou seuls n'était pas explosif.

La composition du grisou que j'ai employé dans cette expérience et celles qui suivent a été donnée par M. J. W. Thomas, dans un Mémoire publié par lui dans le Journal de la Société chimique (septembre 1874), et ayant pour titre : *On the gases enclosed in coals from the South-Wales basin and the gas evolved from blowers and by boring into the coal itself* (1). Cette composition est celle-ci :

	Proportions centésimales.
Gaz de marais	94,78
Hydrure d'éthyle	0,90
Acide carbonique (*carbonic anhydride*)	0,72
Azote	3,60
	100,00

Bien que je fusse satisfait de la justesse de mon hypothèse, relativement aux mélanges d'air, de grisou et de poussière de houille, je ne pouvais, cependant, me con-

(1) Sur les gaz contenus dans les houilles du bassin du sud du pays de Galles et sur le gaz provenant des jets naturels dits *soufflards*, ainsi que des jets que produit le sondage dans la houille elle-même.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tenter de la forme que j'avais donnée à mes expériences, car il pouvait toujours se faire que la poussière, en tombant dans le tuyau D, diminuât la quantité d'air affluant dans une proportion suffisante pour former un mélange explosif avec le courant de gaz entrant dans l'appareil avec un volume constant.

Or, le 4 et le 6 décembre 1875, trois graves explosions ayant eu lieu dans les mines de New-Tredegar, de Swaithe et de Llan, et ayant été officiellement chargé d'en rechercher les causes, j'eus la bonne fortune de pouvoir visiter les travaux de la dernière de ces mines, précisément deux heures et demie après la catastrophe, alors que la ventilation n'était encore qu'en partie rétablie. A ce moment, l'air existant sur tous les points non ventilés des travaux avoisinant la galerie de niveau où l'explosion avait eu lieu (aussi loin que la prudence permettait de s'avancer), était tellement chargé de fumée, de suie et, en général, de tous les autres produits résultant d'une combustion imparfaite, qu'il était difficile, si non impossible, de distinguer les objets à une distance de deux ou trois pieds ($0^m,60$ à $0^m,90$).

Dans cette première visite et celles qui ont suivi, j'ai pu constater que le sol de la galerie dont je viens de parler, était recouvert, dans toute sa longueur de 130 yards ($118^m,30$), d'une couche de poussière sèche de houille, contenant de petits morceaux de combustible et de pierre. J'ai constaté également que sur une étendue de 50 yards ($45^m,50$), près du fond, cette galerie ainsi que les chantiers qui y confinent n'étaient, pour ainsi dire, ventilés que par un courant de retour et non par un courant direct. Enfin, j'ai reconnu qu'il s'échappait parfois de la houille et des lits interstratifiés, à la paroi même de la galerie et sur deux autres points situés à 50 ou 60 yards plus loin ($45^m,50$ ou $54^m,60$), une quantité de grisou suffisante pour former, en s'accumulant, de petits amas explosifs; et cependant, il m'a été affirmé qu'aucune accumulation de ce genre n'avait été reconnue là ni ailleurs, une heure même avant l'accident. D'ailleurs, comme on travaillait dans les chantiers avec des lampes découvertes, s'il s'était formé dans l'un d'eux quelque amas explosif de gaz, il n'aurait pas pu circuler et arriver dans un autre sans rencontrer une des lampes, et par conséquent sans prendre feu. On voit donc qu'il était impossible qu'une grande accumulation de gaz ait pu se produire pendant l'heure même qui a précédé l'explosion.

D'un autre côté, un examen attentif a révélé qu'il y avait sur les boisages un dépôt de poussière de houille carbonisée, s'étendant à plus de 322 yards des chantiers (293^m), et représentant, par conséquent, une quantité importante de matières combustibles; cependant les dégâts ont été relativement peu considérables. La position qu'occupait ce dépôt sur les montants des cadres de boisage indiquait, à n'en pas douter, le sens du courant au moment où il s'est formé; mais ce n'est qu'en supposant que l'origine de l'explosion avait été en O (fig. 2), au fond de la galerie de niveau, qu'il m'a été possible d'expliquer le phénomène d'une manière satisfaisante. C'est en raisonnant ainsi, que j'ai pu comprendre que, dans la galerie elle-même et sur les deux points O′, O″ qui viennent se brancher sur elle suivant l'inclinaison de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couche (seuls points montrant des traces de poussière carbonisée), le dépôt s'était effectué pendant le mouvement de remous de courant, tandis que sur les points situés en O‴ au voisinage de l'entrée de la galerie, il ne s'était fait qu'au moment même de la sortie de ce courant. Pour raisonner de toute autre manière, pour admettre, par exemple, que toute la poussière carbonisée se serait déposée au moment où le courant ventilateur partait de l'origine de l'explosion, il faudrait nécessairement supposer à cette explosion trois origines distinctes au lieu d'une seule, c'est-à-dire une en chacun des points O′, O″, où aucune accumulation de gaz n'était possible et une troisième en O‴, où le toit ne présentait aucune cavité et par où passait la totalité du courant se dirigeant vers sa sortie.

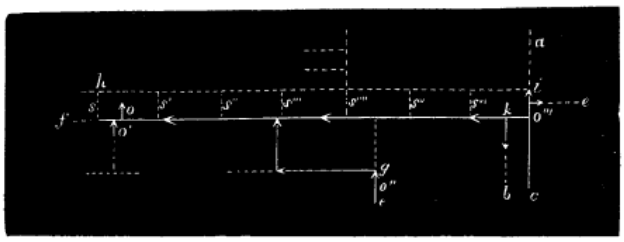


Fig. 2.

Toutes choses tendaient donc à démontrer qu'une petite quantité de gaz explosif s'était accumulée au fond de la galerie, là même où le courant ventilateur n'avait aucune action; que ce gaz s'était enflammé au contact d'une des lampes à feu nu, soulevant aussitôt par son explosion un nuage de poussière qui, se répandant dans la galerie, avait rencontré un air assez mélangé de grisou pour que son arrivée ait été un appoint suffisant pour rendre l'explosion générale.

Étant admis que la totalité de l'air de la galerie devait être mélangé de quelque peu de grisou, il importait donc de déterminer quel est le minimum de gaz qui peut rendre le mélange explosif au moment où la poussière de houille vient s'y ajouter, et c'est dans ce but que j'ai entrepris, peu de jours après, une nouvelle série d'expériences.

L'appareil dont je me suis servi était celui que j'ai décrit plus haut pour la mine de Llwynypia, et auquel j'ai fait subir quelques modifications que la figure 3 fera comprendre.

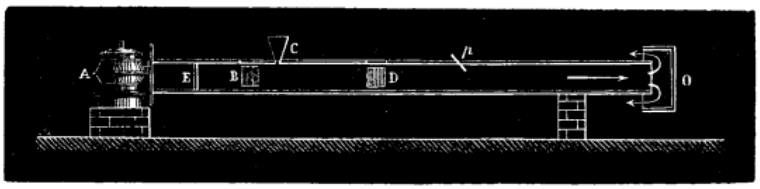


Fig. 3.

Je me suis servi de la même gaîne en bois, mais au lieu de la relier comme auparavant au puits de retour d'air, j'ai mis l'une de ses extrémités en communication avec un petit ventilateur refoulant A, mu par une turbine à vapeur, tandis que l'autre extrémité est restée librement ouverte. B et D sont des écrans de verre; C la trémie pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'introduction de la poussière de houille, et E un registre à coulisses partagé par le milieu en deux parties se mouvant horizontalement, et pouvant se rejoindre au milieu de la gaîne lorsqu'on veut intercepter le courant d'air venant du ventilateur.

L'air est pris dans deux chambres situées l'une au-dessus et l'autre au-dessous des ailes du ventilateur. Ainsi aspiré de part et d'autre, il arrive par des ouvertures centrales et est refoulé de là dans la gaîne.

Le tube qui amène le grisou pénètre par un des trous d'air dans la chambre inférieure du ventilateur et aboutit tout près des ailes mêmes, en sorte qu'il est bien mélangé lorsqu'il arrive dans l'appareil d'expérimentation.

Avec cet appareil on peut faire des expériences qualitatives et quantitatives; voici comment on opère :

Dans le premier cas, on met le ventilateur en mouvement et on envoie un courant d'air et de grisou qui traverse l'appareil suivant la direction de la flèche (fig. 3). On introduit alors une lampe de sûreté dans la gaîne, en la plaçant contre l'écran B du côté opposé à l'arrivée du courant; puis on augmente la vitesse de ce courant en ouvrant les deux parties du registre E, mais on règle cette ouverture de telle sorte que la flamme de la lampe ne donne aucune indication de la présence du grisou. Cela fait, on enlève la lampe de sûreté, on place une lampe à feu nu derrière chacun des écrans B, D, et on introduit de la poussière par la trémie C. Aussitôt que le nuage de poussière atteint la lumière en D, il prend feu et, suivant la proportion de grisou, donne lieu, soit à une explosion, soit à une flamme rouge qui remplit la gaîne de D jusqu'à O. Pendant ce temps, la lampe placée en B, indifférente au phénomène qui vient de se passer, continue à brûler comme auparavant, sans accuser la présence du grisou. Cette expérience est, comme on le voit, tout à fait concluante au point de vue qualitatif.

Pour l'expérience quantitative, on opère d'une manière un peu différente. Une lampe de sûreté est placée en B (fig. 3), et les deux parties du registre E sont peu à peu fermées jusqu'à ce que le courant devienne explosif; la vitesse de ce courant est alors mesurée au moyen d'un petit anémomètre placé en D. Cela fait, les portes E sont ouvertes de la quantité voulue, la vitesse du courant est de nouveau mesurée, puis on enlève l'anémomètre, on remplace la lampe de sûreté par une lampe à feu nu qu'on met en D, et on fait entrer en C la poussière de houille.

Le 16 décembre 1875, j'ai constaté que le mélange d'air et de grisou seuls, était explosif lorsque la vitesse du courant était de 155 pieds par minute (46^{m},50); deux autres expériences m'ont donné le même résultat pour des vitesses de 156 et 153 pieds (46^{m},80 et 45^{m},90). Le 5 janvier suivant, le courant est devenu explosif à la vitesse de 150 pieds (45^{m},00). Dans la première série de ces expériences, la vitesse a été successivement augmentée à 296, 331, 337, 440, 523 et 543 pieds par minute (88^{m},80, 99^{m},30, 101^{m},10, 132^{m},00, 156^{m},90 et 162^{m},90); dans la seconde, elle fut poussée jusqu'à 714, 808, 900 et 1 060 pieds (214^{m},20, 242^{m},40, 270^{m},00, et 318^{m},00). A

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toutes ces vitesses considérables, le mélange est devenu instantanément inflammable par l'addition de la poussière de houille ; de B en O (fig. 3), l'appareil était, chaque fois, rempli par une flamme et une fumée abondantes, et la gaîne en bois prenait feu dès que l'expérience se prolongeait au-delà de quelques secondes. A une vitesse plus grande que la dernière ci-dessus mentionnée, la poussière ne déterminait plus l'inflammation ; cependant, je n'ai pas déterminé le point exact auquel le phénomène a cessé de se produire.

Des expériences d'un autre genre m'ont permis d'établir, qu'un mélange de 1 volume du même grisou avec 15 volumes d'air est inflammable, tandis que pour 16 volumes d'air, il ne l'est plus à une température de 57 degrés Fahr. (14° C.) Si l'on part de là pour calculer la composition du mélange traversant l'appareil pendant les dernières expériences de la seconde série dont il a été question plus haut, on trouve que les volumes relatifs de gaz et d'air étaient de 9,375 et 140,625 à la vitesse de 45^{m},00 par minute, et de 9,375 et 1050,625 à la vitesse de 318^{m},00, ce qui, dans le dernier cas, donne le rapport de 1 de grisou pour 112,06 d'air, soit 0,892 p. 100 du volume d'air.

Enfin, il importait encore de savoir si la totalité du grisou entrait dans l'appareil pendant les faibles vitesses du courant, et si, au contraire, pendant les grandes vitesses le ventilateur n'exerçait pas une aspiration trop violente sur le tube d'amenée du gaz. Dans ce but, ce tube, de 2 pouces de diamètre (0^{m},05), ne fut plus mis en relation directe avec le ventilateur dont on l'éloigna de 16 pouces (0^{m},40), mais on les fit communiquer l'un avec l'autre par l'intermédiaire d'un petit tube de 1,5/8 de pouce (0^{m},04), entrant librement dans le premier à une profondeur de 1 pied environ (0^{m},30), et conduisant le gaz au centre de la chambre du ventilateur. En outre, pour permettre de constater l'état de la pression du gaz dans le tube alimentaire, on perça un petit trou dans ce tube, à une distance de 15 pieds (4^{m},50) du ventilateur, et le filet de gaz s'échappant par ce trou fut tenu constamment allumé.

Quand la vitesse du courant était faible, il s'échappait du gaz par l'espace annulaire compris entre les deux tubes, ce qu'il était facile de constater en appliquant une lumière sur ce point. Dans ce cas, on était obligé de boucher partiellement ou totalement quelques-uns des orifices d'entrée de l'air dans le ventilateur, jusqu'à ce qu'on remarquât qu'une flamme présentée à la jonction des deux tubes était aspirée ; mais en même temps, on observait avec soin le petit filet de gaz constamment allumé plus loin, dont l'aspect pouvait indiquer si l'on ne bouchait pas trop les orifices susdits. Au contraire, quand la vitesse du courant était à son maximum, tous les orifices d'entrée d'air étaient ouverts, et bien qu'il entrât de l'air à la jonction des deux tubes, la hauteur de la flamme du petit filet de gaz ne diminuait pas sensiblement.

Ayant démontré, comme on l'a vu plus haut, que lorsque l'air contient seulement une très-petite proportion de grisou (0,892 p. 100 de son volume), il est capable de former avec la poussière de houille un mélange inflammable, nous sommes conséquent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quemment conduits à examiner les moyens dont on se sert dans les mines pour constater l'existence du gaz inflammable, et nous nous trouvons en présence de la lampe de sûreté, qui est encore, aujourd'hui, l'appareil universellement adopté en raison des indications que fournit sa flamme sur l'état de l'atmosphère des travaux. Lorsque cette atmosphère est explosive, ou près de l'être, on ne peut se méprendre, en effet, sur ces indications ; mais lorsque la proportion de grisou est faible, il est nécessaire de baisser la mèche de la lampe jusqu'à ce que la flamme n'ait plus qu'une hauteur de 1/8e de pouce environ (0m,003), c'est-à-dire, jusqu'à ce qu'elle n'ait que peu ou point de couleur jaune, puis il faut observer si elle ne montre pas, à sa partie supérieure, une auréole (*cap*) révélatrice. Cette auréole est constituée par une petite flamme bleue conique surmontant la flamme de la mèche, et plus transparente qu'elle; elle semble résulter de la combustion d'une partie du mélange de grisou et d'air qui se trouve suffisamment échauffée pour brûler. Tout le monde sait que, lorsque l'auréole dont nous parlons est grande, c'est que l'air de la mine contient beaucoup de grisou, et que lorsqu'elle est petite, c'est qu'il en contient peu ; quand il n'y a pas d'auréole, on peut presque affirmer que le grisou n'existe pas.

Comme je ne sache pas qu'on ait jamais publié des indications bien nettes sur les aspects variés que doit présenter l'auréole de la flamme suivant les différentes proportions du mélange d'air et de grisou, j'ai procédé, dans ce but, à un certain nombre d'expériences dont je vais parler. Ces expériences ont été entreprises le 17 janvier 1875, dans la cabine placée près du fond du puits n° 3 de la mine Llwynypia. Le grisou dont je me suis servi était le même que celui que j'ai employé dans les expériences relatives à la poussière de houille ; il sortait d'un tube installé contre la porte de la cabine. L'appareil que j'ai disposé comprenait un cylindre-jauge, un cylindre mélangeur, une lampe, une cuve à eau et quelques tubes en caoutchouc.

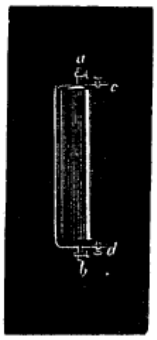


Fig. 4.

Le cylindre-jauge (fig. 4) a 10 pouces de hauteur (0m,25) sur deux pouces de diamètre (0m,05) ; deux robinets *a* et *b* sont placés, suivant l'axe, à chaque extrémité; deux autres robinets *c* et *d* sont branchés sur les précédents; enfin, un tube indicateur de niveau monte le long du cylindre, qui porte, en regard, une échelle volumétrique graduée.

Le cylindre mélangeur (fig. 5) a 2 pieds de haut (0m,60), sur 8 pouces de diamètre (0m,20); comme le précédent, il est muni de deux robinets *e* et *f*, disposés en haut et en bas, d'un tube indicateur de niveau, et d'une échelle volumétrique. En outre, il renferme deux diaphragmes transversaux *g*, *h*, divisant sa capacité en trois compartiments et portant chacun une rangée circulaire de 10 trous de 1/4 de pouce (0m,006), qui établissent une communication entre lesdits compartiments.

La figure 6 représente, en section verticale, les parties essentielles de la lampe. Elle comprend un porte-mèche et un réservoir d'huile, au-dessus duquel est une chambre *b* munie d'un tube de branchement *a* placé sur côté, et d'une fente circulaire *o o*,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

percée dans sa paroi supérieure. La lampe est coiffée d'une cheminée en verre *d* gra-

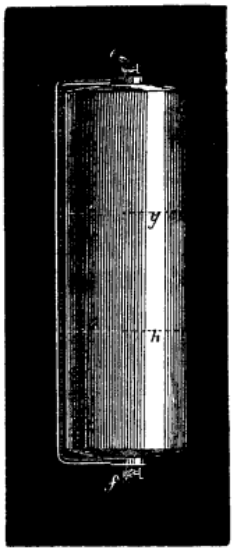


Fig. 5.

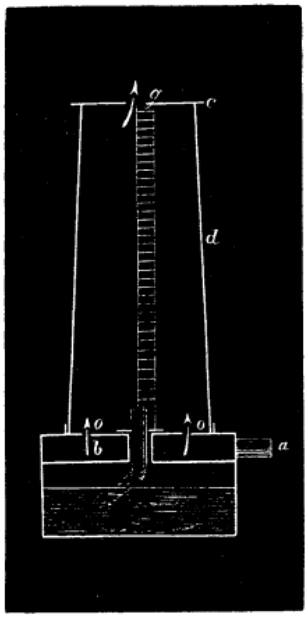


Fig. 6.

duée, dont l'orifice supérieur est recouvert d'une plaque de ferblanc *c*, percée d'une ouverture circulaire *g*, de 3/8e de pouce (0m,009).

La cuve à eau est de même capacité que le cylindre mélangeur, et est munie d'un robinet de chaque côté du fond.

Les tubes de caoutchouc servent pour relier entre elles, suivant les besoins, les différentes parties de l'appareil, cylindres, cuve à eau, etc.

Chaque cylindre peut être, à volonté, rempli d'eau ou vidé, en mettant son robinet inférieur en communication avec l'un de ceux de la cuve à eau, et en plaçant le cylindre suivant l'un ou l'autre cas, soit en dessous ou au-dessus du niveau de l'eau, après que les robinets ont été ouverts.

Voici le mode d'opérer :

On commence par remplir d'eau les deux cylindres ; quand ils sont pleins, on fait couler l'eau du plus grand en même temps que son robinet supérieur est ouvert pour laisser entrer l'air. Cet écoulement a lieu jusqu'à ce que le cylindre contienne le nombre voulu de volumes d'air, l'unité de volume étant égal à la capacité du plus petit cylindre.

D'un autre côté, au moyen d'un tube en caoutchouc, on attache le tuyau alimentaire du grisou au robinet supérieur *a* du petit cylindre qu'on a soin d'ouvrir, et on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ouvre en même temps le robinet de branchement *c* pour en faire sortir un jet de gaz qu'on allume, et, par conséquent, pour purger d'air le tube de caoutchouc; en même temps on ouvre le robinet inférieur *b*, par où l'eau s'écoule à mesure que le gaz pénètre dans le cylindre. Les choses sont laissées en cet état jusqu'à ce que le cylindre contienne le volume de gaz voulu, après quoi on ferme tous les robinets.

Une fois les deux cylindres pourvus, l'un, d'air et l'autre, de gaz, dans les proportions relatives voulues, on les réunit l'un à l'autre par le haut et par le bas, au moyen de deux tubes de caoutchouc, en ayant soin que le tube supérieur soit rempli de grisou et l'inférieur d'eau ; on ouvre alors les quatre robinets *a*, *b*, *e*, *f*, et le petit cylindre est installé de manière que sa tête se trouve au dessous du niveau de l'eau du grand cylindre. Il suit, de là, que le grisou passe rapidement dans ce dernier, après quoi tous les robinets sont fermés et les deux cylindres disjoints.

On comprend qu'avec ce mode d'opérer, les volumes de gaz et d'air peuvent être mesurés avec exactitude et rapidité.

Dans les différentes expériences que j'ai faites, la quantité d'eau restant dans le cylindre mélangeur a varié de 60 à 300 pouces cubes (983 cent. c.,160 à 4 915,800). Pour obtenir le mélange du gaz et de l'air, j'ai retourné le cylindre mélangeur de haut en bas ; l'eau se trouvant alors dans le haut, est retournée à la partie inférieure en traversant successivement les diaphragmes et en cédant, par conséquent, la place à un volume correspondant des deux gaz. En répétant quarante fois la même manœuvre et en ayant le soin d'attendre chaque fois que le bruit produit par l'écoulement de l'eau ait cessé, j'ai toujours obtenu un mélange suffisamment parfait des deux gaz. L'homogénéité des mélanges que j'ai ainsi préparés m'a été démontrée par ce fait, que l'un d'eux, formé de 1 volume de grisou et de 15 volumes d'air, était inflammable, tandis qu'aucun de ceux qui contenaient 1 de gaz pour 16 d'air ne l'était pas.

La mèche de la lampe (fig. 6) ayant été coupée avec soin, et allumée, on l'a baissée de manière à ne donner qu'une petite flamme bleue hémisphérique, de 1/8e de pouce environ (0m,003) de hauteur sur 1/4 de pouce de diamètre (0m,006) à la base, montrant au centre et près du haut une pointe de couleur jaune. Le tube de branchement *a* a été mis ensuite en communication avec le haut du cylindre mélangeur et le mélange d'air et de gaz a été admis dans la chambre *b*, dans la proportion de 2/5 pouces cubes par seconde (près de 41 cent. c.). On a eu soin de sortir toutes les autres lumières de la cabine où se faisaient les expériences, et les phénomènes ont été observés à la seule et faible lumière de la lampe expérimentale.

Les différents mélanges employés ont été sucessivement de 1 volume de grisou pour 14, 15, 16, 18, 20, 25, 30, 40, 50 et 60 volumes d'air. Les expériences ont commencé à 11 heures du matin pour finir à 6 heures du soir. Les observations météorologiques faites dans l'intérieur de la cabine à 3 h. 15 du soir ont donné : température 57 degrés Fahr. (14° C.) ; humidité 79 ; hauteur barométrique 30, 15, (0m,765.) La même eau a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

été employée dans toutes les expériences, et on peut affirmer en toute sécurité que le degré d'humidité des mélanges d'air et de gaz était 100.

Voici quels ont été les phénomènes observés relativement aux différents mélanges :

Mélange de 1 volume de grisou pour 14 volumes d'air ; légèrement explosif.

— de 1 — pour 15 — inflammable : la flamme du mélange n'a pas traversé l'orifice du couvercle de fer-blanc *c* de la cheminée (fig. 6) ; mais en introduisant par cet orifice une petite lumière, à la profondeur de 1/4 de pouce (0^m,006), on a déterminé l'apparition d'une nappe ondulée de flamme bleue, occupant horizontalement toute la section de la cheminée et qui est allée s'éteindre dans le bas après avoir duré à peu près 2 ou 3 secondes.

1 volume de grisou, pour 16 d'air ; apparition d'une auréole tremblottante bleue pâle, de 3 pouces 3/8 de hauteur (0^m,084), ayant la forme d'un fuseau.

1 volume de grisou pour 18 d'air ; auréole comme ci-dessus de 2 pouces de haut (0^m,05), mais qui a brûlé d'une manière plus stable.

1 volume de grisou pour 20 d'air ; auréole de 1 pouce 5/16 de haut (0^m,032), presque cylindrique sur les deux-tiers de sa hauteur et sortant par le haut sur un point seulement ; parfaitement stable et beaucoup plus distincte que toutes les autres.

1 volume de grisou pour 25 d'air ; auréole conique de 1/2 à 5/8 de pouce de haut (0^m,0125 à 0^m,0156).

1 volume de grisou pour 30 d'air ; auréole de 3/8 de pouce (0^m,0093).

1 volume de grisou pour 40 d'air ; auréole conique de 3/16 à 1/4 de pouce (0^m,0046 à 0^m,0062).

1 volume de grisou pour 50 d'air ; auréole excessivement faible de 1/8 de pouce (0^m,003), dont le haut présentait l'apparence d'une rupture.

1 volume de grisou pour 60 d'air ; aucun phénomène bien perceptible au-dessus de la petite flamme ordinaire de la lampe ; peut être une petite auréole représentée par un tronc de cône de 1/16 de pouce de haut (0^m,0015), mais dont les arêtes seules étaient visibles. Deux des hommes chargés d'examiner chaque jour les chantiers pour voir s'il n'y existe aucun symptôme de grisou et qu'on appelle pour cela *firemen*, étaient présents à l'expérience et ont déclaré positivement qu'ils regarderaient comme *exempte de gaz* toute atmosphère dans laquelle la petite flamme de la lampe brûlerait comme elle brûlait dans ce dernier mélange.

La mèche de la lampe ayant été montée de manière que la flamme ait une hauteur de 1/4 de pouce (0^m,006), l'auréole a été invisible dans tous les mélanges composés de 1 volume de gaz pour 25 volumes d'air et au dessus ; elle l'a été également avec de plus hautes flammes dans les mélanges dont la proportion était inférieure à celle des mélanges explosifs.

La figure 7 indique graphiquement les résultats ci-dessus. Les abscisses comptées de gauche à droite, représentant le nombre de volumes d'air pour 1 volume de grisou et les ordonnées donnant la hauteur des auréoles correspondantes, mesurées à partir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du haut de la flamme d'huile, on voit que la courbe passant par le sommet des ordonnées a la forme approximative d'une hyperbole rectangulaire.

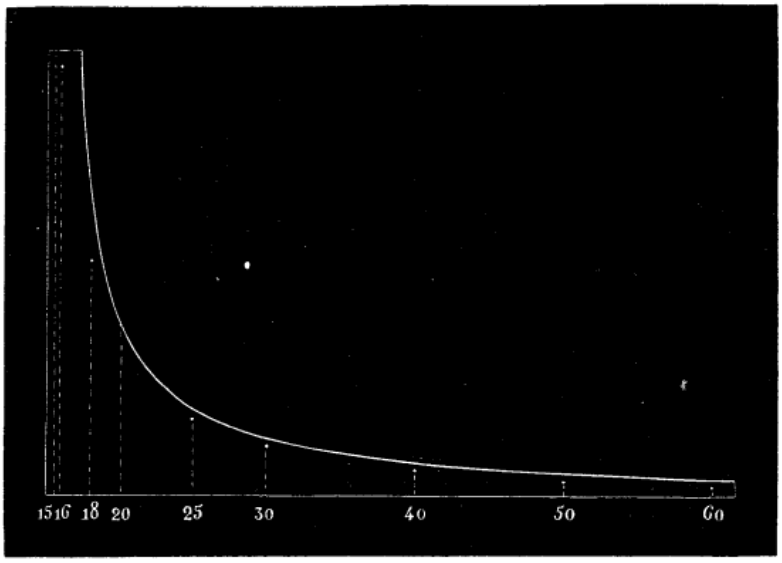


Fig. 7.

La ligne ponctuée entre 15 et 16 est l'assymptote de la courbe.

Il est évident que les *hauteurs* des auréoles sont, jusqu'à un certain point, proportionnelles aux quantités de grisou brûlées par unité de temps au dessus de la flamme d'huile, et bien que les procédés qui ont servi à les déterminer soient loin d'être parfaits, les résultats semblent indiquer une certaine relation entre la température initiale, la chaleur de combustion et la chaleur spécifique des différents gaz contenus dans les mélanges.

La figure 8 montre la forme et la section des différentes auréoles, dessinées pendant les observations.

Si, maintenant, nous voulons récapituler d'une manière sommaire ce qui a été établi jusqu'ici dans ce Mémoire, nous pouvons dire qu'il en découle les deux faits suivants :

1° Un mélange de grisou et d'air, dans la proportion de 1 volume du premier pour 60 ou plus du second, ne fournit aucune indication appréciable sur la présence du gaz inflammable, lorsqu'on l'essaie suivant la méthode ordinairement, sinon toujours adoptée dans les mines.

2° Un mélange de grisou et d'air dans la proportion de 1 volume du premier pour 112 du second devient inflammable à la pression et à la température ordinaires, lors-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il est imprégné de poussière de houille fine et sèche telle que celle qu'on rencontre sur les voies de roulage intérieures de certaines houillères.

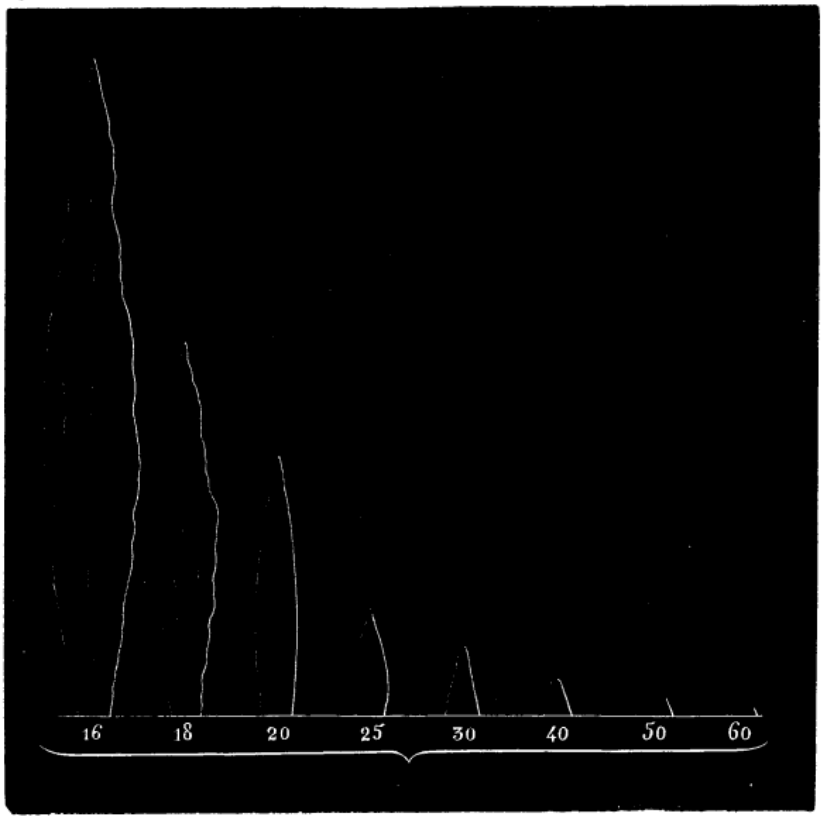


Fig. 8.
Forme des différentes auréoles observées.

De là on peut conclure, avec quelque raison, qu'une explosion qui se produit d'une *manière quelconque* dans une houillère de ce genre, peut se propager d'elle-même et atteindre certains points éloignés des chantiers *où l'on ne soupçonnait pas la présence du grisou.*

Ce n'est pas chose aussi rare qu'on peut le croire de constater une auréole d'au moins 1/4 de pouce de hauteur (0m,006) au-dessus de la petite flamme d'huile dans l'atmosphère des chantiers et dans celle des voies de retour d'air de certaines mines, qui passent cependant pour être bien ventilées. En me reportant à mes propres observations faites dans des mines où la poussière de houille sèche abonde et qui passent pour être *exemptes de grisou,* parce qu'on n'en a rencontré aucune accumulation capable de s'enflammer, je me rappelle que le gaz semblait s'échapper tranquillement de certains fronts de taille dans une proportion régulière, mais, en aucun cas,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

assez forte pour rendre l'atmosphère inflammable sur quelque point. Pour donner une idée du volume de gaz produit de cette manière, je rappellerai que, dans un cas où le courant de ventilation était représenté par un volume d'air de 34 000 pieds cubes par minute (952 mètres cubes), la lampe montrait une auréole de 1/4 de pouce de hauteur (0^{m}, 006). En prenant ce cas pour exemple, si nous supposons un doublement du volume d'air, chose qui peut avoir lieu, il arrivera que là même où l'auréole de 1/4 de pouce s'est montrée au début, on ne retrouvera plus trace de gaz. Nous savons bien que, tant que la poussière de houille est en repos, des lampes à feu nu ne peuvent être employées en toute sécurité ; mais supposez cette poussière soulevée et enflammée par une petite explosion toute locale de grisou, ou par un simple coup de mine comme celui qui, en France, a déterminé la catastrophe de la mine de Campagnac, et les conséquences peuvent être des plus terribles. C'est ainsi que peuvent s'expliquer, peut-être, quelques-unes des grandes explosions arrivées dans des mines passant pour être presque, sinon totalement exemptes de grisou.

On peut admettre que l'explosion de la mine de Campagnac a été due, en partie, à la présence d'une faible proportion de grisou dans l'atmosphère du chantier où le phénomène s'est produit. Ce chantier avait été établi dans la couche, à une distance de 25 mètres en dehors du courant et n'était ventilé que par un remous de ce courant, qui arrivait en suivant le sol pour s'en retourner par le toit. Bien qu'il n'accusât aucune trace de grisou, les ouvriers n'en étaient pas moins munis d'une lampe de sûreté, qui leur permettait de se rendre compte de la situation avant de mettre le feu aux coups de mine; cette précaution avait été commandée par ce fait, que de faibles explosions s'étaient produites sur d'autres points de la mine. Enfin le chantier proprement dit était complétement de niveau, c'est-à-dire qu'il ne présentait aucune de ces cavités où le gaz peut s'accumuler lentement. Le fait le plus saillant résultant de l'explosion, c'est que, bien que le long de la galerie adjoignant le chantier où cette explosion a pris naissance il se soit produit un nuage épais de poussière s'étendant jusqu'à une distance de 130 à 150 mètres, les flammes ne semblent pas s'être propagées à plus de 7 mètres au delà du point où elles ont rencontré le courant ventilateur.

Le cas est à peu près le même pour l'explosion de la mine de Llan. J'ai, en effet, remarqué qu'à une distance de 15 yards (18^{m},65) ou à peu près au delà du point où on rencontrait le courant d'air principal (c'est-à-dire en *k*, voir fig. 2), les boisages ne présentaient plus que de faibles traces de houille carbonisée; on en trouvait bien encore ça et là, à 70 yards (63^{m},70) plus loin vers *e*, dont les grains clair-semés ressemblaient à ceux de la poudre, mais en général à 40 yards (36^{m},40) il n'était pas facile de les distinguer. Considérons l'élévation correspondante au plan de la fig. 2, la ligne *a c* plongeant vers *c* sous un angle de 10 degrés, et *f* O$'''$ étant de niveau ; chaque ligne du dessin représente une galerie d'environ 8 pieds de large (2^{m},40) sur 5 pieds de hauteur (1^{m}, 50), ayant la houille solide pour parois latérales et la roche pour toit et pour sol.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Revenons à la galerie de niveau $f\,0'''$ dont nous venons de parler ; le toit s'est écroulé, au point de remplir presque complétement la galerie $h\,i$ et plusieurs des régions désignées par s, $s'\,s''$, etc. O est le seul chantier qu'on voit, les autres se trouvant dans les piliers placés immédiatement au dessous du niveau. Toutes les galeries de recoupe s'arrêtent comme on le voit dans la figure, excepté a, b, c, d et e qu'on peut supposer se prolongeant indéfiniment; ces galeries, ainsi que certaines parties d'autres où on a trouvé des traces de poussière de houille carbonisée, sont indiquées les unes par des lignes pleines et les autres par des lignes ponctuées. Il y avait une porte d'aérage en a et une porte d'arrêt en b qui, toutes deux, ont été renversées; en g était aussi une porte d'arrêt. Les têtes de flèches montrent la direction qu'avait le courant, au moment où la poussière carbonisée s'est déposée sur les boisages.

Il ne sera pas hors de propos, maintenant, de dire quelques mots de l'influence que les coups de mine peuvent exercer sur la production des explosions. J'ai déjà eu l'honneur, en 1874, d'adresser à la Société royale un mémoire sur ce sujet (1); cependant je reviendrai un instant sur une des questions que j'ai traitées, c'est-à-dire sur celle qui suppose l'inflammation du grisou produite directement par la flamme du coup de mine.

On ne saurait mettre en doute que les gaz produits par un coup de mine n'aient une température suffisamment élevée pour enflammer un mélange explosif de grisou et d'air, s'ils viennent à le traverser au moment même de leur production. En 1873, j'ai fait des expériences à cet égard au Bureau météorologique; en tirant un coup de pistolet au milieu d'un semblable mélange, j'en ai déterminé plusieurs fois l'explosion. Mais, si avant d'arriver au contact du mélange explosif, les gaz produits par le coup de mine doivent traverser un espace rempli d'air pur, auront-ils encore une assez haute température pour produire l'explosion, même lorsque le trou de mine aura été chargé au point de projeter au loin le bourroir? C'est là ce qui semble douteux. D'un autre côté, il est permis de supposer que, si un même coup de mine était tiré dans différents mélanges de grisou et d'air, la flamme produite par les gaz de la combustion s'allongerait en proportion du degré d'explosibilité de ces mélanges, comme le fait la flamme d'une lampe de sûreté dont l'auréole s'allonge de plus en plus dans les mêmes circonstances. Cet allongement pourrait même dépendre de la nature d'une explosion locale de grisou, surtout si les chances d'explosion étaient augmentées par la présence d'une petite quantité de poussière de houille, et cela lors même que ceux qui auraient fait partir le coup de mine n'auraient pu reconnaître à l'avance l'existence du danger.

M. Vital a démontré, par des expériences, que la flamme d'un coup tiré dans un mélange de poussière de houille et d'air accuse un allongement. J'ai essayé de répéter les mêmes expériences avec de la poudre à canon, mais sans beaucoup de succès, car je

(1) Voy. les Mémoires de cette Société, n° 154, année 1874.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'ai réussi qu'une seule fois à faire arriver la flamme jusqu'au bout de l'appareil (fig. 3), en tirant un coup de pistolet dans la position indiquée en *p*. Le mélange de poussière de houille et d'air dont je me suis servi parcourait la même direction, à la vitesse d'environ 500 pieds par minute (150 mètres). La charge se composait de 1 gr. 365 de poudre bien bourrée. Dans une autre circonstance, j'ai placé en O un écran percé d'un trou et, par ce trou, j'ai tiré plusieurs coups de pistolet dans le courant d'air chargé de poussière de houille, mais en aucun cas le mélange n'a semblé prendre feu. Les charges de poudres ont varié à partir d'un maximum de 2, 5 grammes.

Cependant, si l'on parvenait à réduire la poussière de houille à un état pour ainsi dire impalpable et à obtenir un mélange bien intime d'une livre (0^k,450) de poussière et de 160 pieds cubes (1^{m3},680) d'air sec, il serait toujours possible que ce mélange fut inflammable à la température ordinaire ou, au moins, tellement susceptible de s'enflammer qu'une petite explosion, s'y produisant dans un espace confiné, pût se propager dans toute la masse. En présence de l'insuffisance des résultats qu'ont donnés les expériences que j'ai faites avec de la poudre à canon, il serait prématuré d'en tirer pour le moment des conséquences absolues; espérons que M. le professeur Marecco de Newcastle-on-Tyne qui se propose de faire à son tour des études sur ce sujet, apportera des éléments précieux pour l'étude d'une question aussi importante.

Quand on se reporte aux trois grandes explosions survenues en trois jours au commencement de décembre 1875 et qu'on examine l'analogie des résultats constatés dans chacune d'elles, on se demande si quelque agent extérieur n'a pas joué un rôle plus ou moins prépondérant dans la production de ces phénomènes. A cette date le baromètre était élevé et la température extérieure exceptionnellement basse; or on sait que ces conditions atmosphériques ne sont pas favorables aux explosions concernant le grisou seul. Cependant on a souvent remarqué que des explosions graves surviennent plus fréquemment pendant les mois d'hiver et, dans quelques cas, dans les temps très-froids. M. Scott m'ayant appris qu'il avait déjà constaté cette dernière circonstance en 1867, nous avons entrepris ensemble des recherches sur les relations qui peuvent exister entre les explosions de grisou et l'état de l'atmosphère. C'est en préparant des diagrammes relatifs à cette question et concernant la période de 1868 à 1872, que nous avons remarqué que plusieurs des grandes explosions de cette période avaient eu lieu par un temps analogue à celui du commencement de décembre 1875. Partant de là pour expliquer les causes de l'explosion de la mine Llan dont j'ai parlé, j'ai fait le raisonnement suivant :

Si nous admettons que certaines explosions ont pris plus d'importance en raison de la présence de la poussière de houille dans les chantiers, et que l'état hygrométrique de cette poussière varie suivant le degré d'humidité de l'air avec lequel elle est en contact, nous pourrons conclure en toute évidence que, plus l'air sera sec dans les mines et plus les explosions de ce genre tendront à se produire ; car, avec cette sécheresse, non seulement la poussière tourbillonnera plus facilement s'il se produit une explosion locale,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais elle prendra plus facilement feu que lorsqu'elle contient une proportion notable d'humidité.

Prenons comme exemple une mine sèche, dans laquelle la température des chantiers est de 70 degrés Fahr. (21°, 28 C.). Pendant un temps chaud, l'air qui descend dans le puits aura une température d'environ 60 degrés, je suppose, (15°, 68 C.) au moment où il entre dans le courant ventilateur; mais, en même temps, il contiendra une certaine quantité de vapeur d'eau dont il se sera chargé au contact des filtrations qui existent toujours dans les puits de mines. A mesure que le courant s'avance, sa température s'élève et elle atteint son maximum en passant auprès des fronts de taille les plus récents. En même temps, l'humidité de l'air s'est accrue dans une certaine proportion, toujours inférieure, cependant, dans une mine de cette espèce, à celle qui correspond à une saturation complète.

D'un autre côté, si le temps est froid, le courant d'air, en arrivant au fond du puits, peut n'avoir qu'une température de 32 degrés Fahr. (0° C.) ou même moins; mais qnand il arrive au fond des chantiers, cette température atteint, comme dans le cas ci-dessus, 70 degrés Fahr. Dans ce dernier cas, deux alternatives se présentent : 1° le courant se chargera d'une nouvelle proportion d'humidité provenant des travaux, soit environ 1/2 livre par 1 000 pieds cubes d'air (0^{k},225 par 28 mèt. cub., soit 8 gr. par mètre cube); 2° ou bien il sera plus sec sur toute l'étendue de son parcours.

Ce raisonnement nous conduit à cette conclusion, que *les explosions dont l'importance est due à l'influence de la poussière de houille, peuvent se produire plus souvent par les temps froids;* d'où on peut admettre réciproquement, que *l'importance des explosions qui se produisent par les temps froids, dépend, dans une certaine mesure, de l'influence de la poussière de houille.*

Les diagrammes suivants donnent une idée précise de ce que nous venons de dire.

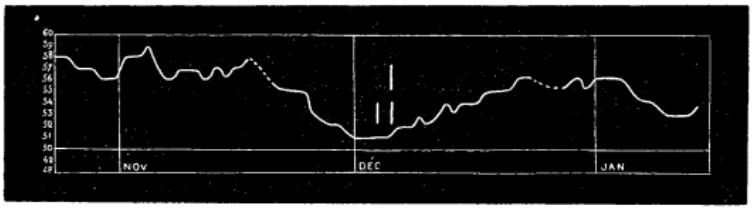


Fig. 9.

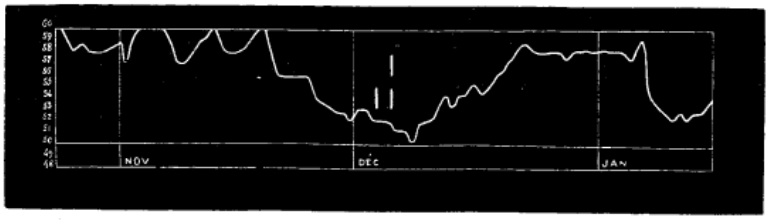


Fig. 10.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les figures 9 et 10 indiquent les variations de température relevées dans les cabines placées au fond des puits de Ferndale et de Llwynypia (district du sud du pays de Galles), pendant les six semaines qui ont précédé et suivi les explosions des 4 et 6 décembre 1875 (1); ces dates sont représentées au-dessus de chaque courbe par de courts traits verticaux (2).

Les puits de Ferndale et de Llwynypia, ont, respectivement, une profondeur de 286 et 380 yards (260^{m},26 et 350^{m},80). Les cabines, dans lesquelles se font chaque jour les observations thermométriques, sont de petites chambres de 8 à 9 pieds carrés (0^{m2},72 à 0^{m2},81), sur 7 à 8 pieds de haut (2^{m},10 à 2^{m},40), creusées dans la houille sur un des côtés d'une des voies de roulage. Chaque cabine est séparée de cette voie par un mur en briques, percé d'une porte qu'on tient ordinairement fermée; celle de Ferndale est située à 130 yards (118^{m},30) du fond du puits, et le courant d'air qui passe en ce point est de 21 600 pieds cubes (604^{m3},800) par minute; celle de Llwynypia, n'est qu'à 16 yards (14^{m},55), et le courant est de 30,000 pieds cubes (840^{m3}).

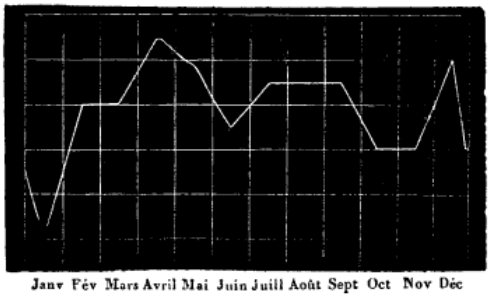


Fig. 11.

On remarquera sur les diagrammes 9 et 10, que c'est précisément à l'époque où les explosions ont eu lieu que la température a été la plus basse.

Le diagramme de la figure 11, dressé pour une période de vingt-cinq ans, de 1851 à 1875 inclusivement, permet d'apprécier, pour chaque mois, l'importance des explosions qui ont eu lieu. Le groupement des mois suivant le nombre d'explosions dans chacun d'eux, donne :

Décembre.	10	Octobre.	4	Juin..	3
Février.	6	Novembre.	4	Janvier.	2
Mars.	6	Avril..	3	Août.	2
Juillet.	5	Mai.	3	Septembre.	1

(1) Les chiffres placés à gauche de ces deux figures expriment des degrés du thermomètre Fahrenheit. Nous ne les avons pas convertis en degrés centigrades à cause des fractions décimales qu'aurait produit cette conversion, fractions moins faciles à écrire à l'échelle réduite des dessins; nous nous contentons de rappeler que le zéro de l'échelle centigrade correspond au chiffre 32 de l'échelle Fahrenheit.

(2) Un foyer est installé à l'orifice du puits Llwynypia pour chauffer le courant descendant, lorsque l'air, à son entrée, est à la température de 0 degré C., ou au-dessous. On prend cette précaution pour empêcher qu'il ne se forme des masses de glace sur les parois du puits, par suite des nombreuses filtrations qui se font jour à travers la maçonnerie; c'est là ce qui explique (fig. 10) l'irrégularité de la température observée dans la cabine au commencement de décembre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit que d'octobre à mars (six mois), il y a eu 32 explosions, tandis que dans les six autres mois il n'y en a eu que 17. Le chiffre de janvier est exceptionnellement bas parmi ceux des mois d'hiver, ce qui peut s'expliquer, peut-être, par ce fait qu'au commencement de l'année, les travaux sont généralement suspendus pendant plusieurs jours. En revanche, le chiffre de juillet est élevé parmi ceux des mois d'été, en raison, sans doute, de l'élévation de la température extérieure qui nuit à la ventilation des travaux.

En terminant ce travail, nous dirons que le danger que présente, dans les mines, la poussière sèche de houille peut être grandement atténué, si l'on prend le soin de porter cette poussière aussi loin que possible, des chantiers, et de pratiquer sur une grande échelle l'arrosage des galeries; c'est là, du reste, une précaution que recommande M. l'ingénieur Vital, dans le Mémoire auquel nous avons fait allusion. Disons également que la ventilation, dans certaines mines, n'est pas toujours aussi bonne qu'elle devrait l'être, et qu'il serait indispensable de l'améliorer dans une large mesure, pour diminuer les chances d'explosion.

M.

CHIMIE MÉTALLURGIQUE.

MÉTHODE EMPLOYÉE EN CALIFORNIE POUR LA SÉPARATION DE L'OR ET DE L'ARGENT.

La plupart des lingots d'or et d'argent qui arrivent à San-Francisco sont traités, pour la séparation des deux métaux, par une méthode simple et ingénieuse, dans une usine située à l'une des extrémités de la ville et qui occupe une superficie de plusieurs centaines de pieds carrés (1 pied carré = $0^{m^2},09$), reliée à toutes les lignes de chemins de fer.

Tous les lingots sont d'abord reçus et essayés dans la Cité, au bureau de la Compagnie dite : *San-Francisco assaying and refining Company* (Compagnie d'essai et d'affinage de San-Francisco); ensuite, ils sont envoyés à l'usine, frappés d'un cachet indiquant exactement les résultats des essais, c'est-à-dire leur titre en or et argent. Là, ils sont traités et achetés pour le compte de la Compagnie ou retournés, après traitement à chaque expéditeur. Le bureau des essais et l'usine sont distants de 2 milles environ ($3^k,218$), mais ils sont reliés par un fil télégraphique qui leur permet de communiquer à tout instant.

L'ancienne méthode de traitement par l'acide nitrique et l'acide sulfurique, a été le point de départ de la nouvelle méthode; mais celle-ci s'est tellement perfectionnée depuis, qu'on ne reconnaît plus guère les phases par lesquelles elle a passé; c'est à la fois la plus simple et, au point de vue métallurgique, la plus expéditive en même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps que la moins coûteuse des méthodes ; enfin, l'opération n'exige que peu de main-d'œuvre.

L'usine de la Compagnie est organisée pour traiter une tonne de lingots d'or ou d'argent par vingt-quatre heures ; mais il est rare qu'on atteigne ce maximum, parce qu'il exige un travail de jour et de nuit.

Le traitement comprend huit opérations différentes, auxquelles sont soumis les lingots réduits en grenaille ; ces opérations sont :

1° La dissolution de la grenaille dans des pots en fonte ;
2° Le dépôt de la solution dans des réservoirs ;
3° La cristallisation du sulfate d'argent ;
4° La décomposition du sulfate d'argent par le sulfate de fer ;
5° La préparation, la pression et la fusion de l'argent ;
6° Le traitement de l'or qui forme le résidu des pots ;
7° Le traitement des résidus des réservoirs de dépôt ;
8° Le traitement du sulfate de sesquioxyde de fer.

1° *Dissolution de la grenaille dans des pots de fonte.*

Les lingots arrivant, comme on l'a dit, à l'usine, avec leur titre déterminé au bureau des essais de la ville, on procède de suite à l'inquartation, opération préliminaire qui ne se fait qu'après avoir amené les métaux à l'état liquide. La fusion se fait séparément, pour les lingots d'or et d'argent, dans des creusets où l'on charge à la fois de 2 à 300 livres (90^{k},60 à 135^{k},90) de ces métaux. Après l'inquartation, on réduit le mélange en grenaille dans un large réservoir d'eau ; puis la grenaille, retirée et séchée, est prête pour le traitement par l'acide sulfurique.

Ce traitement se fait dans des pots en fonte de 26 pouces de diamètre (0^{m},65), sur 18 de profondeur (0^{m},45) ; il serait peut-être mieux de les prendre un peu plus grands. Ils sont déposés sur un foyer, en deux rangs de cinq pots chacun ; chaque rang, ou batterie, est surmonté d'une hotte régnant dans toute la longueur, et descendant assez bas pour empêcher les vapeurs acides de se répandre dans l'atelier. Chaque pot est, en outre, surmonté d'une coiffe mise en communication, par un conduit, avec une chambre destinée à la condensation des vapeurs d'acide sulfurique ; il y a une chambre pour chaque batterie de pots, et chacune d'elles, mesurant 15 pieds (4^{m},50) de large sur 38 de long (11^{m},40) et 15 de hauteur, est formée de plomb recouvrant une carcasse en bois. Une haute cheminée emporte les vapeurs non condensées.

L'acide qu'on emploie, marquant 66 degrés B., est emmagasiné dans un réservoir placé en dehors du bâtiment ; on le remplit en renversant simplement les touries qu'on laisse se vider d'elles-mêmes. L'acide sort du réservoir par une soupape, et se rend directement dans chaque pot par cinq tuyaux munis, chacun, d'un levier de manœuvre pour l'alimentation ; on y laisse arriver le liquide jusqu'à la hauteur de 9 à 10 pouces (0^{m},225 à 0^{m},250).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les chauffeurs viennent à l'usine une heure environ avant les affineurs, en sorte que, lorsque ceux-ci arrivent à leur tour, ils trouvent l'acide suffisamment chaud pour y verser la grenaille. Chaque pot se charge par une ouverture ménagée par devant, et se fermant au moyen d'une plaque en fonte qu'on manœuvre avec des poignées. La charge de chaque batterie est de 75 livres (33^{k},95).

La grenaille chargée et les couvercles replacés, on laisse la dissolution s'opérer, tout en ayant le soin de remuer de temps en temps. L'opération dure de 3 à 4 heures, suivant la nature de la grenaille.

Il y a pour chaque batterie un affineur et un chauffeur ; le même personnel pourrait suffire pour une batterie de six pots.

2° *Dépôt de la dissolution dans les réservoirs.*

La solution du sulfate d'argent obtenue est maintenue assez chaude pour qu'elle ne puisse cristalliser pendant que l'or, non dissous, reste au fond des pots. Elle est versée dans deux réservoirs de 9 pieds sur 5 (2^{m},70 sur 1^{m},50) et 20 pouces (0^{m},50) de profondeur, lesquels sont munis de couvercles fermant hermétiquement et contiennent, jusqu'à 2 ou 3 pouces (0^{m},05 ou 0^{m},075) à partir du sommet, de l'acide provenant des touries. La solution contient, outre le sulfate d'argent, une certaine quantité de sulfate de cuivre et occasionnellement quelques parcelles de sulfate de plomb qui, dans ce cas, restent en suspension dans la liqueur. Elle renferme également quelque peu d'or fin, également en suspension. Pour chaque 112 livres (50^{k},78) d'argent à affiner, on ajoute 10 pieds cubes (0^{m3},280) d'acide sulfurique dilué à 58 degrés B., chauffé à 110 degrés (43°,68 C.). Le sulfate de plomb, qui était en suspension, est précipité avec quelque peu de sulfate d'argent et entraîne avec lui toutes les autres substances en suspension dans la liqueur, qui se trouve ainsi clarifiée. On laisse ensuite reposer en mettant sur le feu, opération qui prend une demi-heure.

3° *Cristallisation du sulfate d'argent.*

Quand la liqueur est devenue bien claire, on la soutire avec un siphon qui la déverse dans un autre réservoir, mais de profondeur double, composé d'une cuve en fonte, disposée dans l'intérieur d'une cuve en plomb, de telle sorte qu'il reste entre les deux un espace vide. C'est dans cet espace vide que circule constamment un courant d'eau, dont l'action réfrigérante a pour effet de déterminer la cristallisation du sulfate d'argent. L'opération commence à 10 heures du matin, et à 7 heures du soir elle est terminée. La liqueur refroidie qui surnage et qui marque 30 ou 40 degrés B., est ramenée dans les premiers réservoirs, où elle emporte avec elle tout le sulfate de cuivre resté en dissolution. Ce retour est produit par succion ; en fermant hermétiquement les réservoirs dont il vient d'être question, et en y produisant un certain vide au moyen de la vapeur, la liqueur remonte sans difficulté par le même siphon qui l'a amenée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° *Décomposition du sulfate d'argent par le sulfate de fer.*

Le sulfate d'argent cristallisé, resté au fond de la cuve double en fer et plomb, y forme une croûte jaunâtre de 2 à 3 pouces d'épaisseur (0m,050 à 0m,075), parsemée d'une poudre rougeâtre d'oxyde de cuivre. Cette croûte est ramassée à la pelle et jetée dans une caisse en plomb, munie d'un faux fond, dont la section est de 3 pieds sur 4 (0m,90 sur 1m,20), avec 1 pied (0m,30) de profondeur; il faut une semblable caisse pour le produit de cinq pots. On fait ensuite passer sur les cristaux une solution bouillante complétement saturée de sulfate de fer (vitriol vert), laquelle s'écoule par le faux fond de la caisse en plomb, dans un grand réservoir mesurant 15 pieds par 9 (4m,50 sur 2m,70) et sur 3 pieds de profondeur (0m90). En traversant les cristaux, le sulfate de fer, qui est un protoxyde, dissout les sels de cuivre et réduit l'argent à l'état métallique, en prenant l'acide rendu libre pour se transformer en sulfate de sesquioxyde de fer. Pendant l'opération, il convient de remuer de temps en temps les cristaux de sulfate d'argent pour renouveler les surfaces d'attaque. Ce travail n'exige qu'un homme pendant quatre à cinq heures. Dans le commencement de l'opération, la liqueur qui a passé sur le sulfate d'argent arrive dans le réservoir avec une coloration brune, due à la formation du sulfate de sesquioxyde de fer; elle devient ensuite verdâtre, à mesure qu'on retourne les cristaux. Enfin, lorsqu'elle a tout-à-fait repris la couleur verte qu'elle avait au début, c'est l'indice qu'il n'y a plus de sulfate d'argent à décomposer; l'opération est alors terminée. Si un peu de sulfate d'argent a été dissous et entraîné, il est repris pour être traitéu ltérieurement avec d'autre.

Pour cette partie du traitement, on emploie 20 pour 100 de solution saturée de sulfate de fer pour chaque 112 livres (50k,75) de sulfate d'argent.

5° *Préparation, pression et fusion de l'argent.*

L'argent métallique est retiré de la caisse en plomb et placé dans une caisse analogue, par couches de un pouce d'épaisseur (0m,025), disposées entre des feuilles de cuivre ; cette nouvelle caisse, portée sur chariot, a une section de 4 pieds par 3 (1m,20 par 0m,90) sur 3 pieds de profondeur, et reçoit le produit de deux réservoirs de dissolution. On la remplit le soir avec de l'eau chaude, qu'on laisse ainsi jusqu'au lendemain matin ; pendant ce temps, s'il existe un peu de sulfate d'argent qui ait échappé à l'action du sulfate de fer, il a le temps de se dissoudre et de se décomposer sous l'action des feuilles de cuivre.

Le lendemain on retire le liquide, et le sulfate de cuivre qui peut s'y trouver, sera repris ultérieurement pour être traité. L'argent est sorti à son tour et placé dans un filtre, où l'on fait passer de l'eau chaude qu'on essaie de temps en temps pour voir si elle ne contient pas de métal en dissolution. Si elle contient de l'argent, la liqueur est mise de côté ; si elle n'en contient pas, on continue le lavage jusqu'à ce que l'eau ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit plus acide, car elle peut l'être encore par suite de la présence d'un sel de fer ou de cuivre. Cette opération dure une ou deux heures.

L'argent est dit pur lorsqu'il est entièrement neutre et débarrassé de toute impureté. Lorsqu'il est à cet état, on le sèche et le soumet à l'action d'une presse hydraulique pour le réduire en gâteaux de 1 pied (0^m,30) de diamètre et de 3 pouces d'épaisseur (0^m,075). Enfin, les gâteaux sont fondus dans des fours et coulés en barres de 1 100 onces (31^k,172).

L'argent qu'on produit ainsi est au titre de 998 millièmes; on pourrait pousser le titre plus haut encore, mais on ne le fait pas, parce que la Monnaie n'en tient pas compte et que, d'ailleurs, le commerce n'en demande pas de plus pur.

6° *Traitement de l'or restant dans les pots.*

L'or est resté dans les pots, comme on l'a vu plus haut, par suite de la formation du sulfate d'argent liquide; on commence par le faire bouillir avec du nouvel acide pendant une heure et demie à deux heures, après quoi on le retire avec une passoire en fonte pour le mettre dans d'autres pots contenant jusqu'à recouvrement de l'acide bouillant. Ce qu'on ne peut enlever avec la passoire est détaché avec un outil spécial en forme de houe, et ce qui résiste trop est laissé pour être traité avec l'or provenant des opérations subséquentes. Le métal est de nouveau retiré et placé dans des réservoirs ayant à peu près la même dimension que ceux qui servent au lavage de l'argent, mais munis d'une cloison verticale qui les divise en deux compartiments dont l'un, réservé à l'or, forme les trois quarts de la capacité totale. L'acide des pots est versé sur l'or, d'un côté, et s'en va de l'autre; un demi-pot d'acide met environ dix minutes à effectuer son passage. Enfin, l'or est transvasé dans un filtre en bois, où il est soumis à l'action de l'eau chaude jusqu'à ce qu'il ne reste plus de traces d'acide; cette eau, contenant quelque peu d'argent entraîné, est mise de côté pour être reprise ultérieurement. Ce dernier lavage ayant amené le degré de pureté voulu, l'or est séché, pressé, fondu et coulé ensuite comme l'argent; son titre est alors de 990 à 994 millièmes.

7° *Traitement des résidus des réservoirs de dépôt.*

Les réservoirs de dépôt, qui servent à l'opération n° 2, sont nettoyés une fois par mois. Ce jour-là, après que la solution de sulfate d'argent a été soutirée avec le siphon pour être traitée comme on l'a vu plus haut (3e opération), on ne la remplace pas, mais on lave le résidu pour dissoudre le sulfate d'argent qui peut rester en dépôt. Le sulfate, précipité ensuite, est séché et fondu avec les crasses d'argent et d'or dans un fourneau à réverbère, puis on coupelle pour séparer le plomb qui est en grande proportion. Les cendres de foyer sont également traitées; après les avoir broyées et lavées, on les passe au réverbère et le métal qu'on recueille est coupellé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8° *Traitement du sulfate de sesquioxyde de fer.*

La liqueur brune de sulfate de sesquioxyde de fer qui coule au début du lavage des cristaux de sulfate d'argent par le sulfate de fer (4e opération), et qui est reçue, comme on l'a dit, dans un grand réservoir de $4^m,50 \times 2^m,70$ sur $0^m,90$ de hauteur, rencontre là du fer qui précipite le cuivre et le peu d'argent entraînés à l'état de sulfates. On pompe alors la liqueur, et le précipité, qui est à l'état de boue, est retiré et soumis de nouveau à l'action de la liqueur brune qui redissout le cuivre. Cette solution est, à son tour, placée dans des réservoirs spéciaux et, comme elle peut contenir encore quelque sulfate d'argent dissous, on précipite l'argent en ajoutant du cuivre. Enfin, la solution riche en cuivre est traitée dans un dernier réservoir, où le cuivre est précipité au moyen du fer.

Le précipité de cuivre séché est traité au four à réverbère, qui le fait passer à l'état d'oxyde. Dans cet état, on le dissout dans l'acide sulfurique, on laisse cristalliser et le sel est prêt pour la vente.

L'argent provenant de cette opération secondaire, est mis de côté, et lorsqu'il y en a une quantité suffisante, on le lave, on le sèche et on le soumet au traitement ordinaire.

Toutes les liqueurs sont chauffées par la vapeur ; les acides, au contraire, sont chauffés sur des foyers.

L'affinage d'une tonne d'or demande, en totalité, douze hommes occupés, environ huit heures par jour, aux différentes opérations que nous venons de décrire ; pour l'argent, il en faut un pareil nombre. (M.)

(*Engineering.*)

MÉTALLURGIE.

DE L'UTILISATION DES LAITIERS DE HAUTS FOURNEAUX, PAR M. CHARLES WOOD.

(Extrait d'un Mémoire lu par l'auteur dans une réunion de l'Iron and Steel Institute.)

L'auteur commence par rappeler qu'il a déjà traité le même sujet il y a quatre ans. A cette époque, où déjà plus de soixante brevets avaient été pris pour différents modes d'utilisation des laitiers de hauts fourneaux, bien peu de résultats pratiques avaient été obtenus, mais en revanche beaucoup de temps et d'argent avait été dépensé en pure perte. Depuis lors des progrès réels ont été faits, et on va voir qu'aujourd'hui on réussit, dans des conditions avantageuses, à employer les laitiers à la confection de briques, de ciment, de béton et autres produits.

Pour les briques, le mortier et le ciment, M. Wood explique qu'il a combiné deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

systèmes de machines spéciales servant à réduire le laitier à l'état de sable ou de caillou, suivant l'application à laquelle on le destine. Après bien des tâtonnements et des essais, une compagnie s'est formée pour exploiter ces machines, et elle a établi, dans ce but, à Middlesbrough, une usine qui fonctionne depuis quelque temps avec profit, et qui est connue sous le nom de *Cleveland slag Company* (Compagnie des laitiers du Cleveland) (1).

L'usine fabrique principalement des briques pour le bâtiment, lesquelles sont obtenues avec le sable de laitier mélangé à de la chaux séléniteuse avec addition d'oxyde de fer, le tout étant comprimé dans une machine spéciale dont il sera question plus loin ; elles coûtent beaucoup moins que les briques ordinaires. On fait là, également, une sorte de ciment hydraulique composé de sable de laitier, de chaux ordinaire et d'oxyde de fer. Ce ciment peut être, sous beaucoup de rapports, comparé à celui de Portland ; un peu moins résistant que lui, il en a cependant les autres qualités et offre le précieux avantage de ne coûter que le quart de son prix.

En incorporant au ciment du laitier réduit en caillou, on produit un excellent béton qu'on peut employer en toute sécurité dans les constructions monolithiques. Ce béton a été utilisé avec succès pour établir les fondations de puissantes machines soufflantes ; les frais ne se sont élevés qu'au quart de ce qu'on aurait dépensé en employant de la brique ordinaire. C'est avec ce produit qu'ont été exclusivement édifiés les murs de l'usine de la Compagnie, murs mesurant près de 80 pieds de hauteur (24 mètres) ; ce travail n'ayant pas exigé d'ouvriers spéciaux, n'a pas coûté plus de 6 sh. (7 fr. 50) par yard cube ($0^{m3},764$), soit 9 fr. 80 par mètre cube.

Enfin, on fabrique encore une sorte de mortier composé d'un mélange de sable de laitier avec 10 pour 100 environ de chaux éteinte ordinaire ; ce produit peut se vendre au prix extrêmement réduit de 4 sh. (5 fr.) par tonne.

Comme il arrive toujours, en pareil cas, tous ces nouveaux produits n'ont été acceptés au début qu'avec les plus grandes difficultés ; mais aujourd'hui les architectes et les entrepreneurs, convaincus de leurs qualités sous le rapport de la résistance et du bon marché, les admettent avec facilité dans leurs travaux.

Voici maintenant la description sommaire de la machine à mouler les briques qu'a imaginée M. Wood, et dont on se sert à l'usine dont il vient d'être question :

Disons de suite que la pression, qui doit être très-énergique, est obtenue au moyen

---

(1) En se rappelant avec quelle facilité nos voisins s'approprient les procédés étrangers, il est permis de se demander comment l'usine, dont parle l'auteur, n'emploie pas le moyen dont on se sert, près de Marseille, pour faire du sable avec le laitier de haut fourneau, en vue également de la fabrication des briques à froid. Là, au lieu de broyer le laitier dans une machine, on a soin de l'*étonner* dans l'eau à la sortie du haut fourneau, opération qui lui donne un état moléculaire analogue à celui bien connu des *larmes bataviques*, et qui lui permet d'être facilement réduit en poudre. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de deux cames en acier fondu, fixées sur un axe en acier forgé de 7,5 pouces (0m,185) de diamètre, lequel tourne dans des coussinets supportés par de solides bâtis et reçoit, par l'intermédiaire d'engrenages, le mouvement de l'arbre moteur qui porte le volant. Ces cames agissent, au moyen de galets, sur des cylindres presseurs actionnant les moules à briques, et dont l'action est réglée à volonté par des leviers à contre-poids. Les moules, au nombre de douze, sont groupés par paires sur une table circulaire, qui reçoit un mouvement giratoire intermittent. Les choses sont disposées de telle sorte que, durant l'intervalle où la table est en repos, quatre briques sont moulées à la fois, en même temps que quatre autres moules sont remplis, et que les quatre derniers laissent sortir les briques moulées pendant la rotation précédente de l'axe des cames.

Les moules ont des plaques en acier de 3/16 de pouce (0m,0045) d'épaisseur, pouvant être changées à volonté ; ils sont alimentés par le sable de laitier et la chaux, au sortir de deux malaxeurs contenant chacun six couteaux destinés à opérer intimement le mélange de ces matières. Le mouvement giratoire de la table est produit par un rochet, mis en action par un système de came et de levier.

Les malaxeurs reçoivent les matières d'un appareil mesureur, installé à l'étage au-dessus, et où arrivent par un monte-charge d'une part le sable de laitier, et de l'autre la chaux séléniteuse préparée au préalable dans l'usine même.

Au sortir des moules, les briques sont placées dans des hangars où elles restent cinq ou six jours, au bout desquels on les empile au dehors pour les laisser durcir.

Chaque machine à briques peut fournir 10 000 briques environ par jour; depuis le moment où la fabrication a pris une allure tout à fait pratique, on en a vendu plus de 4 000 000 et on a travaillé près de 10 000 tonnes de laitier.

M. Henry Hobson, ingénieur aux forges de Moss Bay, dans le Cumberland, fabrique également des briques avec le sable de laitier, mais il n'y fait aucune addition de chaux. Le laitier provenant d'une forge Bessemer, où l'on traite du minerai d'hématite, est d'abord concassé en petits morceaux, puis il passe dans une série de meules qui le réduisent en poudre excessivement fine ; enfin cette poudre est bien humectée et soumise ainsi à une forte pression dans une machine à briques. Les produits obtenus semblent de bonne qualité, mais ils sont très-lourds, et le broyage de la matière revient à un prix assez élevé, outre qu'il entraîne une usure très-rapide des meules. L'auteur explique que, si M. Hobson parvient à mouler ainsi son laitier sans l'addition de quelque matière agglutinante, ce qui ne pourrait réussir avec un laitier quelconque, c'est que celui dont il se sert renferme une forte proportion de chaux, et qu'il s'y forme probablement un composé hydraté de silicate de chaux et d'alumine, capable sous l'action de la presse d'empâter toute la masse à la manière d'un ciment de Portland. Mais, ici, la chaux ne pouvant être dosée exactement, comme on le fait lorsqu'on l'ajoute séparément, il peut arriver qu'elle soit en excès, auquel cas les briques ne résistent pas longtemps à l'exposition à l'air et finissent par s'effritter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Woodward, reprenant, en le perfectionnant, un ancien procédé, fabrique des dés pour trottoirs, cours, etc., qui ont un certain succès. Tous les laitiers ne sont pas bons pour cet usage ; aussi arrive-t-il quelquefois que la fabrication est interrompue, parce que le haut fourneau, où M. Woodward s'approvisionne, change la nature de ses produits. Les dés se font de la manière suivante :

Une table circulaire, pouvant tourner sur elle-même et portant un certain nombre de moules à fonds mobiles disposés à sa périphérie, vient présenter successivement chacun de ces moules au jet de laitier liquide sortant du haut fourneau. Au fur et à mesure que les moules se remplissent et que le laitier se fige, on fait tourner la table, on tape sur un verrou qui ferme le fond mobile des moules, et les dés tombent successivement. On les porte aussitôt dans un four à recuire, dont la température est élevée presque jusqu'au rouge blanc et où on les laisse refroidir. Ces produits reviennent à un prix assez élevé ; ils sont très-résistants, ont un bel aspect, mais ils ont parfois l'inconvénient de se fendre, surtout en hiver.

Sous le nom de *Britten's patent glass company,* une société s'est formée qui, dans une usine récemment construite à Finedon, dans le Northamptonshire, se propose d'exploiter le procédé breveté de M. Bashley Britten pour la conversion du laitier en verre à bouteilles. Ce procédé a été l'objet d'expériences nombreuses ayant donné d'excellents résultats, dont l'*Iron and steel Institute* a pu juger dans la session tenue à Leeds en 1876. Il consiste à cueillir le laitier liquide avec une poche à sa sortie du haut fourneau et à le verser dans un four Siemens, en y ajoutant du carbonate de soude et de la silice en proportions variant avec la qualité du verre à obtenir.

Enfin, on ne saurait omettre de parler d'un dernier produit obtenu avec le laitier, et auquel on donne le nom de *Slag wool* (laine de laitier) ou de *silicate cotton* (coton de verre). Ce curieux produit n'est pas chose entièrement nouvelle ; il y a un certain nombre d'années que M. Edward Parry en avait fabriqué dans le pays de Galles, mais il avait dû y renoncer en raison des inconvénients que cette fabrication présentait pour la santé des ouvriers. Grâce à des perfectionnements spéciaux apportés au procédé, ces inconvénients ont aujourd'hui disparu, comme on peut s'en rendre compte à l'usine de Tees Iron Works. Ce procédé consiste à diriger un jet de vapeur sur le laitier liquide, à mesure qu'il coule dans les chariots chargés de le recevoir. En frappant le laitier, la vapeur détermine la formation de globules de verre qui sont projetés à terre, et qui nécessairement en tombant, entraînent avec eux une queue de verre filé très-mince. Ce sont ces queues dont la finesse et la flexibilité sont très-grandes, qui constituent ce qu'on appelle le coton de verre, et dont on se sert pour faire des espèces de matelas, destinés à envelopper les chaudières et les conduits de vapeur. On conçoit que ce genre d'enveloppe puisse avoir des qualités, puisqu'il est fait avec une matière non conductrice et complétement incombustible.

(*Journal of the Society of arts.*) (M).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ASSAINISSEMENT.

ÉTAT DE LA QUESTION DES EAUX D'ÉGOUT EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER, PAR M. ALFRED DURAND-CLAYE, INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES (1).

France.

Paris. — 1° *En ce qui concerne la plaine de Gennevilliers,* les travaux nécessaires pour compléter la force motrice des machines élevatoires et pour créer un réseau de conduites maîtresses de distribution, ont été exécutés en **1875** et, en partie, en **1876**.

L'usine élévatoire de Clichy comprend aujourd'hui 2 machines à vapeur avec pompes centrifuges de grand diamètre, l'une de la force de **150** chevaux, l'autre de la force de **250** chevaux. Elles fonctionnent alternativement et élèvent à la seconde de **500** à **1 000** litres. Leur service est complété par la dérivation qui, à travers la plaine de Saint-Ouen, amène par la seule action de la pesanteur les eaux de la partie nord-est de Paris; il a été ainsi monté, dans le cours de l'année **1876**, **10643419** mètres cubes.

Le réseau de conduites et rigoles maîtresses, qui n'était que de **5700** mètres en **1875**, atteignait **26400** mètres à la fin de **1876**. Il se compose en majeure partie de conduites en béton, coulées sur moule mobile; ces conduites sont soumises à une pression moyenne de **6** à **8** mètres et font une très-bonne distribution dans la plaine, tout en présentant une économie considérable sur les conduites en fonte et même en poterie.

La distribution des eaux d'égout a continué à se faire dans la plaine, sous la surveillance des cantonniers de l'Administration, mais toujours à la demande des cultivateurs, qui restaient libres de les prendre, ou de les refuser selon les besoins de leurs champs. La surface soumise ainsi aux irrigations a suivi une progression constamment croissante. Partie de **22** hectares en **1872**, elle était de **130** hectares environ en **1875**; au milieu de **1876**, elle atteignait **220** hectares et arrivait à **300** hectares au **1er** janvier **1877**. Le cube total d'eau d'égout monté dans la plaine ayant atteint, comme on l'a vu ci-dessus, **10643419** mètres cubes, et la surface arrosée ayant été en moyenne de **220** hectares, on arrive à un chiffre de consommation moyenne, par hectare et par an, de **48400** mètres cubes environ.

Les résultats agricoles ont continué à être satisfaisants. A mesure que les irrigations avancent dans la plaine, une transformation radicale s'opère dans les usages de la culture; les céréales disparaissent, tout en profitant transitoirement des colmatages d'hiver; elles sont remplacées par les légumes, les prairies artificielles, les plantes industrielles, les racines.

Les rendements à l'hectare ont atteint des chiffres élevés : **60000** à **120000** kilogr. en vert pour les luzernes, **100000** à **130000** kilogr. en vert pour les prairies, **100000** kilogr. pour les betteraves à bestiaux, **90000** kilogr. pour les choux, **50000** à **100000** kilogr. pour les carottes, **250** à **300** hectolitres de pommes de terre, **60000** têtes d'artichauts, **75000** kilogr. d'absinthe, **40000** kilogr. de menthe, etc. Le prix de location de l'hectare est resté de **90** à **120** fr. dans les parties non irriguées; il a atteint **300** à **500** fr. dans les parties irriguées. Le quart des terrains irrigués est transformé en véritables jardins, où les produits les plus variés sont cultivés côte à côte et donnent un grand nombre de récoltes, vendues facilement aux marchés voisins ou aux halles.

(1) Extrait d'un Rapport lu, en 1877, à la section du génie rural de la Société des agriculteurs de France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° *En ce qui concerne le développement administratif de la question*, un avant-projet d'un nouveau canal d'irrigation, avec branches secondaires, entre Clichy et la partie nord-est de la forêt de Saint-Germain, a été rédigé par les ingénieurs du service et soumis au conseil municipal de Paris. Cet avant-projet comprend une ligne principale de 16 000 mètres environ de longueur, partant de l'usine actuelle de Clichy et aboutissant aux tirés et aux terrains défrichés de la forêt. Elle serait formée d'une conduite fermée, de 2 mètres de diamètre. Elle enverrait six conduites secondaires vers Gennevilliers (*réseau actuel*), Nanterre, Argenteuil, Bezons, Sartrouville, Achères. Le périmètre arrosable serait de 6 654 hectares, dont 1 423 de terrains domaniaux. Le conseil municipal a pris cet avant-projet en considération par un vote en date du 2 mars 1876. En vertu de ce vote, l'avant-projet en question a été soumis aux enquêtes prescrites par la loi du 3 mai 1841, dans les départements de la Seine et de Seine-et-Oise. Sur l'invitation de la commission de la Seine, l'administration de la ville de Paris a fait publier tous les documents relatifs à l'enquête. La commission d'enquête du département de la Seine, a produit un travail de la plus haute valeur scientifique et administrative. Son rapporteur, M. Schlœsing, a rédigé un véritable traité sur la question, et a appuyé l'avis favorable de la commission sur des considérations et des expériences dont la valeur est incontestable, émanant d'une telle autorité scientifique. Dans le département de Seine-et-Oise, une assez vive opposition s'est manifestée, appuyée sur des préventions instinctives qui accompagnent partout la question des eaux d'égout. La commission d'enquête de ce département a, du reste, conclu, de son côté, à l'établissement d'une conduite fermée faisant un service d'irrigation en route, mais pouvant dépasser les grèves de la forêt de Saint-Germain et ayant comme objectif la mer.

Villes diverses.— La ville de Reims a continué à se préoccuper vivement de l'insalubrité qu'amène dans sa banlieue le déversement de ses eaux d'égout à la Vesle. Un travail considérable a été produit par M. Duchateaux et a résumé avec une clarté remarquable les faits acquis tant à Reims même qu'à Paris et à l'étranger. La conclusion présentée par M. Duchateaux, au nom d'une commission spéciale, était l'irrigation sur les terrains calcaires fendillés des environs de Reims. Tout récemment une commission ministérielle a examiné la question : elle est arrivée, par l'organe de son rapporteur, M. Léon Durand-Claye, ingénieur en chef des ponts et chaussées, à la même conclusion.

Étranger.

Angleterre. — Les grandes villes continuent à déverser dans les cours d'eau leurs eaux d'égout, leur *sewage*, en l'éloignant, autant que possible, des centres d'habitation. C'est ainsi qu'à Londres 400 000 mètres cubes d'eau infecte continuent à tomber dans la Tamise à Barking et à Crossness : aucune suite n'a été donnée aux projets et aux travaux de la *Metropolis sewage and Essex reclamation Company*, qui devait mener les eaux d'égout jusqu'aux plages de la mer du Nord en pratiquant en route l'irrigation.

Les villes d'importance moyenne poursuivent, au contraire, avec persévérance l'assainissement de leurs cours d'eau. Dans un grand nombre de cas, des procès leur sont faits par des riverains et c'est par autorité de justice qu'est entreprise la purification du *sewage*. La situation des villes anglaises, à ce point de vue, avait été présentée en 1873, dans une statistique établie par ordre de la Chambre des Communes. Au mois de mars 1876, une nouvelle statistique a été dressée par ordre de la Chambre des lords. Elle a donné les résultats suivants : Sur 462 villes de plus de 5 000 habitants, 341 continuent à jeter leurs eaux d'égout dans les rivières ; 121 les soumettent à un traitement régulier ; 64 ont adopté, comme moyen d'épuration, l'irrigation (c'est 20 de plus qu'en 1873) ; 18 emploient les procédés chimiques, soit 12 de moins qu'en 1873 ; 39 en sont encore à de simples procédés de filtration en dépôt mécanique, soit 15 de moins qu'en 1873.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi l'irrigation, le seul procédé d'assainissement vraiment efficace, va en se développant sans cesse. La clarification chimique ou mécanique perd du terrain.

Allemagne. — En Allemagne, la ville de Berlin, après avoir arrêté son plan de canalisation intérieure, lequel comporte des machines élévatoires de la force totale de 1 800 chevaux, se préoccupe de se débarrasser de ses eaux d'égout, dans lesquelles, suivant la méthode anglaise, se trouvent mélangées les matières de vidange. La municipalité a adopté l'irrigation, laquelle devra s'étendre sur deux vastes domaines acquis par la ville, d'une superficie totale de 1 560 hectares. Après plusieurs années d'essai sur un petit champ de 3 à 4 hectares, les travaux ont été entrepris sur le domaine sud, et le service a commencé de ce côté depuis un an environ.

A Dantzig, sous la direction de l'ingénieur anglais, M. Baldwin Latham, 800 hectares de dunes maritimes doivent être soumis à l'irrigation. Les résultats, déjà obtenus sur une partie de ce vaste périmètre, ont merité à la ville de Dantzig une récompense exceptionnelle à l'Exposition sanitaire de Bruxelles.

L'association allemande de salubrité publique a réuni à Dusseldorf, du 21 juin au 1er juillet 1876, les médecins hygiénistes et les ingénieurs municipaux d'une grande partie de l'Allemagne. L'irrigation à l'aide des eaux d'égout a été vivement recommandée comme moyen d'assainissement.

Belgique. — Des études ont été faites pour appliquer l'irrigation aux eaux d'égout de Bruxelles sur 4 000 hectares, situés sur les plateaux de Loo et Penthy. Le conseil communal ayant alloué pour les études et travaux d'essai une somme de 500 000 fr., la municipalité s'est décidée à faire une première application à une qnarantaine d'hectares et a obtenu, en novembre 1876, l'arrêté d'expropriation nécessaire.

Italie. — Le pays où se pratiquent depuis si longtemps les irrigations des marcites avec les eaux noires sorties de la ville de Milan, ne pouvait songer qu'à appliquer cette même solution à ses autres cités. Une circulaire du ministre de l'agriculture, en date du 2 octobre 1874, a été rédigée dans ce sens. La ville de Florence, sur l'initiative de son syndic, M. Peruzzi, a commencé une application du système sur des terrains voisins de la promenade des Cascines. La superficie irriguée, à titre d'essai, a d'abord été de 3 hectares; elle était de 8 hectares en septembre 1876 et va bientot atteindre 15 hectares. Les produits luxuriants obtenus font bien augurer de la réussite de l'opération.

Suisse. — La ville de Zurich a fait étudier par son ingénieur, M. Burgli-Ziégler, un projet d'application de ses eaux d'égout à 100 hectares de prairies situées à la porte de la ville, aux environs de la gare du chemin de fer.

Autriche-Hongrie. — A Vienne, les eaux vannes et ménagères continuent à infecter la Wien et le canal du Danube. On commence cependant à se préoccuper du remède à apporter à la situation. La magnifique distribution d'eau, dont vient d'être dotée la ville, trouvera ainsi un complément indispensable.

A Pesth, l'assainissement de la ville a fait l'objet de nombreuses études. M. Durand-Claye, concurremment avec M. Mille, inspecteur général des ponts et chaussées, a été appelé à présenter un projet à la municipalité. Dans ce projet est compris l'irrigation par les eaux d'égout des vastes plaines poussiéreuses et stériles qui s'étendent du côté du bras de Soroksar (Danube).

Espagne. — A Madrid, les eaux d'égout sont partiellement utilisées, sans concession ni réglementation officielle, par les maraîchers de la banlieue.

États-Unis. — Enfin, en Amérique, la ville de Boston a fait une enquête complète sur la question d'assainissement et a fixé son attention sur l'application possible des eaux d'égout à la culture.

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.

CONSEIL D'ADMINISTRATION.

LISTE DES MEMBRES TITULAIRES ET DES MEMBRES HONORAIRES, ARRÊTÉE DANS LA SÉANCE DES ÉLECTIONS DU 14 DÉCEMBRE 1877.

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, 69.

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.) (O. ✱), de l'Académie des sciences, administrateur des monnaies et médailles, quai Conti, 11.

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

Trésorier.

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

Censeurs.

1866. — LEGENTIL (A. L.) (✱), membre du Comité consultatif des arts et manufactures, rue de Paradis-Poissonnière, 51.

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.

1867. — DEVINCK (G. O. ✱), manufacturier, ancien président du Tribunal de commerce, rue Saint-Honoré, 175.

1867. — CALON (Paul) (✱), consul de Danemark, rue d'Hauteville, 53.

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

1850. — DUMÉRY (C. J.), ingénieur-mécanicien, boulevard Voltaire, 72.

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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.

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.

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.) (O. ✻), 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. — Lamy (A.) (✻), professeur à l'École centrale des arts et manufactures, boulevard Saint-Michel, 77.

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.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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.

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.

1828. — HUZARD (O. ✻), de la Société centrale d'agriculture de France, de l'Académie de médecine et du Conseil de salubrité, membre perpétuel, rue de l'Éperon, 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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) (O. ✱), 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.

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

1866. — TISSERAND (Eug.) (O. ✱), 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.) (O. ✱), directeur au Ministère de l'agriculture et du commerce, boulevard Saint-Germain, 266.

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

1876. — PASTEUR (L.) (C. ✱), 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. — BARRE (A.) (✱), graveur général des monnaies, quai Conti, 11, membre perpétuel.

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.) (✱), 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, sculpteur statuaire, rue de Morny, 73.

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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.).
1858. — Rondot (Natalis) (O. ✻), délégué de la Chambre de commerce de Lyon, boulevard Magenta, 76.
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.
1864. — Blanchet (✻), ancien élève de l'École polytechnique, rue d'Hauteville, 26.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMISSION DES FONDS.

RAPPORT *fait par M. le vicomte de* GROUCHY, *au nom de la Commission des fonds, sur la* DEMANDE ADRESSÉE A LA SOCIÉTÉ *de participer à la souscription ouverte en faveur de* M. BARKER, *inventeur du levier pneumatique.*

Messieurs, parmi les hommes que la Providence a doués d'un esprit inventif et qui ont le plus contribué aux progrès de l'industrie, on compterait aisément ceux auxquels il a été donné de recueillir le fruit de leurs travaux et d'arriver à la fortune. Trop souvent les inventions les plus remarquables ont laissé leurs auteurs dans le dénûment, pour enrichir des industriels plus heureux, qui se sont trouvés en mesure d'en poursuivre l'application usuelle. C'est ainsi que journellement vous êtes appelés à venir en aide à des inventeurs hors d'état soit de faire entrer leurs découvertes dans la pratique, soit même de subvenir aux frais des brevets qui doivent leur en garantir la propriété, ou bien qui se trouvent sans moyens d'existence au terme d'une carrière laborieusement et utilement remplie.

C'est également dans ces conditions que la Société a été saisie d'une demande de secours en faveur de M. Charles Barker, l'auteur du levier pneumatique, un des perfectionnements les plus ingénieux et les plus féconds apportés à la construction des orgues. M. Barker, anglais d'origine, a résidé plus de trente ans dans notre pays. Il y avait apporté son invention, dont ses compatriotes avaient méconnu l'importance ; et c'est en France qu'elle reçut son application et son développement complet. Mais en 1870, après des revers immérités, après une lutte infructueuse contre la mauvaise fortune, il s'est retiré à Londres. Affaibli par l'âge et les privations, il n'a pu s'y créer des ressources, et aujourd'hui il s'y trouve dans un état voisin de la misère. Une souscription a été ouverte dans le but de lui assurer une rente viagère : malheureusement elle n'a produit qu'une somme insuffisante de 5 ou 6 000 francs, malgré les efforts du comité chargé de l'organiser. Ce sont les membres de ce comité qui, de concert avec M. Cavaillé-Coll, ont fait parvenir la demande de secours à notre honorable Président et elle a été renvoyée, par lui, au Comité des arts économiques et à la Commission des fonds.

Il appartenait au comité des arts économiques de vous faire connaître techniquement l'importance du levier pneumatique, le perfectionnement qu'il a imprimé à la facture des orgues et le parti qu'en a tiré notre industrie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le remarquable rapport de son organe, M. Lissajous, ne vous laissera rien à désirer à cet égard. La Commission des fonds n'avait donc à s'occuper que de l'opportunité du secours et des moyens d'y pourvoir.

Sur le premier point, elle a été unanime à reconnaître, avec le comité des arts économiques, que M. Barker avait des titres incontestables à la sollicitude de la Société. Mais dans les conditions où son budget est établi et devant le mode de recouvrement de ses recettes, elle n'a pas jugé qu'il y eût lieu de verser à la souscription un capital une fois payé : la somme qu'il serait possible d'y affecter ajouterait trop peu au chiffre de la pension viagère que le comité de Londres se propose de constituer. Il lui a paru plus convenable, et elle a l'honneur de vous proposer d'accorder à M. Barker un secours annuel de 100 francs.

Le montant en sera imputé sur la première partie du legs Bapst.

Signé : Vicomte De Grouchy, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 8 *juin* 1877.

ORGUES.

Rapport *fait par* M. Lissajous, *au nom du comité des arts économiques, sur la* demande de secours *adressée en faveur de* M. Ch. S. Barker *inventeur du levier pneumatique.*

Messieurs, un homme dont le nom restera attaché à l'un des progrès les plus importants de la facture de l'orgue, M. Barker, est en ce moment à Londres, dans une misère profonde. Un comité s'est organisé dans sa patrie pour constituer à son profit une rente viagère.

Malgré ses efforts, ce comité n'a pu réunir que 5 à 6 000 francs, somme manifestement insuffisante pour atteindre le but qu'il s'est proposé.

Ce comité s'est donc adressé à notre honorable président pour obtenir, par son intermédiaire, que la Société d'encouragement apportât à cette œuvre une part que les services de M. Barker justifient pleinement.

Le comité des arts économiques et la Commission des fonds ont été chargés chacun en ce qui le concerne, d'examiner cette affaire, et c'est au nom du comité des arts économiques que j'ai l'honneur de vous soumettre le présent Rapport.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Barker, Messieurs, est anglais, mais la majeure partie de sa vie s'est écoulée en France. Il y a apporté, vers 1839, son admirable invention du levier pneumatique, dont ses compatriotes n'avaient pas apprécié l'importance. La première application de cet appareil a été faite à l'orgue de Saint-Denis par M. Cavaillé-Coll, et je ne puis mieux justifier l'importance et l'utilité de cette invention, qu'en vous rappelant que M. Barker en a été récompensé par la décoration de la Légion d'honneur à l'Exposition universelle de 1855.

Pour mieux faire comprendre tout le prix qui s'attache à l'invention de de M. Barker, je suis dans l'obligation de vous rappeler les principes généraux de la construction des orgues. Je le ferai très-sommairement, d'ailleurs, n'ayant d'autre but que de vous convaincre de l'étendue du service rendu à la facture française et étrangère par cet intéressant et modeste inventeur.

Un orgue réduit à sa plus simple expression se compose : d'un soufflet, d'un clavier et d'un sommier sur lequel sont posés des tuyaux accordés suivant la série chromatique des notes en nombre égal au nombre des touches du clavier. Le sommier est une caisse creuse, où afflue le vent de la soufflerie; sous chaque tuyau est une soupape, fermée par un ressort et rattachée par un organe de traction à la touche correspondante.

Le soufflet est mû par une pédale placée à portée du pied de l'exécutant; celui-ci peut donc alimenter d'une façon permanente le sommier au moyen de la soufflerie, et faire parler les tuyaux selon les exigences de l'exécution musicale, en promenant les doigts sur le clavier.

L'instrument que nous venons de décrire constitue l'orgue à un seul jeu.

Mais, dans les orgues d'église, on multiplie les jeux et les claviers pour varier les effets et accroître la puissance de l'instrument. Les orgues les plus complètes ont près de cent jeux, cinq claviers distincts, et en plus un clavier de pédales que l'organiste touche avec les pieds.

La soufflerie est alors accrue dans une proportion considérable, et exige pour fonctionner la force de plusieurs manœuvres.

Quant aux jeux, c'est-à-dire aux séries chromatiques de tuyaux que l'on doit pouvoir faire parler successivement ou simultanément, ils sont répartis sur autant de systèmes de sommiers qu'il y a de claviers; et pour permettre à l'organiste d'employer à volonté l'un quelconque des jeux d'un des claviers ou l'une quelconque des combinaisons possibles de ces jeux, on dispose les sommiers de telle sorte qu'on puisse, à l'aide de registres mobiles, intercepter ou établir l'accès de l'air comprimé dans toute la série de tuyaux constituant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un seul et même jeu. Les tuyaux des différents jeux qui corespondent à la même touche peuvent parler, d'ailleurs, pendant que cette touche est abaissée et ouvre la soupape qui permet l'accès de l'air dans ces tuyaux toutes les fois que les registres corespondants, sur lesquels l'organiste peut agir par des tiges placées à sa portée, sont ouverts.

Non-seulement les claviers peuvent-être attaqués séparément, mais, à l'aide d'un mécanisme particulier, on peut les rendre solidaires les uns des autres, de façon qu'en appuyant sur les touches de l'un d'eux, on abaisse en même temps les touches corespondantes de tous les autres.

Si d'ailleurs, en tirant tous les registres, on a donné à l'air un libre accès dans tous les jeux, on peut avoir jusqu'à cent tuyaux parlant sur la même touche ; et si les doigts de l'organiste sont employés à un seul et même accord, l'air fera vibrer simultanément mille tuyaux. Cet exposé sommaire fait comprendre à quel degré peut atteindre la sonorité d'un grand orgue.

Malheureusement, cette sonorité ne peut être obtenue que par par une dépense correspondante de travail mécanique, et comme les forces physiques de l'homme ont une limite, il a fallu, jusqu'à l'invention de M. Barker, ne pas dépasser dans la sonorité de l'orgue la puissance imposée par l'effet maximum que l'on peut exiger des doigts de l'organiste.

Permettez-moi d'insister sur ce point. Chaque tuyau exige, pour donner sa sonorité la plus puissante et la meilleure, une quantité suffisante d'air comprimé à un degré convenable. Si la même soupape sert à rendre possible l'accès de l'air dans un certain nombre de tuyaux, l'ouverture qu'elle dégage doit avoir nécessairement une section en rapport avec la quantité d'air que dépensent tous ces tuyaux réunis. La soupape doit avoir également une surface d'autant plus étendue que l'ouverture est plus grande, et enfin l'effort qu'il faudra vaincre pour ouvrir la soupape est évidemment proportionnel à sa surface et à la pression qu'elle supporte.

La nécessité d'éviter sur les claviers une dureté que l'organiste n'aurait pu vaincre qu'avec une fatigue extrême avait fait, dans les anciennes orgues, limiter tout à la fois la pression du vent et la dimension des soupapes. Aussi les jeux manquaient-ils de force, et, ce qui était plus grave, ne conservaient-ils pas leur intonation exacte quand on les jouaient tous ensemble.

Telle etait la situation de la facture des orgues, quand M. Barker importa en France la machine à laquelle on a donné improprement le nom de levier pneumatique, car ce n'est pas un levier, mais un moteur.

Il est facile de se faire sans figure une idée de cet appareil. Chaque touche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du clavier, au lieu d'agir sur la soupape destinée à alimenter les tuyaux, agit sur une soupape très-petite qui sert à introduire le vent de la soufflerie dans un petit soufflet. Ce soufflet se gonfle immédiatement, et, par l'intermédiaire d'un organe de traction attaché à sa table mobile, ouvre la soupape du sommier; dès que la touche abandonnée par le doigt de l'organiste se relève, une soupape de décharge s'ouvre sous l'action de la touche, et le petit soufflet moteur se vide, prêt à recommencer son travail utile dès que la touche sera de nouveau abaissée.

On comprend que, par ce mécanisme ingénieux, le travail de l'organiste est réduit dans une proportion considérable. Son doigt n'a, en effet, d'autre résistance à vaincre que celle de la pression du vent sur une soupape de dimension infiniment petite, et l'effort nécessaire pour ouvrir la soupape du sommier est entièrement emprunté à la soufflerie de l'orgue dont, l'alimentation est confiée aux forces de plusieurs manœuvres.

Je n'insiste pas sur les dispositions ingénieuses dues en grande partie à M. Cavaillé-Coll, qui ont permis de faire des cinquante-quatre soufflets correspondant aux cinquante-quatre touches du clavier un système habilement groupé que l'on place à l'endroit le plus convenable de l'orgue.

Ce qui domine ces détails de facture, c'est le principe fondamental de l'appareil Barker empruntant à des bras inintelligents le travail nécessaire pour mouvoir les soupapes de l'orgue, et laissant à l'artiste le soin unique de commander en quelque sorte ce mouvement par une sorte de détente, dont la manœuvre n'exige qu'un effort insignifiant. Notre regretté collègue, M. le baron Séguier, aimait, en parlant de la machine Barker, à comparer cette combinaison mécanique à celle que présente une arme à feu, où la pression très-faible du doigt sur la détente détermine le développement immédiat d'une force considérable de projection et d'un énorme travail mécanique.

Depuis l'introduction de la machine Barker dans l'orgue, les claviers sont devenus plus faciles à jouer que les meilleurs claviers de pianos. Au début, plus d'un partisan des anciens errements (*laudator temporis acti*) s'en est plaint. Réforme dangereuse, disait-on, le jeu de l'orgue perdra de sa gravité, l'organiste entraîné par la légèreté du clavier, glissera malgré lui sur la pente de la musique facile et brillante, et répudiera la tradition sévère des grands maîtres. Le style et les œuvres de nos grands organistes modernes ont répondu à cette objection. Mais ce qu'ils ont surtout apprécié, c'est la variété des effets que l'introduction du mécanisme Barker dans l'orgue a permis de réaliser.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Et en effet, aujourd'hui, dans la facture, on n'a plus à compter avec la force motrice; là où il n'y avait que deux souffleurs on en mettra, s'il le faut, le double, et alors il ne sera plus nécessaire d'éviter les perfectionnements qui ne peuvent être réalisés qu'avec l'introduction forcée de résistances passives, les modifications dans la répartition du vent ou dans la pression, qui détermineront un accroissement de résistance dans les soupapes d'alimentation des tuyaux. Toutes ces résistances seront vaincues sans difficulté, et l'artiste n'aura pas à s'en plaindre, puisque ce n'est pas à lui que l'on demande l'effort nécessaire pour en triompher.

La Société d'encouragement connaît les nombreux perfectionnements introduits par M. Cavaillé-Coll dans la facture de l'orgue; elle les a même sanctionnés deux fois par sa plus haute récompense; néanmoins, il nous est permis de dire que, sans l'invention de M. Barker, M. Cavaillé-Coll eût été plus d'une fois entravé dans la réalisation de ses idées les plus heureuses.

Ce n'est pas, en effet, sans raison qu'il a usé largement du levier pneumatique dans ses instruments. N'a-t-il pas, à l'orgue de Saint-Sulpice, étagé l'un sur l'autre deux systèmes de machines Barker, de façon à employer en quelque sorte le principe Barker à la deuxième puissance? N'a-t-il pas utilisé ce même principe, au moyen d'une disposition toute nouvelle, dans des moteurs pneumatiques à double effet destinés à épargner à l'organiste la fatigue du tirage des nombreux registres de cet instrument, et à réduire à de petits boutons se mouvant de quelques millimètres seulement les organes qui déterminent, malgré d'énormes frottements, l'ouverture et la fermeture des registres?

C'est ainsi qu'une invention qui est un trait de génie peut recevoir ultérieurement, entre des mains autres que celle de son premier auteur, des applications fécondes et des développements inattendus.

Ce premier auteur a des droits imprescriptibles à la reconnaissance de ceux qui se sont engagés dans la voie ouverte par lui. M. Cavaillé-Coll n'hésite pas à le reconnaître, et je n'en veux pour preuve que les deux faits suivants, qui honorent et M. Barker et M. Cavaillé-Coll.

C'est M. Cavaillé-Coll qui, à la distribution des récompenses, en 1855, attachait sur la poitrine de M. Barker la décoration que le chef de l'Etat venait de lui remettre; et maintenant c'est encore M. Cavaillé qui vient implorer la bienveillance de la Société d'encouragement en faveur de l'inventeur du levier pneumatique.

Permettez-moi d'ajouter, Messieurs, que M. Barker a également attaché son nom à une tentative sérieuse d'application de l'électricité dynamique au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mécanisme de l'orgue, et c'est encore le levier pneumatique qui a rendu cette application possible.

Ce serait en effet mal comprendre l'usage de l'électricité, que de s'en servir comme force motrice pour manœuvrer les soupapes d'alimentation comme un facteur. M. Stein l'avait essayé il y a plus de vingt ans. Mais si l'on se sert du vent de la soufflerie pour faire mouvoir les petits soufflets Barker placés immédiatement sous les sommiers, et si ensuite on emprunte à des électro-aimants la force nécessaire pour ouvrir seulement les petites soupapes du levier pneumatique, on rentre alors dans les conditions d'un application vraiment économique de l'électricité.

C'est ce qu'a fait M. Barker à l'orgue de Saint-Augustin avec un succès qui, sans être complet, n'en n'est pas moins méritoire. Dans cet instrument les touches du clavier établissent, lorsqu'elles sont abaissées, le passage du courant dans des fils communiquant avec les électro-aimants placés sur les sommiers, et font mouvoir, par l'action de ces électro-aimants, les soupapes qui introduisent l'air dans les soufflets Barker.

Ce qu'il y a de remarquable dans ce système, c'est que les fils transmettant les courants peuvent suivre un trajet quelconque, et notamment être groupés en faisceau le long des charpentes qui soutiennent les sommiers.

La région inférieure de l'orgue se trouve ainsi dégagée de tout ce mécanisme encombrant, formé de minces lamelles de bois, où l'incendie peut se propager avec une rapidité foudroyante. L'orgue de Saint-Eustache en a offert, à une certaine époque, un exemple malheureusement trop démonstratif.

Néanmoins il y a, dans cette partie des services rendus à la facture par M. Barker, quelques desiderata. Sa part personnelle dans l'invention, quoique très-importante, n'est pas très-nettement limitée; des revendications se sont produites à cet égard; nous n'y insisterons pas. Nous devons reconnaître également que la production économique et la transmission régulière de l'électricité n'ont pas été complétement résolues.

Il y a néanmoins, dans cette œuvre, un mérite incontestable d'exécution; elle a nécessité des recherches longues, patientes et minutieuses, qui ont révélé chez M. Barker une grande tenacité et un esprit éminemment sagace et ingénieux.

Je n'allongerai pas beaucoup ce rapport en vous esquissant la vie de M. Barker. Occupé d'abord d'études médicales, il s'est livré tardivement à la facture des orgues. Son invention du levier pneumatique l'a amené en France et a déterminé son entrée dans l'ancienne maison Daublaine et Callinet, dont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il a dirigé les travaux à l'époque où M. Ducroquet en était le chef. C'est lui qui a terminé la première restauration de l'orgue de Saint-Sulpice, que Callinet avait commencée. Plus tard, quand la maison Ducroquet s'est fondue dans la maison Merklin et Schultz, M. Barker s'est établi facteur à son tour, et avec le concours de M. Verschneider il a construit divers instruments, et entre autres l'orgue de Saint-Augustin, à Paris, et celui de Saint-Pierre de Montrouge. Est venue la guerre de 1870; son associé est mort, et M. Barker s'est réfugié dans son pays, où, affaibli par l'âge et les privations, il n'a pu trouver de ressources.

En résumé, Messieurs, M. Charles Barker, quoique anglais, appartient à la France par un séjour de plus de trente ans parmi nous, par les nombreux instruments qui ont été construits et réparés sous sa direction. Il nous appartient plus encore par l'invention qui immortalisera son nom et qui, méconnue de ses compatriotes, a reçu dans notre pays sa première application et son complet développement pour la gloire et le profit de la facture française.

Ce sont des titres sérieux à la sympathie de la Société d'encouragement. Cette société ne se borne pas, en effet, à honorer les découvertes utiles; elle s'efforce également de venir en aide aux inventeurs malheureux. Il y a peu d'années, elle allait chercher en Angleterre, pour lui offrir une de ses plus hautes récompenses, un homme qui avait trouvé dans ses inventions la gloire et la fortune, l'illustre et regretté sir Ch. Wheatstone; elle ne s'honorera pas moins en allant porter secours, de l'autre côté du détroit, à Charles Barker, qui, après avoir donné à l'industrie française une source de richesse, est allé sur le sol natal terminer une carrière vouée à des travaux utiles, et dont la misère est le triste couronnement.

En secourant Charles Barker, notre Société affirmera une fois de plus le caractère de sa mission; et ce témoignage de sympathie donné à un homme si méritant, qui, s'il nous appartient par ses travaux, appartient par sa naissance à une nation amie, suscitera certainement chez ses compatriotes un plus grand empressement à lui venir en aide (1).

Signé : J. Lissajous, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 8 *juin* 1877.

---

(1) Le levier pneumatique de Barker, breveté en 1839, et appliqué pour la première fois au grand orgue de Saint-Denis inauguré en 1841, a été décrit plusieurs fois, avec planches, dans le *Bulletin*. (Voy. 2e série, t. I, 1854, p. 329, et t. XII, 1865, même série, p. 9.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par M. le colonel* PIERRE *au nom du Comité des arts mécaniques, sur une* MACHINE A ÉCRIRE *de* M. REMINGTON, *de New-York, 9, boulevard des Capucines, à Paris.*

M. John Norris, représentant à Paris, de la maison Remington de New-York, a présenté à la Société d'encouragement une machine qui a reçu le nom de *Type-Writer* (écrivain-typographe), et qui est destinée à remplacer la plume pour l'exécution des manuscrits.

M. Remington, constructeur de cette machine, est universellement connu par ses machines à coudre, et surtout par le fusil qui porte son nom.

L'ensemble du Type-Writer exige à peu près le même espace qu'une machine à coudre de grandeur ordinaire. L'appareil se compose essentiellement d'un rouleau sur lequel est fixé le papier qui doit recevoir l'écriture, et de 44 caractères d'imprimerie qui sont mis en mouvement et pressés contre le papier par le moyen de 44 touches analogues à celles d'un piano.

Les 44 caractères donnent les lettres, les chiffres, les accents et les signes de ponctuation. Sur chaque touche est inscrit le caractère dont elle doit déterminer l'impression. L'ordre alphabétique n'est pas suivi dans l'arrangement des lettres; celles dont l'emploi est fréquent sont groupées au milieu du clavier pour être plus à portée de la main.

Chaque caractère d'imprimerie est vissé sur un petit marteau métallique dont le manche est un levier relié par l'extrémité opposée à une bielle qui se rattache à la branche de la touche. Les 44 leviers prennent leur appui sur une couronne en fer autour de laquelle ils sont disposés suivant des plans diamétraux; la couronne, fixée au bâtis de la machine, est placée horizontalement au-dessus du plan formé par le dessus des branches des touches.

Si l'on appuie le doigt sur une touche, la branche de celle-ci, en s'abaissant, entraîne la bielle correspondante qui, en imprimant un mouvement de bascule au levier, amène brusquement le marteau et la lettre qu'il porte au centre de la couronne où ils rencontrent le papier.

Le rouleau autour duquel est enroulé le papier, est placé horizontalement au-dessus de la couronne de telle manière que son axe est dans un plan vertical passant par le centre de la couronne. La génératrice inférieure du rouleau détermine la ligne sur laquelle viendront s'imprimer les lettres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le chariot qui porte le rouleau est à son tour porté sur trois roulettes qui se meuvent sur deux rails. Un ressort le sollicite de droite à gauche ; un déclic, pris dans les dents d'une crémaillère, l'empêche d'obéir au ressort. Le déclic est soumis à l'action d'un système de bielles de renvoi dont fait partie une barre horizontale qui passe sous les branches des touches. Quand une de ces branches s'abaisse, elle abaisse en même temps la barre qui, par l'intermédiaire des bielles, dégage le déclic ; la crémaillère devenant libre, le chariot se met en mouvement ; mais aussitôt il est arrêté par un taquet qui vient se placer entre les deux dents de la crémaillère.

Le rouleau avance ainsi de la quantité correspondant à l'espacement de deux lettres consécutives. Si l'on veut obtenir un intervalle plus grand, on appuie sur une règle dite d'*espacement*, placée devant le clavier, et qui, au moyen de deux branches disposées comme celles des touches, agit de la même manière que celles-ci, sur la barre du déclic.

Quand le chariot est arrivé près de la fin de sa course, un timbre se fait entendre et en avertit l'écrivain. Si la fin du mot que l'on a commencé ne peut être reportée en tête de la ligne suivante, on a encore assez d'espace pour deux ou trois lettres avant d'atteindre l'extrême limite de la ligne.

Celle-ci étant terminée, l'opérateur abaisse un levier qui se trouve à droite de la caisse de l'appareil, et qui, à l'aide d'une cordelette, attire le chariot de gauche à droite, et le ramène dans sa position primitive. Dans le trajet, le rouleau subit un mouvement de rotation autour de son axe, et le papier, entraîné par lui, se déplace d'une quantité égale à l'intervalle de deux lignes. On peut augmenter à volonté cette quantité si l'on veut obtenir des interlignes plus considérables.

Afin de restreindre le nombre des touches, on n'en a pas affecté aux lettres pourvues d'accent, de tréma, de cédille ; ces signes ont leurs touches spéciales ; comme il faut, dans le cas où l'on s'en sert, que le rouleau reste en place pendant les deux opérations successives nécessaires l'une pour l'impression de la lettre, l'autre pour celle de son accent, on a rendu les branches des touches des accents indépendantes du système de bielles qui fait marcher le chariot ; en outre, le marteau qui porte le caractère vient frapper non plus au centre même de la couronne, mais un peu en avant, ou un peu en arrière, suivant qu'il imprime un accent ou une cédille. Il résulte de cette disposition que pour écrire une lettre accentuée, il faut d'abord appuyer sur la touche de l'accent, puis sur celle de la lettre.

Voici maintenant comment se produit l'encrage : deux bobines, dont les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

axes sont horizontaux et perpendiculaires à celui du rouleau, sont disposées à droite et à gauche de la machine ; sur ces bobines est enroulé un ruban d'une étoffe de coton, dite *satinette*, qui est imbibé d'une encre spéciale, et dont la longueur est de 6 à 8 mètres. Légèrement tendu, ce ruban passe à fleur de la génératrice inférieure du rouleau, et s'interpose ainsi entre les caractères et le papier qu'il suit dans sa marche en passant de la bobine de droite sur celle de gauche.

Quand la bobine de droite est vide, on y fait revenir le ruban au moyen d'un petit bouton tournant de gauche à droite, et l'on a soin pendant cette opération d'examiner le ruban afin de voir s'il y a lieu de le remplacer. Les rubans se vendent tout encrés. L'encre est de l'espèce dite *à copier ;* on peut prendre à la presse à copier deux ou trois empreintes de la page écrite.

Il existe en avant du chariot une règle graduée qui sert à prendre des points de repère pour les alignements des colonnes de chiffres, des alinéas, etc.

D'après de nombreuses expériences on a constaté les résultats suivants :

Une personne intelligente, qui s'est exercée pendant une semaine, peut imprimer 220 lettres dans une minute, soit environ 40 à 45 mots, tandis qu'un écrivain ordinaire ne trace en moyenne d'une manière lisible qu'une trentaine de mots. Une personne très-exercée arrive à imprimer plus de 300 lettres par minute, c'est-à-dire à peu près le double de ce que peut faire un calligraphe habile. L'économie pour les copies est donc considérable et incontestable.

On peut aussi avec du papier très-fin, obtenir à la fois jusqu'à 16 exemplaires d'une même lettre. Pour cela, on place une feuille de papier noirci entre deux feuilles de papier mince ; on forme huit systèmes pareils qu'on superpose et qu'on fixe ensemble contre le rouleau ; puis on écrit, après avoir enlevé le ruban d'encrage devenu inutile. En ayant soin d'appuyer fortement sur les touches, on arrive à un résultat satisfaisant. Toutes ces copies sont suffisamment lisibles.

L'impression au moyen du Type-Writer donne un texte plus net, plus lisible, plus condensé que l'écriture à la main ; il y a économie non seulement sur le temps et sur la main-d'œuvre, mais aussi sur la quantité et le poids du papier employé ; cette économie n'est pas à négliger, car il en résulte une économie notable sur les frais d'affranchissement des lettres.

N'oublions pas qu'il faut plusieurs années et une aptitude spéciale pour devenir un bon calligraphe, tandis qu'un mois suffit pour faire un opérateur habile de toute personne active et laborieuse. Il est donc désirable que l'u-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sage du Type-Writer devienne général en France comme il l'est déjà depuis plusieurs années dans les Etats-Unis d'Amérique et en Angleterre.

Enfin on peut dire que cette invention est un véritable bienfait et une grande ressource pour les aveugles qui arrivent promptement à s'en servir, comme l'ont déjà prouvé un grand nombre d'exemples en Angleterre et aux États-Unis.

Il existe des machines de deux formats : le plus grand coûte 700 fr.; le plus petit, d'un usage plus ordinaire coûte 550 fr. C'est sur ce dernier que nos expériences ont été faites.

Comme conclusions, le Comité des arts mécaniques propose d'adresser des remercîments à MM. Remington et Norris, pour la communication qu'ils ont faite à la Société d'encouragement, et d'insérer le présent rapport dans le Bulletin, avec les dessins et croquis nécessaires à l'intelligence du texte.

Signé : Colonel PIERRE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 11 mai 1877.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 71 REPRÉSENTANT LA MACHINE A ÉCRIRE DE M. REMINGTON.

La figure ci-après (1) représente une vue perspective de la machine, permettant d'en saisir l'ensemble. Quant aux différents organes, ils sont détaillés dans les figures de la planche 71.

Fig. 1. Section verticale de la machine par un plan transversal au clavier.

Fig. 2. Section longitudinale.

Fig. 3. Vue en dessus, moins certaines parties de l'enveloppe de la machine qu'on a enlevées pour laisser voir plusieurs organes.

Fig. 4. Détail correspondant à la figure 1.

Fig. 5. Élévation longitudinale partielle de la machine vue de dos.

Dans cette légende, nous allons suivre, autant que possible, la description donnée dans le rapport.

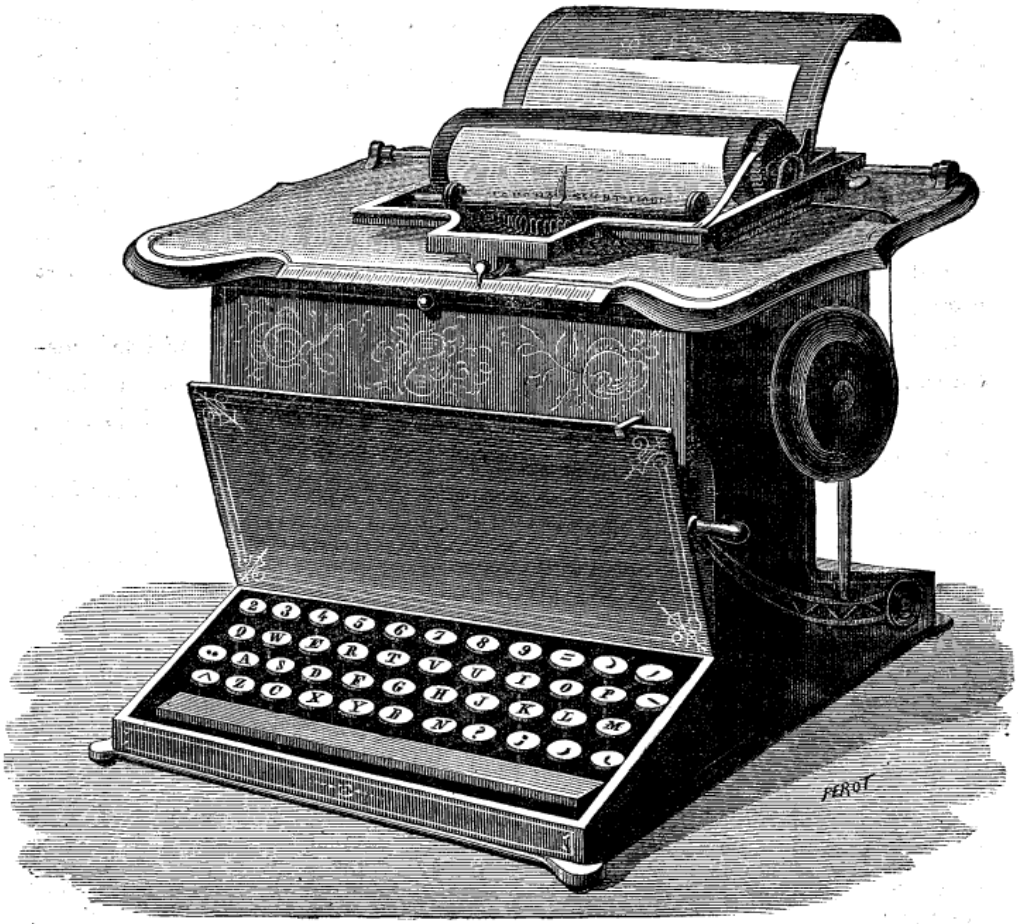
A, rouleau principal, portant le papier destiné à recevoir l'impression des caractères; le papier se place comme l'indique, fig. 1, la ligne fortement ponctuée $x\,x$. Ce rouleau peut accomplir deux mouvements : l'un de rotation sur son axe et l'autre de translation horizontale de droite à gauche, et réciproquement.

---

(1) Cette figure est empruntée au journal *la Nature* qui a bien voulu nous autoriser à la reproduire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B, appui en tôle placé derrière le rouleau A, et contre lequel on applique la feuille de papier qui doit être saisie par ce rouleau.



C, rouleau de moindre diamètre, placé derrière et contre le rouleau A pour entraîner la feuille de papier.

D, D, petites poulies fixées en avant du rouleau A sur un axe parallèle à ce rouleau, et reliées au rouleau C par deux rubans de caoutchouc qui conduisent la feuille de papier comme dans les machines typographiques.

E, clavier composé de cinq rangs de touches, étagés les uns au-dessus des autres; les figures 1 et 2 indiquent ces cinq rangs, tandis que, sur la figure 3, les deux rangs supérieurs sont cachés par la projection de la tablette supérieure de la machine. Les touches des rangs 1, 2, 3, 4, au nombre de onze dans chaque rang, sont de simples boutons circulaires, ayant à peu près le diamètre de l'extrémité des doigts et portant, chacun, l'inscription d'une lettre de l'alphabet, d'un chiffre ou d'un signe de ponc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tuation. Il y a donc quarante-quatre touches affectées aux vingt-six lettres de l'alphabet (W compris), à dix accents ou signes de ponctuation et aux huit chiffres de 2 à 9; quant au chiffre 1 et au zéro les lettres **I** et **O** en tiennent lieu.

Le rang inférieur n° 5 ne contient qu'une seule touche, laquelle se compose d'une petite règle plate; cette règle règne dans toute la largeur du clavier, afin qu'en la touchant, en un point quelconque, on puisse obtenir le résultat désiré : celui de produire entre les mots, à mesure qu'ils s'impriment, l'espacement qui leur est nécessaire.

F, F, petits marteaux métalliques, en nombre égal à celui des touches des quatre rangs supérieurs et portant chacun, à leur extrémité inférieure, le caractère typographique correspondant à l'inscription (lettre, chiffre, accent ou signe de ponctuation) de la touche chargée de le faire mouvoir. La figure 4 montre un de ces marteaux levé contre le rouleau A et un autre abaissé.

G, carcasse métallique en forme de tronc de cône renversé, fixée au bâti de la machine, sous le rouleau A et portant les marteaux F, dont le point d'articulation est fixé sur la couronne supérieure de cette carcasse. Les choses sont arrangées de telle sorte, que le centre de la carcasse se trouve dans le plan vertical qui passe par la génératrice inférieure du rouleau A. En outre, les marteaux sont tous disposés de manière à se mouvoir suivant des plans diamétraux de la carcasse et à venir frapper au centre même de cette carcasse, en y présentant les caractères tournés dans le même sens et dans le plan vertical passant par ce centre perpendiculairement à la génératrice inférieure du rouleau A.

H, H, fourchettes horizontales, fixées à la couronne supérieure de la carcasse, en nombre égal à celui des marteaux et entre les branches desquelles ceux-ci se meuvent de manière que leur course ascendante soit limitée au même plan horizontal.

I, I, tringles de tirage agissant sur chaque marteau.

J, J, leviers des touches des rangs 1, 2, 3, 4, auxquels viennent s'attacher les tringles I, et ayant leur axe d'oscillation placé à leur extrémité postérieure; bien que les boutons des touches soient étagés, les leviers J, au moyen d'un relèvement de leur extrémité antérieure, sont tous placés dans un même plan horizontal, comme les leviers des touches de piano (fig. 3). Outre les quarante-quatre leviers correspondant aux quarante-quatre touches des quatre étages supérieurs, il y a encore deux autres leviers J' J', placés aux extrémités de droite et de gauche du clavier et supportant la règle d'espacement 5 dont il a été question plus haut. On verra plus loin le mode de fonctionnement de cette règle, qui ne correspond à aucun marteau.

K, ressort placé sous chaque levier J (fig. 1) pour le repousser rimmédiatement à la position horizontale, dès que l'attaque d'une touche a été faite par le doigt.

L, L', sommiers disposés à l'avant et à l'arrière des leviers J pour limiter leur course ascendante; de pareils sommiers sont placés en dessous pour limiter également leur course descendante et permettre, par conséquent, que l'attaque des touches soit faite d'une manière toujours égale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi, quand on attaque un bouton quelconque, le levier correspondant J s'abaisse et tire sa tringle I, qui fait immédiatement dresser le marteau F dans la position indiquée à droite de la figure 4; dès que le doigt quitte le bouton, ce qui doit se faire immédiatement après l'attaque, le levier J revient en place et le marteau retombe comme il est placé à gauche de la figure.

M, cadre portant les rouleaux A et C, et constituant ce qu'on appelle le chariot de l'appareil; il est monté sur trois galets, l'un en avant et les deux autres en arrière, qui facilitent son mouvement de translation de droite à gauche et de gauche à droite; dans les figures 2 et 3 le chariot est représenté au milieu de sa course, les figures 1 et 5 montrent, l'une le galet d'avant et l'autre les deux galets d'arrière.

N, barreau cylindrique fixe, servant de guide au chariot qui l'embrasse au moyen de deux colliers; sur ce barreau roulent les deux galets d'arrière. Les deux colliers servent de charnières, si bien que le chariot et les rouleaux forment un tout rigide qu'on peut relever comme un couvercle, ainsi que l'indiquent les circonférences en traits ponctués de la figure 1.

O, bague placée à droite et pouvant glisser à volonté sur la barre N; en l'arrêtant au moyen d'une cheville sur l'un des trous qu'on remarque sur la barre, on fait varier le point de départ du chariot et, par conséquent, on règle la longueur de sa course, c'est-à-dire la longueur des lignes qu'on imprime.

P, table de la machine sur laquelle se meut le chariot.

Q, grande poulie verticale, portant sur son axe un ressort spiral et à laquelle le chariot est relié du côté gauche par une corde (fig. 2), tandis que, du côté droit, une autre corde le relie à une autre poulie verticale R. Sur la figure 2 on ne voit que la corde de droite.

R, poulie verticale, fixée en dehors du coffre de l'appareil et reliée au chariot par une corde qui passe sur une petite poulie de renvoi placée dans une fente de la table P; cette poulie R est enfermée dans une gaîne.

S, levier de manœuvre de la poulie R, commandant cette poulie au moyen d'une courroie S′; ce levier, qu'indique la figure 2, se voit en ponctué sur la figure 1; un ressort placé sur son axe de rotation le maintient constamment relevé.

Les choses sont disposées de telle sorte que, lorsque le chariot est à son point de départ à droite, la corde de gauche est tirée et bande le ressort spiral de la grande poulie Q qui tend, par conséquent, à entraîner constamment le chariot vers la gauche; si le chariot n'obéit pas à l'action du ressort, c'est qu'il est arrêté par le système de crémaillère et de déclic que nous allons décrire.

T, barre placée derrière le cadre du chariot et reliée parallèlement aux longs côtés de ce cadre par deux bras, qui lui permettent une légère oscillation verticale; cette barre porte, en dessous, une crémaillère visible sur la figure 5.

U, U′, fourche oscillant sur un axe horizontal U′ et portant à son extrémité supérieure une petite palette garnie d'une lame de ressort, laquelle palette fonctionne comme un déclic et est toujours engagée dans les dents de la crémaillère quand le cha-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

riot doit être au repos; c'est donc cette palette qui contrebalance l'action du ressort spiral de la grande poulie Q, et empêche le chariot d'être entraîné de droite à gauche, si l'on considère les figures 1, 2 et 3, ou de gauche à droite, si l'on regarde la figure 5.

V, V′, bielle commandant le mouvement de la fourche U U′; elle se compose d'une pièce métallique V′, en forme d'anse horizontale, occupant toute la largeur de la machine et reliée par deux bras inclinés V à l'axe d'oscillation de la fourche U U′.

W, barre horizontale (fig. 1) passant sous tous les leviers J, perpendiculairement à leur direction, ainsi que sous les deux leviers J′ de la règle plate 5.

X, X, tringles verticales reliant les deux extrémités de la barre W à celles de la pièce V′.

Il résulte de ce qui précède que, dès qu'on attaque le bouton d'une touche quelconque des quatre rangs supérieurs du clavier, en même temps que le marteau correspondant se dresse instantanément, comme il a été expliqué ci-dessus, la barre W, abaissée par le levier du bouton attaqué, agit sur la fourche U U′ par l'intermédiaire des pièces X et V V′, la palette de la crémaillère est dégagée, et aussitôt le chariot, rendu libre et obéissant à l'action du ressort spiral de la poulie Q, est entraîné d'une petite quantité; cette quantité n'est que de l'épaisseur d'une dent de la crémaillère, correspondant à l'espacement de deux lettres d'un mot, car le bouton attaqué étant aussitôt abandonné, la crémaillère est immédiatement encliquetée et le chariot s'arrête.

Quand, au lieu d'attaquer un bouton, on attaque la règle 5, comme elle ne correspond à aucun des marteaux, mais qu'elle commande aussi bien que les touches le déclic de la crémaillère, elle fait simplement marcher le chariot, et c'est la quantité dont celui-ci a avancé qui constitue l'espacement à laisser entre le mot qui vient d'être imprimé et celui qui va l'être.

Y, marteau destiné à frapper automatiquement sur un timbre pour avertir l'opérateur, toujours préoccupé de son clavier, que le chariot est près de la fin de sa course (fig. 2 et 5); l'extrémité de la queue de ce marteau fait saillie par une petite fenêtre Y′, sur la table P de la machine (fig. 3).

Z, bague entourant la barre T de la crémaillère (fig. 3 et 5) et portant, en dessous, un doigt saillant destiné à agir sur la queue du marteau Y; comme la crémaillère marche avec le chariot, il s'ensuit que, lorsque celui-ci arrive au bout de sa course, le doigt de la bague Z fait sonner le timbre; la bague Z peut d'ailleurs glisser sur la barre et se fixer au moyen d'une vis au point où l'on veut que la sonnerie se produise.

a, ruban imbibé d'encre spéciale, se développant suivant l'axe du rouleau A et passant sous ce rouleau et contre le papier destiné à recevoir l'impression (fig. 2).

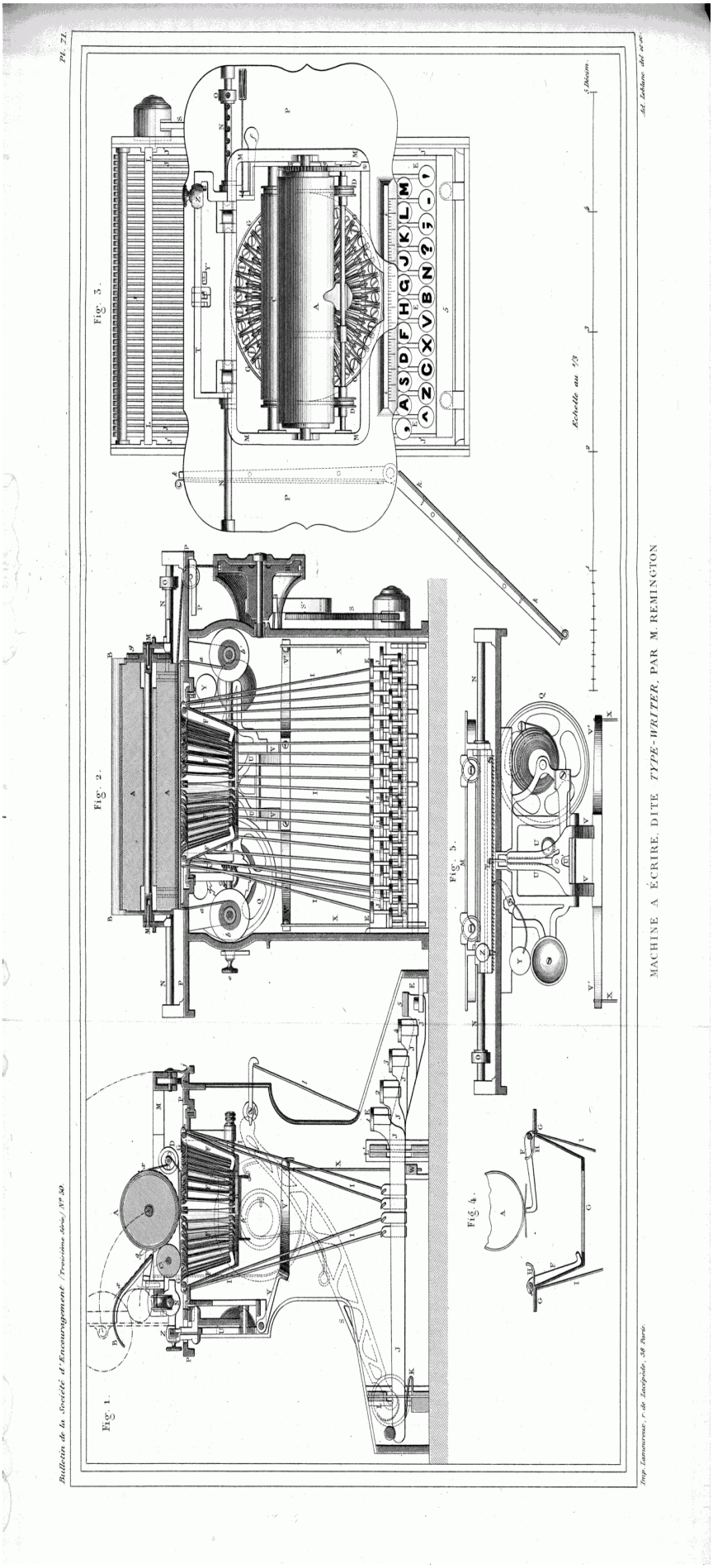
b, *b′*, bobines d'enroulement et de déroulement du ruban *a*.

c, pignons d'angle à l'aide desquelles la grande poulie Q commande l'enroulement de la bobine *b*.

d, roue à rochet montée folle sur l'axe de la poulie Q, et qu'un cliquet rend solidaire de cette poulie pour le fonctionnement des pignons *c*.

e, bouton de commande à l'aide duquel on ramène le ruban *a* sur la bobine *b′*, quand il est complétement enroulé sur la bobine *b*; à l'aide de ce bouton on rend la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

T Y P E - W R I T E R .

NOUVELLE MACHINE À ÉCRIRE DE REMINGTON .

ON PEUT À VOLONTE N'ÉCRIRE QUE SUR UNE SEULE FEUILLE, OU OBTENIR SIMULTANÉMENT 12 COPIES .

LE CALLIGRAPHE LE PLUS HABILE NE PEUT ÉCRIRE PLUS DE 30 À 35 MOTS À LA MINUTE .

AVEC LE T Y P E - W R I T E R , L'ÉXÉCUTANT OBTIENT APRÈS QUELQUES JOURS DE PRATIQUE 50 À 60 MOTS À LA MINUTE .

ENFIN 90 MOTS À LA MINUTE SONT OBTENUS PAR TOUT HABILE EXÉCUTANT POSSÉDANT BIEN LE CLAVIER DU T Y P E - W R I T E R .

LA CLARTÉ, LA PRÉCISION, L'ÉCO NOMIE DE TEMPS ET LES REPRODUCTIONS INSTANTANÉES JUSQU'À 12 ÉPREUVES CONSTITUENT LES PRINCIPAUX AVANTAGES DU T Y P E - W R I T E R .

ON PEUT EMPLOYER DEUX CARACTÈRES DE DIMENSIONS DIFFÉRENTES, CELUI-CI EST LE CARACTÈRE DE PETITE DIMENSION .

M. J O H N NORRIS

9, BOULEVARD DES CAPUCINES . P A R I S .

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

roue *d* folle sur son axe, ce qui permet aux pignons de tourner dans un sens différent.

f (fig. 3), petite pédale de déclanchement sur laquelle il suffit d'appuyer pour soulever à la main la crémaillère du chariot et, par conséquent, pour permettre à celui-ci d'avancer sans qu'on ait recours à la règle 5. C'est sur cette pédale qu'agit également le grand levier S, dont il a été parlé au début; en effet, quand le chariot est arrivé au bout de sa course à gauche (fig. 1, 2 et 3), on abaisse d'un seul coup à fond le levier S, et la poulie R, qui s'est déroulée et dont la corde se trouve tendue, s'enroule en ramenant le chariot à son point de départ, ce qui peut se faire puisque la crémaillère est soulevée. Dès qu'on abandonne le levier à lui-même, il remonte en place, la crémaillère retombe, se trouve de nouveau encliquetée et, par conséquent, le chariot reste fixe,

g, roue dentée fixée sur l'axe du rouleau A à droite (fig. 3); à l'arrière de cette roue, est un cliquet que commande un levier attaché à la corde de la poulie R; il en résulte que, lorsqu'on abaisse le levier S pour ramener le chariot à son point de départ, la corde de la poulie R, qui opère la traction du chariot par le décliquetage de la crémaillère, produit en même temps le basculement du cliquet, et celui-ci, agissant sur la roue *g*, fait tourner le rouleau sur lui-même; le rouleau, en entraînant alors avec lui la feuille de papier, parcourt un espace angulaire qui représente l'espacement de de deux lignes d'impression.

h (fig. 2 et 3), petite étoile à trois branches recourbées en dedans, placée sur l'axe du rouleau A, où elle est maintenue par une vis; suivant la position qu'on donne à cette étoile, en regard des chiffres 1, 2, 3, gravés sur la plaque de joue du rouleau, le cliquet laisse passer une, deux ou trois dents de la roue *g* lorsque le rouleau A tourne sur lui-même et, par conséquent, on réalise à volonté des interlignes plus ou moins grands.

i, règle graduée, gravée sur la rive antérieure en biseau de la table P (fig. 1 et 3).

j, index fixé verticalement au milieu du côté antérieur du cadre du chariot, courbé à cet effet; avec ce système, il est facile d'obtenir des repères fixés pour l'alignement des colonnes de chiffres.

k, bras se repliant sous la table de la machine et servant à installer, au moyen d'une tringle, un pupitre sur lequel on place les écrits à copier.

Tous les organes placés en dessous des rouleaux sont enfermés dans une caisse en tôle, dont les parois vissées sont faciles à démonter. La paroi antérieure est munie d'un volet mobile à charnières *l* (fig. 1); lorsqu'on veut opérer, on soulève ce volet qu'on maintient relevé au moyen d'un levier à crochet.

Mode d'opérer. — On place tout d'abord une feuille de papier sur la plaque B; on l'introduit ensuite entre les rouleaux A et C, en tournant le rouleau A à la main d'avant en arrière; il faut avoir bien soin en faisant cette introduction que le bord de la feuille soit, autant que possible, parallèle à l'axe du rouleau A.

Une fois la feuille engagée, on peut commencer à opérer, en ayant soin cependant de ne jamais attaquer à la fois deux boutons du clavier.

Quand, au bout de quelques mois, le ruban *a* est usé, on le remplace facilement,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

car il n'est fixé à ses deux bouts sur les rouleaux *b*, *b'* que par des épingles ; on a vu plus haut qu'en tournant un seul bouton de manœuvre l'enroulement est obtenu.

Pour un bon fonctionnement, la machine doit être toujours tenue en état de propreté ; à cet effet, il convient de nettoyer de temps en temps les caractères avec une petite brosse imbibée de benzine ; cette opération doit être faite avec précaution pour éviter de fausser les tiges des marteaux.

Pour donner une idée du travail que produit la machine, nous avons joint ici un spécimen d'impression. (M.)

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. WOLFF, *au nom des arts économiques, sur les* APPAREILS A CYLINDRE POUR FACILITER LES CALCULS DE BANQUE ET DE COMMERCE, *présentés par M. Chambon, rue des Marais*, 58, *à Paris.*

Messieurs, les calculateurs universels ou barêmes mécaniques de M. Chambon sont destinés à remplacer les barêmes employés dans le commerce. Ils forment une série d'instruments qui, du plus simple au plus compliqué, peuvent résoudre différents problèmes depuis la multiplication jusqu'au calcul des intérêts. Le principe repose entièrement sur le déroulement de tableaux, divisés par cases comme les tables de multiplication et enroulés en **S** sur deux cylindres mus par des boutons ; les résultats viennent paraître dans des fentes ménagées à cet effet.

Il suffit de décrire deux de ces instruments pour les faire comprendre tous ; nous commencerons par le plus simple qui est un multiplicateur à l'usage des enfants. Il se compose d'une boîte d'environ quinze centimètres de long, dans laquelle sont pratiquées deux fentes longitudinales qui laissent voir les produits des facteurs de la multiplication. L'un des facteurs paraît dans le trou rond en tête de la colonne de chiffres et change par conséquent, à volonté, suivant le déroulement les cylindres ; les autres facteurs sont inscrits sur la face même de la boîte.

Les nombres de 2 à 25, inscrits au côté gauche de la boîte, seront multipliés par les facteurs de 2 à 25 que l'on amène successivement dans la fente de gauche. Pour s'élever aux multiplicateurs de 26 à 50, il faut se servir des chiffres que l'on voit dans les trous situés au sommet des colonnes ; ils multiplient les facteurs de 26 à 50, marqués sur les deux colonnes de droite et le résultat s'obtient aussi par le mouvement des boutons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le fonctionnement du multiplicateur de 2 à 100 est absolument identique, la manœuvre aussi simple; si elle est un peu plus longue, cela tient seulement à ce qu'il faut dérouler un peu plus longtemps pour passer d'un chiffre à l'autre.

Le calculateur des intérêts se compose d'une série de rouleaux, mus également par des boutons et laissant apercevoir les résultats cherchés dans une fente qui est horizontale, et voici pourquoi : La somme qui doit produire les intérêts est composée, dans la colonne de gauche, par la superposition des chiffres représentant les divers ordres d'unité de 1 à 1 million; on combine dans cette colonne telle somme que l'on veut et l'on obtient, par une simple addition, l'intérêt cherché dans celle des autres colonnes verticales qui porte en tête le nombre de jours considéré.

On sait que, dans la banque, les méthodes employées, soit celle des parties aliquotes, soit celle des diviseurs fixes, sont suffisantes pour effectuer avec promptitude toutes les opérations; néanmoins, dans un grand nombre de bureaux, on a recours au barême qui dispense de certains calculs et écarte les chances d'erreur.

Les divers instruments de M. Chambon pourront être employés avantageusement, soit dans les écoles primaires, soit chez de nombreux commerçants peu exercés aux calculs compliqués; la forme commode qu'il a su donner à ses barêmes en rendra l'usage agréable et facile.

Le comité des arts économiques propose donc de remercier M. Chambon de la communication qu'il a faite à ce sujet à la Société et d'insérer au *Bulletin* le Rapport auquel elle a donné lieu.

Signé : A. WOLFF, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 juillet 1877.

MATÉRIEL AGRICOLE.

RAPPORT *fait par* M. MOLL, *au du comité d'agriculture, sur le* SEMOIR *de M.* BOISSICAT, *cultivateur à la Ville-au-Bois, près Palaiseau (Seine-et-Oise).*

Messieurs, la semaille en lignes a pour effet, entre autres, d'accroître l'insolation. C'est un avantage pour les plantes qu'on récolte à maturité; c'est un inconvénient pour celles dont on mange les fruits en vert, c'est-à-dire pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une bonne partie des haricots, pois, fèves, etc., cultivés aux environs de Paris et des autres grandes villes. Aussi la main est-elle, jusqu'à présent, le seul moyen employé pour le semis des plantes ayant cette destination.

M. Boissicat, qui fait cette culture en grand et éprouve, depuis longtemps, les inconvénients de cet emploi exagéré du travail manuel, s'est attaché à faire un semoir qui puisse complétement remplacer la main dans cette circonstance, c'est-à-dire semer en *touffes* plus ou moins épaisses; c'est ce semoir qu'il vous a présenté.

Il est à brouette et à trémie. L'instrument est léger et un homme suffirait pour le conduire, n'étaient le soc à ailes qu'il porte en avant du tube conducteur pour ouvrir la raie et les organes qui suivent ce tube pour recouvrir la graine. Il faut donc un cheval attelé en avant pour le traîner.

Ce qui constitue le caractère spécial de ce semoir, c'est le mécanisme de la distribution que quelques explications suffiront à faire comprendre :

C'est toujours, comme dans les autres semoirs, la roue qui donne le mouvement à l'organe distributeur, lequel est un cylindre fermant l'orifice inférieur de la trémie et ayant un alvéole. Mais, ce mouvement, au lieu d'être continu, est ici intermittent, et cette intermittence, qui a précisément pour résultat le semis en touffes, est obtenu par le moyen suivant : sur le pourtour des deux bouges du moyeu de la roue sont disposées, dans des plans parallèles à celui de la roue, quatre lignes de chevilles en bois, deux de chaque côté. L'une a trois chevilles également espacées, l'autre quatre, la troisième six, la quatrième huit. Une bielle, partant d'un excentrique placé sur l'axe du distributeur, porte par son extrémité antérieure sur le bouge de droite. Cette extrémité, bifurquée, se termine par un petit galet que, dans le mouvement de rotation de la roue, chaque cheville de la ligne agissant accroche, entraîne pendant quelques secondes, puis abandonne. Il se produit alors un mouvement de recul par l'action d'un ressort à boudin fixé sur l'excentrique, en un point opposé à la tête de la bielle. Quand celle-ci avance, elle fait faire au cylindre distributeur un demi-tour qui amène l'alvéole sous la trémie et permet à la graine de s'y loger. Le mouvement de recul ramène l'alvéole à l'entrée du tube conducteur où la graine tombe.

On comprend que moins il y a de chevilles dans la ligne, plus les touffes sont écartées, et *vice versâ*; ainsi, tandis que la quatrième ligne, qui porte huit chevilles, met les touffes à $0^m,22$ les unes des autres, la première qui n'a que trois chevilles, les met à $0^m,60$ dans la ligne.

Nous avons dit que les lignes de chevilles sont des deux côtés de la roue. La

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bielle est à poste fixe sur le côté droit. Quand donc on veut employer les lignes de gauche, on retourne la roue.

Afin d'assurer le parallélisme des lignes, le semoir porte de chaque côté un *rayonneur* ou *traçoir*, espèce de pioche pointue et emmanchée, agissant par son poids et pivotant sur une traverse placée derrière la trémie. Une disposition ingénieuse permet de faire varier l'écartement des lignes dans des limites assez étendues. Il est à peine nécessaire d'ajouter qu'il n'y a jamais qu'un seul rayonneur qui travaille.

En résumé, ce petit instrument est simple, ingénieux et paraît remplir parfaitement la condition essentielle de la culture des haricots et pois pour la consommation en vert. Il fait aussi bien que la main et donne quatre à cinq fois autant de travail.

Nous vous proposons, Messieurs, de remercier M. Boissicat de sa communication et d'insérer le présent Rapport dans votre *Bulletin*.

Signé : Moll, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 25 *mai* 1877.

ARTS CHIMIQUES.

Rapport *fait par* M. Cloez, *au nom du comité des arts chimiques, sur les* procédés pour déceler la présence de l'alcool dans les mélanges, *employés par* M. Jacquemart, *boulevard Saint-Germain*, 160, *à Paris*.

Les moyens imaginés par les fraudeurs pour échapper au paiement des droits imposés à l'alcool, soit au profit du Trésor public, soit au profit des villes ayant un octroi, sont innombrables. Après l'emploi des vessies, des corsets en fer-blanc ou en caoutchouc, des pièces de bois ou des pierres creuses etc., on a eu recours à des moyens plus ingénieux, si l'on peut dire, en dissimulant l'alcool dans des mélanges liquides ou solides, ayant l'apparence de produits peu imposés, ou exempts de tout droit.

Un autre genre de fraude, non moins préjudiciable aux intérêts du trésor s'est exercé au moyen de liquides destinés à dénaturer l'alcool nécessaire à certaines branches d'industrie, et fournis pour cette raison à des droits beaucoup plus faibles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'alcool méthylique, désigné bien à tort dans le commerce sous le nom de méthylène, est un des liquides adoptés par le comité consultatif des arts et manufactures pour opérer la dénaturation de l'alcool vinique, de manière à le rendre impropre à la consommation comme boisson, sans modifier notablement les propriétés qui le font employer dans l'industrie, le plus souvent comme dissolvant.

Or, on a constaté que de l'alcool méthylique présenté pour la dénaturation de l'alcool vinique, contenait une proportion assez grande de ce dernier et possédait cependant encore suffisamment l'odeur propre caractéristique pouvant faire croire à sa pureté. La dénaturation opérée avec un tel mélange serait évidemment illusoire, et il en resulterait une perte considérable pour le Trésor, puisque cet alcool soumis simplement à une taxe réduite pour une application industrielle, pourrait être purifié facilement, et livré ensuite à la consommation comme liqueur alcoolique soumise légalement à des droits beaucoup plus élevés.

Dans le laboratoire du chimiste, la présence de l'alcool dans les mélanges où les fraudeurs l'introduisent peut toujours être constaté par des moyens plus ou moins compliqués. Mais pour que le chimiste soit appelé à faire cette constatation, il faut que la présomption de la fraude ait été, en quelque sorte, établie par un examen préalable, pouvant se faire instantanément, d'une manière simple et cependant certaine, par un employé quelconque des contributions indirectes, des douanes ou de l'octroi.

M. Jacquemart, pharmacien chimiste, est arrivé après un travail long et sérieux à trouver un réactif de l'alcool vinique d'une sensibilité parfaite, et dont l'emploi ne laisse rien à désirer, sous le rapport de la simplicité du procédé et de la rapidité de son exécution.

Le moyen d'essai proposé par M. Jacquemart a été breveté en 1874. Le réactif employé est une dissolution d'azotate de mercure, obtenue en traitant le métal par une proportion convenable d'acide azotique de concentration moyenne. L'action de l'azotate acide de mercure sur l'alcool vinique est vive et rapide; elle donne lieu à la formation de produits nombreux, notamment l'aldéhyde vinique, les acides acétique et formique, les éthers des mêmes acides et de plus de l'éther nitreux, de l'acide glycolique, etc.; si on opérait sur une quantité assez grande du mélange, on obtiendrait un dépôt de fulminate de mercure; dans les conditions de l'expérience, le mercure est en partie ramené au minimum d'oxydation, et si l'on ajoute au mélange, après la réaction, un peu d'ammoniaque, on obtient un précipité noir d'autant plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

foncé, que l'alcool existait en plus grande quantité dans le produit suspect.

Il est à noter que l'alcool méthylique, au contact de l'azotate de mercure, se comporte tout autrement que l'alcool vinique; la différence se manifeste en ajoutant l'ammoniaque au mélange : il ne se produit pas, dans ce cas, de précipité noir.

Les appareils et réactifs nécessaires aux essais sont contenus dans une boîte facile à porter à la main.

La manière d'opérer, pour les différents cas qui peuvent se présenter, est exactement décrite dans une notice jointe à chaque boîte.

S'agit-il d'essayer un liquide non coloré : on verse dans un des verres à expériences 5 à 6 centimètres cubes de ce liquide, de manière qu'il s'élève dans le verre à 1 centimètre de hauteur environ; on ajoute ensuite un volume égal de la liqueur mercurique n° 1 contenue dans un flacon noir, en ayant soin de faire couler ce liquide contre la paroi du verre à pied en s'aidant d'une baguette de verre, puis on attend deux minutes.

La réaction terminée, on ajoute peu à peu au mélange le double de son volume d'ammoniaque (liqueur n° 2) contenu dans un flacon blanc. Si le mélange soumis à l'essai contient de l'alcool vinique, il se produit un précipité qui occasionne un trouble noirâtre plus ou moins intense, suivant que la quantité d'alcool est plus ou moins considérable.

Lorsque le liquide à essayer est coloré, on le mêle avec une certaine quantité de charbon animal, on filtre puis on traite le liquide décoloré, comme dans le premier cas.

Si le mélange contient de l'essence de térébenthine, un hydrocarbure liquide quelconque, de l'acide phénique, de la créosote, ou en général une substance insoluble ou peu soluble dans l'eau, et pouvant donner lieu à une coloration, au moment où l'on ajoute la solution mercurique, on prend environ 20 centimètres cubes du mélange et l'on y ajoute une quantité suffisante d'une dissolution saline, de manière à pouvoir séparer les substances insolubles dans l'eau; le liquide, enlevé au moyen d'une pipette, doit être traité, comme dans le premier cas, pour les liquides non colorés.

Enfin, si l'on a affaire à un mélange solide, tel que pommade, pâte, savon, etc., on prend une quinzaine de grammes du produit à essayer, on le malaxe dans un verre à pied avec un peu d'eau, au moyen d'un agitateur, l'alcool s'il existe, se dissout dans l'eau, et on opère sur la solution toujours de la même manière.

On peut encore reconnaître l'alcool dans les mélanges solides, en prenant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4 à 5 grammes du produit suspect et en en frottant une empreinte noirâtre placée sur une carte dont on trouvera un certain nombre dans chaque boîte. Si le produit ne contient pas d'alcool ou quelque autre liquide analogue, la carte demeure intacte, et l'épreuve est définitive; dans le cas contraire, il se produit instantanément une coloration d'un rouge vif, d'autant plus intense, que la quantité du liquide dissolvant est plus grande; mais, dans ce cas, l'essai n'est pas concluant, il faut le compléter, en ayant recours au premier moyen, c'est-à-dire en malaxant le mélange avec de l'eau.

La manière d'opérer, prescrite par M. Jacquemart, ne présente aucun danger pour l'expérimentateur; en suivant à la lettre ses indications, les employés de l'octroi de Paris sont arrivés à reconnaître des fraudes très-importantes qui auraient pu leur échapper, s'ils n'avaient pas eu à leur disposition ce moyen pratique de vérification.

Les administrations des Douanes et des Contributions indirectes ont aussi utilisé fructueusement l'invention originale de M. Jacquemart. Le mérite de cette invention est donc aujourd'hui parfaitement établi, le comité des arts chimiques l'a reconnu : aussi propose-t-il au Conseil de remercier l'auteur de son intéressante communication, et d'autoriser l'insertion du présent rapport au *Bulletin*

Signé : Cloez, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 23 novembre 1877.

POMPES.

CORRECTION DU DÉFAUT CAPITAL DES POMPES DANS LESQUELLES LA FORCE ES TRANSMISE PAR DES COLONNES LIQUIDES, PAR C. M. GOULIER, MEMBRE DU CONSEIL (1).

La dénomination peu convenable de pompes sans limites a été appliquée, par leurs inventeurs, à des machines hydrauliques comprenant une pompe foulante, à simple ou à double effet, placée près de l'eau à monter, et qui est actionnée par des colonnes liquides (fig. 1). Chacune de ces colonnes se meut dans un tuyau entre les pistons de deux corps de pompes qui le ter-

(1) Communication faite dans la séance du 13 juillet 1877.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

minent; ce liquide transmet la pression exercée sur le piston supérieur, au piston inférieur qui, monté sur la même tige que celui de la pompe foulante, entraîne le mouvement de celui-ci. On conçoit que l'on peut faire suivre aux colonnes liquides propulsantes des chemins contournés, dans une mine ou une carrière, par exemple, sans que le jeu de l'appareil en éprouve une gêne notable; et cela donne, à ce moyen de transmission de la force motrice, un avantage sérieux sur des communications métalliques qui seraient composées de tringles reliées par des leviers coudés faisant renvois.

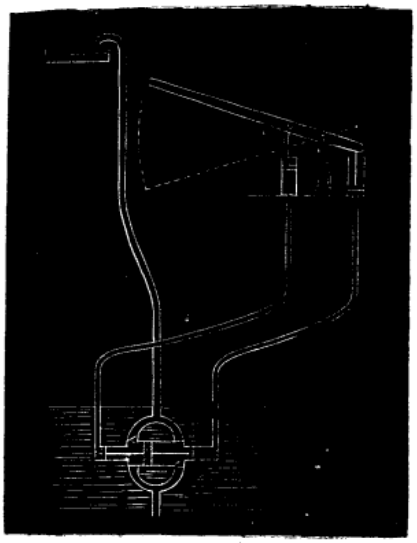


Fig. 1.

Mais, à côté de cet avantage, celles des pompes de cette espèce *qui sont à double effet* présentent un inconvénient majeur (1) que nous allons expliquer. Nous dirons ensuite les moyens d'y remédier.

Pour que la pompe marche régulièrement, il faut que les propulsions alternatives, dans les deux sens opposés, donnent à son piston des courses égales. Mais, habituellement, ces courses opposées sont inégales, soit à cause d'inexactitudes dans l'exécution de la machine, soit par suite d'usure, soit comme conséquence de fuites inégales entre les pistons et les corps de pompe qui terminent les colonnes propulsantes. Alors la machine ne peut plus fonctionner convenablement.

Pour démontrer cette assertion, supposons que l'axe de la pompe foulante à double effet soit horizontal, supposons de plus que, à cause des circonstances que nous venons d'indiquer, alors que les deux courses des pistons supérieurs sont de 100 millimètres, les excursions des pistons inférieurs et, par suite, celles du piston principal soient, de 95 millimètres dans le mouvement direct de gauche à droite et de 100 millimètres dans le mouvement inverse de droite à gauche. Après cette double excursion, le piston se trouvera de 5 millimètres en arrière, c'est-à-dire à gauche de sa position

(1) Ce défaut nous a été signalé par M. Bourdon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

initiale. Des reculs de même valeur se produiront successivement après chaque double excursion, de telle sorte que, bientôt, le piston en viendra à heurter le fond gauche du corps de pompe. A partir de ce moment, le mouvement vers la droite l'éloignant de cet appui de 95 milimètres seulement, le mouvement inverse vers la gauche sera arrêté après une course de même longueur. Il en résultera que le mouvement du piston supérieur de droite sera arrêté après cette même course de 95 millimètres.

Cela n'aura peut-être qu'un faible inconvénient si les pompes supérieures sont actionnées par un levier mû à la main; parce que, alors, l'opérateur cessera instinctivement d'exercer la pression sur le levier dès qu'il sentira la résistance produite par l'arrêt du piston principal; il n'achèvera donc pas le mouvement d'oscillation qui, complété, devrait faire parcourir 100 millimètres à ce piston.

Mais les choses ne peuvent se passer ainsi quand les pistons des deux pompes supérieures ont des courses imposées par un mécanisme moteur, par exemple, par le cercle décrit par la manivelle d'un volant. Alors, en effet, ainsi que nous venons de le voir, après la partie de la course du piston supérieur de droite qui aura fait parcourir 95 millimètres au piston principal, celui-ci heurtera le fond du corps de pompe; puis, pour compléter sa course à 100 millimètres, le piston supérieur exercera sur la colonne liquide une pression exagérée dont l'effet sera : soit de produire, dans le tuyau qui renferme le liquide, une dilatation suffisante pour lui faire contenir l'eau propulsée en excès, soit de procurer à cette eau une issue par des joints ou autour des cuirs des pistons. Il y aura là, on le conçoit, des causes énergiques de désorganisation de la machine.

C'est là probablement la cause principale de l'insuccès des diverses pompes à double effet qui emploient ce mode de propulsion hydraulique, et, en particulier, des pompes que M. Prudhomme avait fait breveter en 1862, et dont MM. Desforges et Festugières frères avaient entrepris l'exploitation (abandonnée par eux depuis plusieurs années). Le même défaut pourrait empêcher le succès de la pompe que M. Housse (rue Alibert, 14) a fait breveter en août 1876, pompe dont l'organisation mécanique paraît être assez bien entendue, pour que l'on puisse espérer d'en voir faire des applications avantageuses, pourvu, toutefois, que le constructeur diminue (ce qui lui sera toujours possible) les pressions exagérées qu'il y met en jeu, et pourvu aussi qu'il remédie au défaut que nous venons d'expliquer.

Voici, au reste, l'indication de deux moyens de corriger ce défaut, en agis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sant, pour l'un sur le mécanisme moteur, et, pour l'autre sur la pompe à double effet :

Supposons, pour fixer les idées, que la force motrice s'exerce, par l'intermédiaire d'une manivelle et d'une bielle, sur l'extrémité d'un balancier B (fig. 2), qui soit lié, par des articulations, aux deux pistons supérieurs, et qui puisse osciller autour d'un axe A porté par un support placé entre ces pistons. Allongeons, dans le sens vertical, les trous de ce support qui reçoivent les coussinets de l'axe, mais disposons des ressorts qui exercent sur ces coussinets une pression telle que, pendant le jeu régulier de la pompe, ces coussinets restent en contact avec la partie inférieure du trou allongé, et que, cependant, les ressorts soient forcés de fléchir dès que la pression sous les pistons moteurs excède notablement celle qui se produit pendant le mouvement régulier de la machine. Alors, aussitôt que, par suite de l'arrêt du piston principal contre le fond de son corps de pompe, il y aura tendance à la production de ces pressions exagérées dont nous avons signalé le danger, celui des pistons supérieurs, dont la course $a' a''$ n'est pas finie, cessera de descendre, et le balancier oscillera autour de la tête a de ce piston, en soulevant le ressort de l'axe d'oscillation d'une quantité suffisante, pour que l'extrémité du levier, que la bielle actionne, puisse achever sa course. On évitera donc les fortes pressions désorganisatrices. De plus, il y aura ceci de remarquable : 1° la force absorbée par le ressort, pour se bander ainsi, sera restituée au jeu de la machine, lors de l'oscillation inverse du bras de levier; 2° pendant cette oscillation, la course régulière $b' b''$ du piston de gauche se trouvera augmentée de la quantité $b'' b'''$, presque suffisante pour compenser l'effet des causes qui amoindrissent l'excursion du piston principal; de telle sorte que l'égalité des excursions de sens inverse se trouvera à peu près rétablie pour la double excursion suivante. Après quoi l'irrégularité reparaîtra pour disparaître encore.

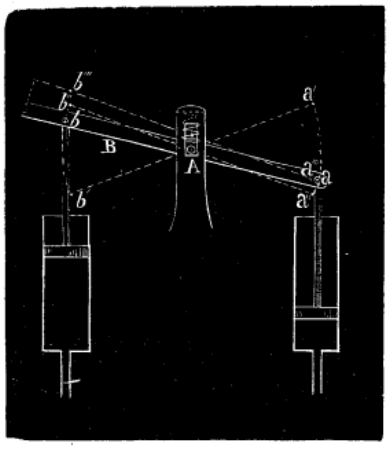


Fig. 2.

Il est bon de faire remarquer que, pour des installations de la machine

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

différentes de celle que nous avons supposée, il pourrait être nécessaire de placer des ressorts, non plus sur l'axe A, mais bien, près de l'une des articulations de chacune des bielles qui transmettent la force motrice aux pistons supérieurs. On remarquera, d'ailleurs, que les ressorts peuvent agir par traction ou par pression; qu'on pourrait les remplacer par les poids, soit de masses spéciales, soit d'une partie des pièces de la machine supérieure, auxquelles on laisserait la faculté de se déplacer d'une petite quantité dans le sens vertical (1). Ajoutons enfin que, pour remédier à tous les inconvénients, il importe de disposer, dans la pompe foulante, deux matelas élastiques, en caoutchouc ou en métal, qui amortissent le choc du piston contre l'un des deux fonds du corps de pompe.

Ce dernier artifice est inutile avec le dispositif suivant, qui empêche ce choc, ou plutôt qui lui substitue celui d'une tige légère contre un heurtoir qui, cependant, pourrait être fait élastique.

Supposons (fig. 3) un canal longitudinal creusé, concentriquement à l'axe, dans la tige T des pistons inférieurs, et terminons ce canal par deux diaphragmes percés de trous d'un diamètre plus petit que le sien. Admettons que ce canal soit traversé par une tringle cylindrique t, d'un diamètre plus petit encore, tringle convenablement guidée et débordant la tige du piston par ses deux bouts. Fixons, concentriquement à cette tringle, deux clapets c_1, c_2, qui puissent venir fermer, alternativement et en se mouvant de dedans en dehors, les ouvertures des deux diaphragmes qui terminent le canal. Admettons enfin que l'on ait disposé des heurtoirs h_1, h_2, fermes ou élastiques, sur lesquels viendront s'appuyer les extrémités de la petite

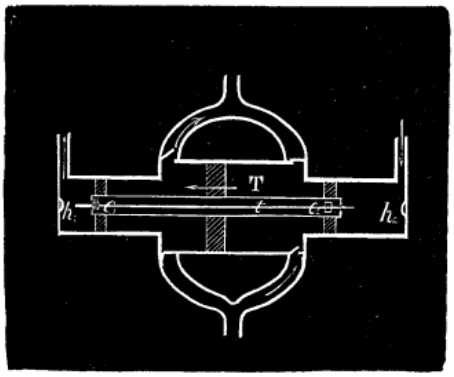


Fig. 3.

(1) Parmi les pompes Prudhomme qui ont été construites, quelques-unes n'ont jamais pu marcher tandis que d'autres ont bien fonctionné, sans que les constructeurs aient pu reconnaître les motifs de ces différences. Il paraît probable que les dernières ont dû leur succès, tant à une presque égalité primordiale des deux courses opposées du piston qu'à des flexions ou à un défaut de fixité fortuit de quelques pièces de la machine, qui sont venus compenser en partie les conséquences fâcheuses d'une inégalité ultérieure dans ces deux courses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tige, dès que le piston de la pompe foulante sera près d'atteindre les limites idéales que l'on veut fixer pour ses excursions.

Aussitôt qu'une colonne propulsante, celle de droite, par exemple, sera soumise à la pression motrice, le clapet gauche de la petite tringle viendra s'appuyer sur le diaphragme correspondant et fermer toute issue à l'eau propulsante qui, alors, devra faire marcher les pistons vers la gauche. Dès que, par suite de ce mouvement, la petite tringle viendra rencontrer le heurtoir de gauche, la communication s'ouvrira entre les deux colonnes propulsantes, et le mouvement du piston principal s'arrêtera bientôt parce que l'eau propulsée se rendra de la colonne de droite dans la colonne de gauche, non toutefois sans absorber la force qu'exigent le passage de l'eau par des ouvertures étroites, et tous les frottements de la machine pendant cette course complémentaire du piston de droite. Il est évident que, au retour du piston, de gauche à droite, la communication des deux colonnes ne s'établira pas si, la machine étant construite pour une course donnée, la propulsion de gauche fait parcourir au piston, ainsi qu'on l'a supposé ci-dessus, une excursion moindre que cette course.

Peut-être objectera-t-on que, dans l'excursion de droite à gauche, on aura diminué le volume d'eau nécessaire à la colonne propulsante de droite, puisqu'on aura fait passer une partie de cette eau dans la colonne de gauche. Or, cette diminution est analogue à celle que, par hypothèse, les fuites font éprouver à cette colonne de gauche ; et la disposition de la machine doit y remédier, comme cela a lieu, du reste, dans l'appareil Housse, où les pompes propulsantes supérieures sont noyées dans une bâche dont l'eau, quand il en est besoin, entre librement sous les pistons, lors de leur mouvement ascendant, en passant entre les corps de pompe et les cuirs emboutis qui garnissent ces pistons.

Des deux dispositifs que nous venons d'indiquer, le premier aurait l'avantage, qui serait précieux pour le propriétaire d'une pompe à propulsion hydraulique, de montrer le défaut de régularité dans le mouvement, et d'indiquer quand une réparation devient nécessaire. Le second aurait l'avantage, qu'apprécieraient peut-être à tort certains constructeurs, de masquer ces irrégularités ; celles-ci ne se décèleraient alors que par la diminution du volume de l'eau montée à chaque coup de piston.

Au reste, ces artifices, ou d'autres analogues qu'ils pourraient suggérer, trouveraient peut-être des applications dans certains cas des propulsions liquides en général. Mais, sans viser à cette généralité d'applications, nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

serions satisfait si ces indications permettaient la réussite des pompes à propulsion hydraulique, pompes qui semblent propres à rendre des services toutes les fois que la force motrice devra être éloignée, dans le sens horizontal et dans le sens vertical, de la nappe d'eau où l'on doit puiser.

CHEMINS DE FER.

L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS, PAR M. J. DE LA GOURNERIE, MEMBRE DU CONSEIL.

A l'occasion de divers projets de chemins de fer étudiés pour le département de la Loire-Inférieure, M. J. de la Gournerie, membre du conseil général de ce département, a publié, dans la *Revue de Bretagne et de Vendée*, un travail remarquable, où sont traitées les principales questions qui se rattachent à l'établissement et à l'exploitation des voies ferrées. Nous reproduisons quelques extraits de ce travail, ainsi que la Conclusion, qui résume, sous une forme très-nette, les principes développés par M. de la Gournerie.

On doit régler les tarifs de chemins de fer de manière que les recettes soient maintenues à un niveau suffisamment élevé, et que de grandes facilités soient données au commerce. Les recettes sont évidemment la base de tout le système économique d'un réseau ; si, par suite de fausses mesures, elles faiblissaient dans une certaine proportion, on se trouverait en présence des plus sérieuses difficultés. L'intérêt du public, comme celui de la Compagnie, repoussent les réductions exagérées. Du reste, ces intérêts s'accordent toujours quand la concession est à long terme, la prospérité de la Compagnie étant alors intimement liée à celle de la région qu'elle dessert.

Les marchandises se présentent en plus grande quantité à un chemin de fer quand les prix de transport ont été abaissés; mais, sous ce rapport, elles offrent entre elles de grandes différences. Un rabais qui produit une augmentation considérable dans le tonnage de quelques-unes, n'exerce sur d'autres qu'un effet peu appréciable. Pour les premières, le tarif doit être réduit d'une manière notable ; la Compagnie obtient ainsi un développement sérieux dans son trafic, et l'industrie un aliment à son activité. Quant à celles qui ne sont l'objet que d'un commerce limité, un abaissement dans le prix de leur transport serait préjudiciable à la Compagnie et presque indifférent au public.

Dès l'origine des chemins de fer, on a été conduit à examiner, pour chaque na-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ture de marchandise, l'extension dont son commerce est susceptible, et on a établi approximativement le prix de transport auquel correspond la plus grande recette nette. Je crois que, dans bien des cas, le tarif a été abaissé au-dessous de ce chiffre.

Il a été constaté, à cette époque, que la diminution du prix pour les voyageurs n'en augmentait sensiblement le nombre que dans la banlieue des grandes villes, ou lorsqu'elle correspondait à un motif spécial de déplacement, comme des fêtes, un congrès, des vacances, des pèlerinages, etc. Dans ces cas particuliers, les compagnies font des rabais considérables, mais elles maintiennent à peu près leurs prix pour les parcours ordinaires ; et je crois qu'aucune réclamation ne s'élève sur ce point.

Après ce principe, qui concerne *l'extension dont un trafic est susceptible*, il y en a un second relatif à la *concurrence des autres voies de communication*. Un chemin de fer est obligé de baisser ses tarifs quand il doit lutter avec la navigation, mais il peut les tenir plus élevés et rendre encore de grands services dans les pays qui n'avaient que des routes. Ces inégalités sont favorables au public, parce qu'elles assurent des recettes dans les différentes circonstances où se trouvent les chemins de fer. L'adoption en principe d'un tarif uniforme ne permettrait d'ouvrir de nouvelles lignes que dans les pays auxquels ce tarif conviendrait, eu égard à l'état de l'agriculture, de l'industrie et des communications (1).

Les divers genres de commerce pouvant, suivant leur nature, prendre des développements très-inégaux, et notre territoire se trouvant pour la facilité des transports et pour l'activité industrielle dans des conditions différentes, l'application des deux principes que je viens d'indiquer a conduit à une grande variété dans les prix. Je suis loin de penser que toutes les appréciations ont été également judicieuses, mais je sais que les tarifs actuels résultent d'études sérieuses, et je tiens pour certain qu'il serait difficile de leur faire des modifications de quelque importance, sans diminuer sensiblement les recettes ou les services que les chemins de fer rendent au pays (2).

. . . . . .

Rappelons maintenant les principes qui ont présidé en France à l'organisation de l'industrie des chemins de fer. On a partagé le territoire en régions commerciales un peu d'après les circonstances, et d'une manière qui pourrait prêter à la critique, si

(1) Je précise : si l'on fixe pour certains produits de l'agriculture un tarif moyen qui serait, par exemple, de 0 fr. 06 cent. par tonne et par kilomètre, on ne pourra construire un chemin de fer dans un pays pauvre ou d'un accès difficile, car les recettes seraient insignifiantes, eu égard au capital employé ; les habitants déclareront en vain qu'ils manquent de débouchés et qu'un chemin de fer avec un tarif de 0 fr. 10 cent. ou 0 fr. 12 cent. serait pour eux un bienfait. — Dans un pays riche et sillonné de canaux, un chemin de fer exigeant 0 fr. 06 cent. ne pourrait lutter avec la batellerie. On ne le construira pas.

(2) M. Christophle a déclaré, dans son discours du 20 mars 1877, que, d'après les calculs faits au ministère des travaux publics, l'unification des tarifs amènerait une perte de 125 millions de recettes brutes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elle avait été dès le commencement l'objet d'une étude d'ensemble. Chaque région est desservie par une compagnie, et on y a établi un réseau divisé en deux parties, avec la combinaison du déversoir qui reporte les recettes réalisées dans les contrées riches, sur les pays d'une moindre activité industrielle, pour y faire pénétrer les chemins de fer. Lorsque par la nature des choses un même trafic a dû être partagé, on a veillé à ce que des services communs fussent établis d'après des bases équitables, ce qui, eu égard à la délimitation des régions, a été généralement facile. Enfin, les compagnies surveillées et conseillées, ont pu, avec une certaine liberté d'action, chercher à tirer parti des avantages considérables qui leur étaient accordés.

Il est facile de constater d'une manière générale les résultats obtenus.

Nous avons commencé à faire des chemins de fer après plusieurs des peuples de l'Europe. Dès **1840**, des trains rapides parcouraient l'Angleterre et la Belgique dans toutes les directions principales, et nous n'avons engagé d'une manière sérieuse les travaux de construction qu'en **1842** (1). Dans les trente années qui ont suivi, nous eu plusieurs révolutions, des crises politiques de tous genres, des guerres nombreuses, des armements maritimes très-dispendieux, une effroyable catastrophe. Moins éprouvés, les peuples, nos voisins, ont continué d'une manière généralement paisible leur carrière industrielle. Nous avons dû payer à l'un d'eux une énorme rançon en territoire et en argent; puis, quand la liquidation a été faite, il s'est trouvé que la France, *considérée sous le rapport financier*, était à un niveau relatif au moins aussi élevé qu'en **1842** ; le commerce et l'industrie reprenaient leur activité, la propriété conservait sa valeur, les impôts facilement payés donnaient une base solide à un budget que l'on avait cru démesurément étendu, et la France, à l'étonnement de l'Europe, consacrait des sommes considérables à sa réorganisation militaire, tandis que Paris, relevant ses ruines, se préparait à poursuivre l'exécution des projets grandioses qui avaient commencé sa transformation. Pour que des résultats aussi extraordinaires aient pu être obtenus, il faut que, pendant ces trente années, les arts de la paix aient été cultivés plus fructueusement dans notre pays que chez les peuples qui nous entourent. Or le grand fait industriel de cette période est l'établissement des chemins de fer, opération dans laquelle nous avons adopté une marche différente de celle qui a été suivie exclusivement en Angleterre, et plus ou moins chez les autres peuples. Je ne vois pas d'autre question considérable dans laquelle nous ayons suivi une direction qui nous soit propre. Nos chemins de fer, par l'importance des capitaux qu'ils ont utilement employés, par l'essor qu'ils ont donné à l'agriculture et à l'industrie, dans toutes les parties de la France, à l'aide de tarifs judicieusement et progressivement abaissés, ont

(1) A la fin de **1841**, nous n'avions sur tout notre territoire que **566** kilomètres de chemins de fer en exploitation ; l'Angleterre en comptait **2 521** ; la Prusse et les États de l'Allemagne, **627**; la Belgique, **378**; l'Autriche, **747**; les États-Unis d'Amérique, **5 800**. Nous étions encore plus en retard sous le rapport des lignes en construction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

eu *dès l'origine* les plus heureuses conséquences pour la fortune publique. Bien loin d'obtenir immédiatement un résultat analogue, l'Angleterre s'est trouvée pendant près de dix ans engagée dans des difficultés financières qui, sans l'étendue incomparable de ses ressources, auraient pu avoir les plus graves conséquences pour sa prospérité. « Les Anglais, dit M. Paul Boiteau, ont sacrifié des capitaux immenses, comme ils le pouvaient seuls, pour jouir du bénéfice de la liberté et de la concurrence des voies ferrées. Le sacrifice a été vain. Par la force des choses, on ne saurait trop le répéter, la lutte des lignes, après avoir coûté bien cher et sans avoir procuré au commerce et à l'industrie un bon marché de longue durée dans les transports, n'a abouti qu'à l'établissement d'un monopole sans frein au profit des compagnies victorieuses de leurs rivales. »

Les résultats ont été les mêmes aux Etats-Unis. Dans ces deux pays des sommes énormes ont été dévorées par la concurrence. »

. . . . . .

L'Angleterre et les peuples qui ont adopté plus ou moins complétement sa manière d'agir, possèdent plus de kilomètres de chemins de fer que nous, tant pour une même étendue de territoire que pour une même population. A l'aide de ce rapprochement, on cherche à établir que nous sommes dans une position d'infériorité.

Lorsqu'un jury d'agriculture veut apprécier une irrigation, il ne se contente pas de comparer la longueur des rigoles à l'étendue du domaine; il constate tout d'abord les produits obtenus, parce que le problème est d'avoir des récoltes et non pas de faire des rigoles. Il examine ensuite comment les ouvrages sont établis eu égard à la quantité d'eau dont on dispose, à la forme du terrain et à la nature des cultures.

Les différents chemins de fer qui desservent une région doivent être tracés d'après un plan d'ensemble et construits avec les limites de déclivité et de courbure qui conviennent à leurs divers rôles. Un réseau est une œuvre d'art comme une irrigation, et l'on doit mesurer son importance par les richesses qu'il produit et non par la longueur totale des chemins qui le composent.

Il est tout naturel qu'un ensemble de lignes construites par des compagnies concurrentes présente un plus grand développement qu'un réseau établi pour être exploité avec unité. C'est, dans le premier système, un vice et non pas un indice de supériorité.

La longueur ne doit même pas être prise pour mesure de l'utilité, lorsque l'on a opéré d'après les mêmes principes pour le fonctionnement des compagnies, parce qu'un territoire peut être desservi de manières très-inégales par des réseaux ayant le même développement, et parce qu'il y a un degré d'extension auquel correspond le maximum d'utilité.

Dans un chemin de fer, la longueur est regardée par quelques personnes comme le seul élément qu'il y ait à considérer. On dit les prix kilométriques auxquels les diverses sociétés ont construit des chemins, sans s'inquiéter de faire connaître s'ils sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à simple ou à double voie, quels sont les rayons des courbes et les limites des déclivités, si les gares ont été établies en vue d'un grand trafic, si les difficultés locales étaient considérables, et comment elles ont été surmontées. Des raisonnements fondés sur de semblables appréciations conduisent souvent à des conclusions peu exactes. On a parfaitement raison de faire dans beaucoup de cas des chemins à bon marché, mais il est impossible de comparer sous le rapport de la dépense d'établissement les grandes artères dont les recettes dépassent deux cent mille francs par kilomètre, et les lignes qui n'ont qu'un trafic insignifiant, et auxquelles on devrait tout d'abord apporter de profondes modifications, si l'on voulait diriger sur elles des transports de quelque importance.

On arrive à des confusions beaucoup plus grandes, quand on établit sans précaution des raisonnements sur le rapport des dépenses aux recettes d'exploitation. Toutes choses égales d'ailleurs, la dépense de construction d'un chemin est à peu près proportionnelle à sa longueur ; dans l'exploitation, il n'y a de proportionnalité nulle part.

D'après ce mode d'évaluation, si deux compagnies faisaient la même dépense pour transporter sur des chemins identiques des tonnages égaux et composés des mêmes éléments, l'une en demandant au commerce les prix ordinaires, l'autre ne devant son trafic qu'à des réductions dans le tarif, cette dernière ayant des recettes plus faibles et des dépenses égales serait réputée moins habile dans l'exploitation.

. . . . . .

La libre concurrence stimule toutes les activités et règle les prix par des équilibres qui échappent à l'action des pouvoirs publics. C'est la loi de l'industrie dans les circonstances ordinaires, mais elle n'est pas toujours possible, et l'exploitation des chemins de fer ne se prête pas à ses exigences. Un chemin de fer ne peut être construit qu'en vertu d'un privilége ; le nombre des compagnies qui se disputent un même trafic est nécessairement très-limité ; aucune des lignes ne saurait d'ailleurs être supprimée. On comprend que dans ces conditions la lutte doit avoir un terme : elle sert seulement à établir les avantages naturels que possèdent les rivaux et à poser les bases d'un accord. Les transports auxquels une ligne aurait pu suffire, étant alors répartis sur plusieurs chemins, pour chacun d'eux les recettes sont faibles et l'exploitation relativement dispendieuse. On ne peut alors éviter des tarifs élevés, et les capitaux engagés dans la construction ou dévorés dans la lutte ne reçoivent qu'un petit intérêt.

Lorsque chacune des lignes est utile en elle-même et indépendamment de toute idée de concurrence, le mal est beaucoup moins grand ; mais les chemins ayant été faits en vue d'une lutte, sont établis dans des conditions techniques que le petit trafic réservé à plusieurs d'entre eux ne justifie pas toujours. Enfin s'il y a simplement accord et non fusion complète, les transports ne se trouvent pas répartis de la manière qui serait nécessaire pour que l'exploitation devînt réellement économique.

Une industrie est en monopole, lorsqu'elle n'est exercée que par un nombre très-restreint de personnes, et que de nouveaux artisans ne peuvent, d'un jour à l'autre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prendre place auprès des premiers. Le monopole des allumettes serait divisé, mais non pas détruit, si une seconde compagnie recevait l'autorisation d'en faire et d'en vendre, avec l'invitation de lutter contre la première.

Le *monopole divisé* a tous les inconvénients du monopole ordinaire, sans présenter comme lui l'avantage de l'unité d'action. D'un côté, il ne permet pas à chacun de se lancer dans la lutte avec son intelligence et ses capitaux, et il n'établit pas les prix sur des bases indiscutables; de l'autre il augmente les frais d'établissement et les dépenses générales, et il rend toutes les améliorations plus difficiles à réaliser. Lorsqu'on l'a appliqué aux chemins de fer, il a empêché que les réseaux fussent tracés d'après une vue d'ensemble; il s'est montré impuissant à résoudre le problème d'assurer une rémunération suffisante aux capitaux, et d'offrir des tarifs réduits à l'industrie : partout il a échoué. Adopté en 1837 pour les communications entre Paris et Versailles, il n'a donné que de mauvais résultats, et a été supprimé, à la satisfaction générale, après avoir englouti un capital qui pèse lourdement sur les finances de la Compagnie de l'Ouest.

C'est ce régime qui a présidé à l'établissement et à l'exploitation des chemins de fer en Angleterre, jusqu'au moment où les compagnies ont cherché leur salut dans des fusions.

Parmi le grand nombre de documents officiels qui existent sur cette question, on remarque l'enquête faite, en 1872, par le Parlement de la Grande-Bretagne. Dans son ouvrage sur le *Régime des travaux publics en Angleterre,* M. Ch. de Franqueville en a publié des fragments, qui montrent que les luttes se terminent toujours par un accord, et que les prix définitifs sont généralement plus élevés que ceux qui étaient primitivement perçus, sans que, pour cela, les dividendes soient satisfaisants, de sorte que, suivant un témoin, « la balance est au préjudice du public aussi bien que des actionnaires (1). »

Voici quelques passages de la déposition de M. Wright, vice-président de la Chambre de Commerce de Birmingham :

« N'existe-t-il pas entre les trois compagnies qui possèdent des lignes de Londres à Birmingham une concurrence qui ait pour résultat d'abaisser les tarifs? — R. C'est précisément le contraire qui a lieu.

« D. Pas même pour les localités qu'elles desservent concurremment? — R. Au contraire... Vers l'année 1839, le prix des transports de la quincaillerie de Birmingham à Liverpool par chemin de fer, était de 16 fr. 75, par tonne. A la même époque

(1) Outre l'ouvrage de M. Ch. de Franqueville, on peut consulter celui de M. Malézieux (*Les chemins de fer anglais en* 1873), le rapport fait par M. Cézanne à l'Assemblée nationale, le 3 février 1873, au nom de la Commission d'enquête pour les chemins de fer et les autres voies de transport; les publications de MM. Paul Boiteau, Nouette-Delorme, du Lin et Fousset...., de nombreux articles dans le *Journal des travaux publics*, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou à peu près, j'avais fait venir de Liverpool des marchandises de la même classe, par le canal, pour 15 fr. 70 par tonne. Mais le chemin de fer adopta le prix de 16 fr. 75, et je crois qu'il donnait alors un dividende de dix pour cent. Plus tard, la ligne de Liverpool se fusionna avec celle de Manchester ; enfin le tarif fut élevé de 18 fr. 85 à 21 fr. 95 par tonne, lorsque ces deux lignes furent réunies à la Compagnie du *London and North-Western*... Lorsque la Compagnie du *Great-Western* ouvrit sa ligne sur Liverpool, si ce n'est le jour même, au moins dans le mois qui suivit l'ouverture, par un arrangement entre les deux Compagnies, le tarif fut porté à 25 fr. 25, et les choses sont restées dans l'état, c'est-à-dire que par la ligne du *London and North-Western*, le prix est de 25 fr. 25, et qu'il est aussi de 25 fr. 25 par la ligne prétendue concurrente du *North-Western*. Lorsqu'elle était *Grand-Junction* seulement, nous ne payions que 16 fr. 75. »

J'ai choisi cette déposition, parce que le témoin occupait une position officielle qui augmente l'autorité de sa parole, mais les choses se sont passées le plus souvent d'une manière un peu différente, la lutte ayant fait baisser momentanément les tarifs.

Dans ses conclusions, la Commission d'enquête s'exprime ainsi au sujet de la concurrence :

« Les Comités et Commissions, soigneusement choisis, ont, depuis trente ans, essayé d'établir *toutes les formes de la concurrence, l'une après l'autre,* mais il est devenu de plus en plus évident qu'il est impossible que la concurrence produise dans l'industrie des chemins de fer les résultats qu'elle amène dans le commerce ordinaire, et que l'on n'a encore pu trouver aucun moyen d'assurer l'existence permanente de la concurrence. Malgré les recommandations des pouvoirs publics, les fusions et les traités ont été conclus entre les Compagnies sans obstacle et presque sans règle. Il existe aujourd'hui un système de réseaux qui constituent par leur étendue considérable, et par l'absence de toute concurrence dans des contrées entières, des monopoles dont la création aurait suscité les plus vives objections de la part des autorités d'autrefois. Il n'y a d'ailleurs aucune raison de supposer que les progrès de cette fusion soient arrêtés, ou qu'ils doivent jamais cesser, jusqu'au moment où il n'existera plus dans la Grande-Bretagne qu'un petit nombre de grandes Compagnies. »

En Belgique, les résultats ont été les mêmes qu'en Angleterre. M. Jamar, ministre des travaux publics, a traité cette question dans un exposé fait à la Chambre, en 1870, et dont plusieurs journaux français ont reproduit des extraits. Je n'en citerai qu'un court passage :

« On a cru en Belgique, comme en Angleterre, que, pour assurer le bon marché des transports, il fallait empêcher le monopole des chemins de fer ; qu'aux lignes existantes il fallait absolument opposer des lignes concurrentes. Or, l'expérience prouve que la concurrence des chemins de fer produit des effets en sens inverse ; qu'au lieu de la réduction, elle a pour résultat final le renchérissement des prix de transport. »

Des résultats analogues se sont encore produits en Amérique, et sont constatés dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des pièces officielles telles que l'enquête du Massachussets et celle qui a été ordonnée par le Sénat, à l'occasion des plaintes formulées par les habitants de la région à céréales. La variation des tarifs paraît avoir été plus grande aux États-Unis que dans les autres pays. Voici comment le *Nord-American Review* s'est exprimé sur ce sujet :

« Jusqu'à présent, la concurrence a été la peste des chemins de fer ; elle a toujours agi comme un violent agent de perturbation. Si, à un moment, elle force les prix à descendre à un taux déraisonnablement bas, c'est pour les faire monter, une autre fois, par suite de coalition, à un taux excessivement élevé. Dans ces dernières années, le prix des transports entre New-York et Chicago a oscillé, sous l'influence de la concurrence, entre 5 et 37 dollars par tonne, et de la même localité à Saint-Louis, entre 7 et 46 dollars ; et le Érié-Railway se faisait payer tantôt 2 dollars, tantôt 37 par tonne. »

Il y a quelques mois, une dépêche insérée dans tous nos journaux annonçait que les chemins du New-York central, de l'Érié, de l'Ohio, de la Pensylvanie et *quarante-deux autres* avaient contracté un arrangement par lequel ils consentaient une base permanente et uniforme des tarifs avec une notable élévation des prix.

On voit que ce n'est pas sans de sérieux motifs qu'un grand nombre d'hommes d'État, d'ingénieurs et d'économistes, admettent que la concurrence doit être écartée de l'industrie des chemins de fer.

. . . . . .

Conclusions.

1. De quelque manière qu'un réseau soit exploité, les conditions qui lui sont faites doivent être telles qu'une bonne administration puisse obtenir des recettes suffisantes pour assurer la régularité du service, et donner une juste rémunération aux capitaux engagés.

2. On doit régler les tarifs d'après une étude minutieuse des besoins des populations, de la nature des industries et des frais de transport sur les voies concurrentes. Ils sont nécessairement compliqués dans un pays composé, comme la France, de parties très-dissemblables.

Il importe essentiellement de les établir avec assez d'ordre et de clarté, pour qu'un expéditeur attentif et ayant quelque expérience puisse, dans tous les cas, comparer promptement les diverses conditions et les différents itinéraires qui lui sont offerts. Lorsque ce résultat sera assuré (1), toute modification un peu importante qui n'aurait pour but que de simplifier les tableaux devra être rejetée.

---

(1) Je parle d'une manière générale et sans me prononcer sur les difficultés que peuvent présenter les tarifs actuels. L'enquête ouverte recueillera des faits, et permettra d'apprécier les plaintes qui ont été formulées sur ce point.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3. La combinaison qui a été adoptée en France, tant pour la construction que pour l'exploitation, a donné des résultats meilleurs que les divers systèmes suivis dans les autres pays; elle a augmenté la richesse nationale dans une proportion énorme et dans quatre-vingts ans elle mettra l'État en possession d'une propriété d'un immense rapport.

4. L'utilité d'un réseau doit être appréciée d'après les richesses qu'il produit.

Dans l'origine, lorsque l'on n'avait que des lignes disséminées et peu nombreuses, les rapports de la longueur des chemins à l'étendue du territoire et à la population pouvaient être pris pour mesures, tant des efforts faits que des résultats obtenus, dans les divers pays. Ces nombres ne sont maintenant que des éléments de statistique utiles pour l'étude de la formation des réseaux et du tracé des lignes.

Dans l'œuvre de l'amélioration et du développement de ses chemins, la France n'a pas à s'inquiéter du rang qu'elle occupe sous le rapport de la longueur.

5. Eu égard à l'étendue actuelle des chemins de fer en France et à l'abondance des capitaux, les principales difficultés de l'extension du réseau sont relatives à l'exploitation.

La construction d'un chemin dont l'exploitation n'est pas assurée par une combinaison financière sérieuse, est une source de mécontentements, de pertes et de difficultés de divers genres.

6. L'exploitation des chemins de fer ne se prête pas aux exigences de la libre concurrence. Tous les systèmes essayés, ou même indiqués, se réduisent au monopole ordinaire et au monopole divisé entre des compagnies privilégiées (1).

7. Le monopole ordinaire par régions commerciales, présente les avantages qui résultent de l'unité d'action; il assure notamment des facilités précieuses aux voyageurs qui doivent suivre successivement différentes lignes, par les correspondances qu'il établit entre les diverses directions, et la réunion des trains dans les mêmes gares.

Les relations entre les réseaux contigus sont faciles à régler, parce que les traités ne concernent que des opérations restreintes, et par suite, n'altèrent que très-peu l'indépendance des contractants.

8. Quand la concession est à long terme, la prospérité de chaque compagnie de monopole est intimement liée à celle de la région qu'elle dessert.

9. Le monopole divisé n'offre pas les avantages du monopole simple, et conduit à ce dernier mode après avoir produit divers désordres et des pertes de capitaux. Il laisse subsister les abus du monopole, qui ne peuvent être prévenus que par des stipula-

(1) Dans ce travail, j'ai évité de parler de l'exploitation par l'État, qui offre quelques caractères particuliers, bien qu'elle rentre dans l'un des deux genres de monopole, suivant que l'État possède toutes les lignes d'une région, ou seulement quelques-unes d'entre elles.

Ce sujet exigerait des développements étendus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions contenues dans les actes de privilége, et par l'intervention prudente de l'Administration publique.

10. L'indépendance de petites lignes simplement affluentes se concilie avec l'existence de réseaux de monopole.

11. Lorsqu'une compagnie possède des chemins sur un territoire, et qu'une nouvelle société entreprend d'y construire des lignes pouvant faire concurrence aux anciennes, la question des conditions de rachat ou de fusion est posée par le fait même du nouveau privilége. Le débat est engagé immédiatement. Quand les parties sont d'accord, les pouvoirs publics peuvent retarder la conclusion, mais ils ne possèdent aucun moyen de maintenir indéfiniment une situation forcée, et le public n'a aucun intérêt à ce que la solution définitive soit ajournée.

12. Les réductions de tarifs qui résultent de l'économie dans l'exploitation et du développement des transports, sont seules utiles et durables. Toute réduction faite en vue d'une concurrence absorbe des capitaux et doit être considérée comme un mal; mais lorsque des compagnies ne parviennent pas à s'entendre, il n'est pas possible d'empêcher une lutte de s'établir.

13. En dehors des engagements spéciaux qu'elle a pris, une compagnie privilégiée est soumise en tout aux règles du droit commun.

Les lois de la concurrence sont réciproques. Nul ne saurait prétendre qu'il peut faire loyalement concurrence, et qu'on ne pourrait lui faire concurrence sans manquer à la loyauté.

14. Une lutte qui se manifeste non par des abaissements de prix, mais par des facilités de divers genres offertes au public, ou se réduit à peu de chose, ou doit produire les mêmes effets que la concurrence dans sa forme ordinaire.

15. Les raisonnements qui ont pour base le prix de construction d'un kilomètre de chemin, exigent de grandes précautions.

Le rapport des dépenses aux recettes d'exploitation est un élément de statistique dont on ne peut déduire des indications utiles que lorsque l'on connaît, à peu près, dans quelles conditions les chemins considérés se trouvent sous le rapport des difficultés de la traction, de l'état d'entretien de la voie, des éléments du tonnage, des facilités accordées aux voyageurs, de la composition du tarif, etc.

16. Il est plus facile d'obtenir de rapides concentrations de matériel pour les besoins du commerce ou les opérations militaires, lorsque les diverses lignes appartiennent à une même compagnie, que lorsqu'elles sont indépendantes.

. . . . . .

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 11 *janvier* 1878.

Présidence de M. Dumas, président.

Correspondance. — M. *le Président* de l'Union des Beaux-Arts appliqués à l'industrie, place des Vosges, 3, à Paris, envoie des invitations pour les conférences qui seront faites, au siége de cette association, les mercredi et vendredi de chaque semaine.

M. *Matisse* (J.), rue du Cherche-Midi, 102; boulon pour la fermeture des devantures de boutiques, qui permet à une personne seule de fermer les volets les plus difficiles. (Arts mécaniques.)

M. *Ferraris*, rue de l'Ouest, 96, à Plaisance-Paris, annonce qu'il a inventé un *petit télégraphe parisien* et un *réchaud-ménage,* et il demande l'examen de ces deux inventions. (Arts économiques.)

M. *Fourman-Piot,* fabricant de boîtes-étuis pour la conservation des montres, à Soilly, près Dormans (Marne), demande l'examen des produits de cette industrie, et une protection contre la concurrence allemande. (Arts mécaniques.)

M. *Hérardin* (Léon), rue Duret, 22, quartier de l'Étoile, à Paris, demande que ses appareils de sauvetage soit admis à l'examen de la Société. (Arts économiques.)

M. *Reynier* (Émile), avenue de l'Observatoire, 19; Mémoire sur divers procédés hydrostatiques de déplacements compensateurs, applicables à divers usages. (Arts mécaniques.)

M. *Le Grand* (A.), rue Laffitte, 22 *bis*, à Paris, envoie un spécimen d'un produit, d'importation récente, le *ciment Mac Lean,* qui est blanc et se prête à toutes les applications les plus diverses, notamment à l'exécution d'enduits, imitations de pierre, peintures à fresques, etc. (Constructions et Beaux-Arts.)

M. *Michel Perret,* membre correspondant de la Société, à Tullins (Isère), envoie une description du foyer à étages multiples qu'il a inventé pour brûler les combustibles pulvérulents et pauvres.

Il semblait, ajoute-t-il, que l'application au charbon des appareils qu'il avait créés dix ans auparavant pour brûler les pyrites menues, devait être facile, puisque cette pyrite est elle-même un très-mauvais combustible. Mais il n'en a pas été ainsi. La combinaison de l'oxygène avec le carbone présentait deux états dont les effets calorifiques sont très-différents. Il a fallu, dans un appareil simple, remplir les conditions de bonne combustion qui, d'ordinaire, ne s'obtiennent qu'au moyen d'appareils compli-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qués et de combustibles spéciaux. Aujourd'hui M. *Perret* présente un foyer déjà appliqué à diverses industries et remplissant les conditions requises, en utilisant toute espèce de combustible. (Renvoi à la Commission du *Bulletin*.)

Envois faits avant le 1er janvier 1878, et concernant les prix au concours. — M. *de Bisschop*, chez MM. *Mignon* et *Rouart*, rue Oberkampf, 149, à Paris. — Moteur à gaz pour le concours des petits moteurs.

M. *Fraissinet* (Édouard), rue Lafayette, 36, à Paris. — Même concours.

M. *Bozerian* (Gaston), rue de Tournon, 6, à Paris. — Baromoteur pour le même concours.

M. *Herbelot* (Armand), avenue d'Eylau, 15, à Paris. — Même concours.

M. *Arnaudeau* (A.), ingénieur civil, avenue de la Paix, Grand-Montrouge (Seine). — Même concours.

M. *Bourdin* (Jules), boulevard Haussmann, 98. — Pédale magique. Même concours.

M. *Fau* (J.), rue du Jardin-Public, 87, à Bordeaux. — Même concours.

Auri sacra fames. — Note pour le même concours et pour d'autres sujets.

M. *Anthoni* (G.), ingénieur-mécanicien, rue Fouquet, 38, à Levallois-Perret. — Renseignements à titre de concurrent pour le concours relatif aux moyens de remédier aux vibrations des marteaux mécaniques.

Observation et persévérance. — Renseignements pour le même concours.

M. *Leblan* (André), passage Joissans, à Malakoff, Paris. — Même concours.

M. *Lesénéchal* (Jules), rue de la Pitié, 9. — Même concours.

(Ces envois sont adressés au comité des arts mécaniques, chargé de les examiner).

Grande ou petite, la moindre invention sera toujours un peu utile à la nation. — Mémoire pour le concours relatif à la *fabrication artificielle du graphite*.

M. *Dronier*, chimiste, passage Piver, 4, à Paris. — Envoi pour le concours relatif à un nouvel alliage utile aux arts.

(Ces deux communications sont renvoyées au comité des arts chimiques).

M. *Bertrand* (P.), rue du Tondu, 139, à Bordeaux. — Note relative au prix pour l'extinction d'un foyer de phylloxera.

M. *Doublet* (J. H.), rue Perceval, 28, à Paris. — Même concours.

M. *Balny* (J.), instituteur, à Espoubourg (Oise). — Même concours.

M. *Ballot*, impasse de l'Enfant-Jésus, 5, à Paris. — Même concours.

M. *Trélohan* (Louis), propriétaire, à Redon (Ille-et-Vilaine). — Même concours.

Ceci est une œuvre de bonne foi.—Mémoire pour la description d'une région agricole.

M. *Mignucci* (J. F.), avocat, à Corte, pièces pour le concours relatif à la plantation d'arbres fruitiers dans les terrains pauvres.

(Ces dossiers sont renvoyés au comité d'agriculture).

MM. *les Secrétaires* signalent dans la partie imprimée de la correspondance les ouvrages suivants :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rapport sur le commerce des fontes, fers et aciers dans la Grande-Bretagne, par M. *Labourdette* (J.), brochure in-4.

M. le Dr *Godard* (Jules), *Étude sur le bégaiement et son traitement physiologique*, brochure in-8.

M. *Gonin* (E.), ingénieur-constructeur, *Manuel pratique de construction,* présenté au nom de l'auteur par M. *Hervé Mangon,* membre de l'Institut. Paris, 1877, grand in-8, avec un atlas in-4.

M. *Chéry* (J.), chef de bataillon du génie, professeur de construction à l'École d'application de Fontainebleau. — *Constructions en bois et en fer,* 1re partie, *Emploi du bois et des métaux dans les construtions,* Paris, 1877, un vol. grand in-8, avec atlas. Ouvrage présenté au nom de l'auteur par M. *Goulier,* colonel du génie, et renvoyé, sur sa demande, à l'examen du comité des constructions et des beaux-arts.

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* adresse un exemplaire du Rapport de M. *Barral,* secrétaire perpétuel de la Société centrale d'agriculture de France, sur le concours ouvert en 1876, pour le meilleur emploi des eaux d'irrigation (Les irrigations dans le département de Vaucluse), un volume grand in-4 (imprimerie nationale), avec plans et cartes gravés.

Rapports des comités. — *Graissage des poulies folles.* — M. *Pihet* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un Rapport sur le godet graisseur pour poulies folles breveté, qui a été présenté à la Société par M. *Saurel.*

Le rapporteur propose de remercier M. *Saurel* de sa communication et de faire insérer le Rapport dans le *Bulletin* avec un dessin.

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil.

Communications. — *Commerce de viande fraîche en Amérique.* — M. *Mangon* expose devant la Société la situation du commerce de viande fraîche qui s'est établi, depuis quelques années, entre les États-Unis d'Amérique et l'Europe. (Cette communication paraîtra au *Bulletin.*

Liquéfaction et solidification des gaz. — M. *Dumas,* président, donne à la Société des détails sur les expériences récentes de M. *Cailletet* et de M. *Raoul Pictet* sur la liquéfaction des gaz. (Cette communication sera insérée au *Bulletin.*)

Agriculture de la Corse, Mal' aria. — M. *Boitel,* inspecteur général de l'agriculture et des établissements pénitentiaires de la Corse, fait une communication sur l'agriculture de la Corse et il fait connaître comment on combat la Mal' aria par la mise en valeur des terres incultes. (Cette communication sera insérée au *Bulletin.*)

Nomination de membres. — Le Conseil nomme membres de la Société : MM. *Rigal,* membre de plusieurs sociétés savantes, à Paris; *Denizart,* négociant, à Beauvais; *Turpin,* manufacturier, 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

77e année. Troisième série, tome V. Mars 1878.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. ED. COLLIGNON, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur un* CHARIOT PROPRE A FACILITER LE DÉCHARGEMENT DES GROS BLOCS DE PIERRE, *imaginé par* M. FOLACCI, *rue François-Miron, 12, à Paris.*

Messieurs, le déchargement des gros blocs de pierre que l'on transporte aux chantiers de construction s'opère, en général, à l'aide d'un cric, en exerçant sur la pierre des efforts directs. Cette méthode n'est pas sans inconvénient, surtout si la pierre est tendre. La concentration de ces efforts, sur une région très-circonscrite du bloc, suffit, parfois, pour briser le morceau. Malheur à l'ouvrier qui se trouve pris sous la partie qui se détache; s'il n'est pas écrasé par la chute, il n'est pas rare qu'il y laisse une main ou même un bras tout entier.

M. Folacci, déjà connu, dans les travaux publics, comme auteur d'un wagon propre à immerger les blocs artificiels qu'on emploie aujourd'hui dans les constructions de jetées à la mer, a créé, il y a quelques années, un type de chariot, ou de *binard*, qui rend facile et inoffensive une opération justement regardée jusqu'ici comme pénible et dangereuse.

Son chariot se compose d'une plate-forme portant des galets, sur laquelle repose le plancher mobile qui reçoit la pierre. Une pente de 5 pour 100 environ permet le glissement de la partie mobile sur la partie fixe. Pour déterminer ce mouvement, il suffit de tirer, sur l'avant de la voiture, une clavette qui retient le chargement; le plancher glisse avec sa charge jusqu'à ce qu'il déborde le châssis de moitié de sa longueur; un arrêt qui vient buter dans une glissière latérale, le retient en porte à faux dans cette position;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais alors le centre de gravité de la charge passant en dehors du point d'appui, le plancher subit un mouvement de bascule et la pierre, placée au-dessus, continue à descendre sur l'inclinaison plus raide qu'il affecte à ce moment. Elle touche bientôt terre ; le plancher est retenu dans sa position renversée par un rouleau qui prend son appui sur le sol. Veut-on achever de dégager le chariot, il suffit de faire avancer l'attelage ; la pierre s'abaisse graduellement, sans jamais recevoir de chocs brusques, et bientôt elle est déposée à terre derrière la voiture, sans que les ouvriers, chargés de la manœuvre, aient jamais été exposés à se trouver pris sous cet énorme poids.

Dans l'essai dont j'ai été témoin sur un chantier de l'avenue Rapp, près du Champ-de-Mars, j'ai vu décharger en quelques instants deux pierres, dont l'une avait environ 3 m. de long sur $1^{m},60$ de large et $0^{m},95$ d'épaisseur ; l'autre, gerbée sur la première, avait 2 m. de long, $0^{m},95$ de large et $0^{m},85$ d'épaisseur. Elles sont descendues avec la plus grande facilité ; la plus grosse s'est étendue à plat ; l'autre, touchant le sol par une arête, a continué à porter sur la première par l'arête opposée. Bien qu'elles fussent toutes deux de nature très-friable, on n'a constaté, après l'opération, aucune rupture, aucun épauffrement.

Le binard dont M. Folacci se sert en ce moment, premier essai fait dans une voie nouvelle, appelle quelques petits perfectionnements de détail que l'inventeur introduira dans les nouveaux appareils à construire. On peut réduire un peu, par exemple, la hauteur du plancher, augmenter le diamètre du rouleau qui porte par terre, introduire une crémaillère latérale qui permette de faire varier à volonté la pente du plan incliné, enfin, rendre la voiture un peu plus légère, en adoptant d'autres ferrures : toutes ces modifications s'indiquent d'elles-mêmes, et on ne peut douter des résultats qu'elles permettraient d'atteindre.

Un petit treuil, porté par le chariot, sert à remettre en place le tablier mobile ; un homme suffit pour cette dernière opération.

En résumé, on peut dire que M. Folacci applique à la manœuvre des grosses pierres de taille, les procédés empruntés à l'opération du lancement des bâtiments à la mer ; quant à la disposition du plancher à bascule, elle peut être comparée, jusqu'à un certain point, au système des haquets qu'on emploie pour le transport des tonneaux. Comme résultat, le chariot Folacci simplifie une opération difficile et supprime un des dangers les plus graves auxquels les ouvriers soient exposés sur les chantiers de construction. A ce double titre, nous pensons qu'il y a lieu, pour la Société d'encou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ragement, de féliciter M. Folacci de son invention, et nous proposerons au Conseil de décider que le présent Rapport sera inséré dans son *Bulletin*, avec un dessin représentant le chariot dans ses deux positions principales, chargé et pendant le déchargement.

Signé : Ed. Collignon, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 27 octobre 1877.

LÉGENDE RELATIVE AU CHARIOT DE M. FOLACCI REPRÉSENTÉ PLANCHE 72.

Fig. 1. Vue de profil du chariot, représenté pendant le déchargement, avec indication en ponctué de la position qu'occupait auparavant la charge.

A, plate-forme à surface inclinée, portée sur deux trains de roues.

B, galets, au nombre de dix, placés deux à deux de chaque côté de la plate-forme A, sur des axes en fer fixés sur cette plate-forme perpendiculairement à sa longueur.

C, tablier, ou plancher mobile, recevant la pierre à décharger et glissant sur les galets B.

D, glissières placées sur chaque côté de la plate-forme et servant, au moyen de deux tourillons E qui viennent butter contre, à retenir en porte-à-faux le tablier C, quand il a basculé avec sa charge.

E, tourillons fixés en face l'un de l'autre au tablier C, vers la moitié de sa longueur et suivant une ligne perpendiculaire au grand axe de ce tablier.

F, rouleau fixé à l'extrémité du tablier C, et sur lequel porte ce tablier quand il a basculé.

G, petit rouleau parallèle au grand rouleau F, et facilitant le glissement de la pierre au moment du déchargement.

H, clavette placée en avant du chariot et qu'il suffit de manœuvrer pour rendre libre le tablier C, lequel est retenu contre la plate-forme par une tringle horizontale.

I, chaîne s'enroulant sur un treuil placé à l'avant du chariot, et servant à ramener en place le tablier C, quand la pierre a été déchargée et que l'attelage a fait avancer le chariot d'une certaine quantité. (M.)

TISSAGE.

Rapport *fait par* M. Laboulaye, *au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les* lisses métalliques *de* MM. Chevallier *frères, à Orléans.*

MM. Chevallier frères, fabricants de couvertures, à Orléans, soumettent à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la Société d'encouragement un système de lisses métalliques par lesquelles ils remplacent les lisses en ficelles, habituellement employées pour mouvoir la chaîne sur le métier à tisser les couvertures et obtiennent ainsi plus de durée, en diminuant le temps perdu lors des foulées.

La lisse de MM. Chevallier n'a pas seulement un œil en métal, comme il en existe sur quelques métiers à tisser, elle est entièrement métallique, d'un seul morceau et faite d'un fil métallique tordu, se montant facilement sur des liais en fer creux légers et rigides. L'écartement des spires, vers le milieu, fournit passage à un fil de chaîne, mais presque nécessairement dans des conditions défectueuses, l'angle formé par les fils métalliques serrant la chaîne et devant faire naître des ruptures. C'est à remédier à cet inconvénient que les inventeurs se sont appliqués avec succès, en exerçant une distension sur les fils métalliques, pour les redresser près de leur point de croisement et donner à l'œil de la lisse une forme elliptique. Par ce moyen, le fil du tissu, même faiblement tordu, n'est plus altéré.

MM. Chevallier ont combiné, pour la fabrication rapide et économique des lisses de leur système, une petite machine fort bien combinée et construite par M. Deroy-Poisson, mécanicien à Orléans. Le fil recourbé, une fois placé, on le tord des deux extrémités à la fois, au moyen d'une manivelle et de deux couples de roues d'engrenage, le rapprochement des poupées éloignées par des ressorts à boudin mesurant la torsion voulue. Puis, avant de retirer la lisse, on agit sur un excentrique placé au milieu, qui écarte deux ressorts entourés par une spire et on donne à l'œil de la lisse la forme voulue.

On voit que MM. Chevallier ont complètement et habilement résolu le problème qu'ils s'étaient proposé, et réalisé un progrès de quelque valeur pour une importante industrie.

Nous vous proposons de remercier ces Messieurs de leur communication, et d'insérer au *Bulletin* le présent Rapport et les dessins de la machine à fabriquer les lisses entièrement métalliques.

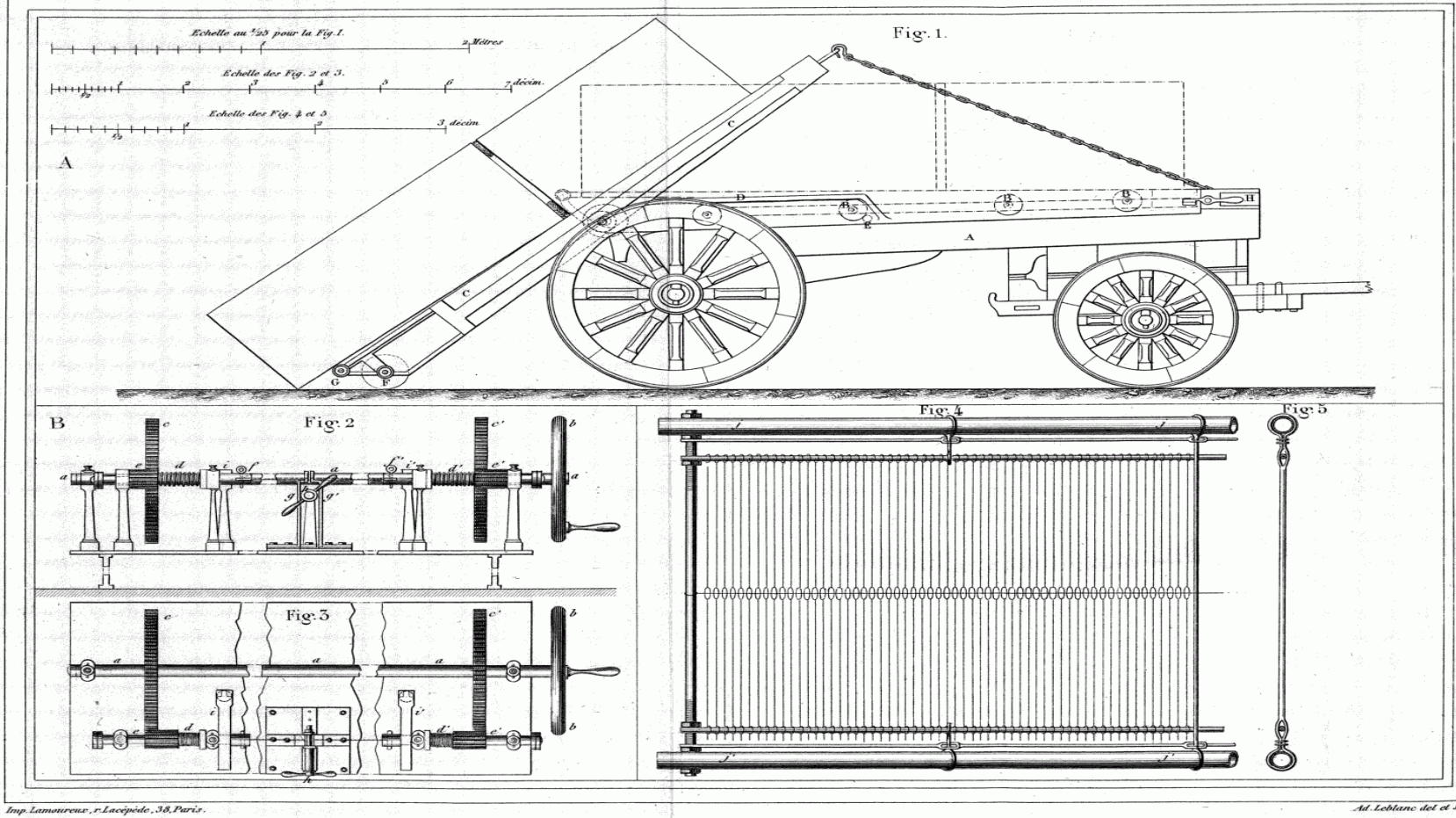
Signé : Ch. Laboulaye, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 9 novembre 1877.

LÉGENDE RELATIVE AU SYSTÈME DE FABRICATION DES LISSES MÉTALLIQUES DE MM. CHEVALLIER, REPRÉSENTÉ PLANCHE 72.

Fig. 2. Vue partielle, de face, de la machine à fabriquer les lisses métalliques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. Lacépède, 38, Paris.

Ad. Leblanc del et sc.

A. CHARIOT POUR LES GROS BLOCS DE PIERRE, PAR M. FOLACCI. — B. FABRICATION DE LISSES MÉTALLIQUES PAR M.M. CHEVALLIER.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 3. Vue en dessus.

Fig. 4. Lisses métalliques montées.

Fig. 5. Section verticale perpendiculaire à la figure 4.

a, arbre moteur de la machine tournant dans des coussinets portés, à chaque extrémité, par des colonnettes.

b, volant à manivelle, calé à l'extrémité de droite de l'arbre *a*.

c, *c'*, grandes roues dentées, fixées sur l'arbre *a* et engrenant avec de larges pignons.

d, *d'*, axes entourés d'un ressort à boudin et installés en avant de l'arbre *a*, parallèlement à sa direction; ils sont disposés dans le prolongement l'un de l'autre et portés, chacun, par deux colonnettes jumelles.

e, *e'*, larges pignons engrenant avec les roues *c*, *c'*; ils sont montés sur leurs axes de manière à pouvoir, lorsqu'ils ne sont pas clavetés, glisser sous l'action des ressorts à boudin.

f, *f'*, goupilles où s'attachent, sur les axes *d*, *d'*, les extrémités du fil métallique destiné a être façonné à l'état de lisse; en tournant le volant *b*, on opère la torsion des deux extrémités de ce fil.

g, *g'*, tiges verticales placées entres les deux axes *d*, *d'*, et fixées dans le bas de manière que les têtes aient assez d'élasticité pour s'écarter l'une de l'autre sous l'action d'un excentrique placé entre elles; le fil métallique de la lisse entoure ces deux tiges, en allant de part et d'autre s'attacher aux goupilles *f*, *f'*.

h, excentrique mu par une béquille à main et servant, en produisant l'écartement des tiges *g g'* qui agissent sur deux mandrins demi-circulaires, à donner à l'œillet de la lisse la forme elliptique voulue, forme indiquée sur la figure 4.

i, *i'*, leviers articulés sur deux colonnettes placées en arrière des axes *d*, *d'*, et servant à arrêter la torsion lorsqu'elle est suffisante.

j, *j'*, liais en fer creux sur lesquels se montent les lisses terminées (fig. 4). (M.)

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. BÉRARD, *au nom du comité des arts chimiques, sur le* NOUVEAU PROCÉDÉ DE DOSAGE POUR L'EXTRAIT SEC DES VINS, *proposé par* M. HOUDART, *rue de Belleville,* 134, *à Paris.*

M. Houdart, négociant en vins, a adressé à la Société d'encouragement une brochure qui présente un résumé de travaux importants sur l'analyse des vins, et qui fait mention d'un procédé nouveau *pour le dosage de l'extrait sec des vins par l'aréométrie.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je viens, au nom du comité des arts chimiques, vous rendre compte des expériences ainsi que du procédé dont M. Houdart est l'auteur.

Ces expériences ont uniquement pour objet l'examen des vins d'usage commun et de transactions courantes, tels que ceux que l'on récolte dans les départements du Gard, de l'Hérault et de l'Aude, dans le Midi ; du Cher et de l'Indre-et-Loire, dans le Centre ; ces vins qui représentent en quantité une fraction considérable de la production totale de la France, qui entretiennent pour la plus large part la consommation des grandes villes, doivent être distingués, au point de vue commercial, des vins fins ou sucrés qui font l'objet de transactions toutes spéciales et dont la valeur est surtout appréciée par la dégustation. La valeur des vins communs est calculée d'après l'estimation de trois qualités : la couleur, la richesse alcoolique et l'abondance des matières extractives, c'est-à-dire, des substances fixes tenues en dissolution dans le liquide.

C'est sur la détermination de ces dernières substances que M. Houdart a surtout porté son attention. Disposant, dans la commune des Lilas (Seine), d'un magnifique chais très-bien aménagé auquel est adjoint un laboratoire spécial de chimie que l'on peut considérer comme un modèle, exercé aux manipulations analytiques, possédant pleinement, soit par lui-même soit par tradition toute l'économie du commerce des vins, M. Houdart pouvait mieux que personne diriger ses études vers un but pratique et reconnaître dans les faits qu'il avait observés ceux qui étaient susceptibles d'application.

L'expérience de Gay-Lussac, par laquelle on détermine la richesse alcoolique d'un vin, à fourni à M. Houdart le point de départ de ses recherches. On sait que cette expérience consiste à distiller un volume déterminé de vin pour en extraire l'esprit : le résidu de la distillation, nommé vinasse, contient toutes les substances fixes en dissolution dans le vin ; lorsqu'on veut déterminer le poids de ces substances, il faut poursuivre l'évaporation de la vinasse jusqu'à sec et peser le résidu. Cette opération ne peut donner des résultats exacts que lorsqu'elle est conduite avec beaucoup d'habileté et de prudence. Elle doit être soumise à des conditions de température et de durée, étudiées par M. Pasteur, et dans ces derniers temps par MM. Gauthier et Magnier de la Source, qui ne peuvent être exécutées que par des chimistes exercés et pourvus d'un laboratoire bien outillé. Les négociants en vin ne pourraient, dans la plupart des cas, recourir à cette méthode pour déterminer la quantité de matières fixes contenue dans un vin donné. Voici le procédé plus expéditif que propose M. Houdart.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La vinasse est étendue d'une quantité d'eau suffisante pour reproduire le volume primitif du vin soumis à l'expérience; la densité est mesurée au moyen d'un aréomètre. Il était permis de penser que cette densité serait en rapport direct avec la quantité de matières fixes contenue dans le vin. M. Houdart a déterminé ce rapport par voie expérimentale et par plus de 600 analyses des vins de commerce courant, exécutées dans des conditions identiques et en s'entourant des précautions recommandées dans les travaux les plus récents. Ces analyses ont permis de fixer un coefficient expérimental, à peu près constant, au moyen duquel on peut transformer les indications du densimètre en indications de poids représentant la quantité de matières dissoute, de telle sorte que l'examen densimétrique, qui est très-rapide, suivi d'un calcul très-simple, permet ainsi de déterminer avec une approximation suffisante le poids de l'extrait contenu dans un vin et dispense d'une longue analyse.

Les tables de Gay-Lussac, faisant connaître les densités de liquides alcooliques de diverses richesses, ont permis à M. Houdart d'introduire dans l'exécution de son procédé une nouvelle simplification. On prend directement la densité du vin soumis à l'essai; puis, après avoir déterminé expérimentalement le titre alcoolique, on retranche de la densité totale la densité du liquide alcoolique correspondant. On obtient ainsi la densité de la vinasse et par suite la quantité d'extrait. Ces calculs ont été faits à l'avance dans des tables à deux entrées dressées par M. Houdart. Les densités du vin, croissant par millièmes, sont inscrites dans la colonne verticale; les titres alcooliques sont énoncés dans la colonne horizontale : à la rencontre des deux colonnes on trouve un chiffre qui représente, tous calculs et corrections faites, la quantité d'extrait contenu dans le vin. Ces tables ont pour objet d'éviter au négociant des calculs avec lesquels il n'est point familiarisé et de guider ses observations par une sorte de barème.

On voit, en résumé, que les longues recherches de M. Houdart ont eu pour résultat de déterminer un chiffre représentant en moyenne la relation qui existe entre la densité des vinasses de vin et leur richesse en matières extractives. On sera peut-être surpris que cette relation soit exprimée par un chiffre sinon constant, du moins variable entre des limites rapprochées : mais si l'on se reporte aux observations publiées par M. Pasteur, dans son célèbre Mémoire sur la fermentation alcoolique, on voit que plus du tiers et quelquefois la moitié de l'extrait est formée par la glycérine et l'acide succinique, et que par conséquent, les extraits des différents vins présentent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour une fraction importante, une constitution uniforme. Il n'est donc pas étonnant que M. Houdart ait trouvé dans ses résultats la trace de cette uniformité relative.

Cependant, l'emploi des chiffres moyens dans les analyses présente des inconvénients qui n'ont point échappé à votre comité des arts chimiques, et il y aurait peut-être des réserves à faire en ce qui concerne certains vins exceptionnels qui seraient, ou très-peu riches, ou au contraire, très-riches en extrait. Ces réserves ne peuvent empêcher de reconnaître que le procédé densimétrique inventé par M. Houdart donne de bons résultats dans l'analyse des vins ordinaires de nature variée que l'on obtient dans le Bordelais, la Bourgogne, le Centre et le Midi; que ce procédé a été expérimenté avec succès dans plusieurs laboratoires, en particulier dans celui que dirige M. Gauthier, et qu'il est de nature à éclairer les transactions. En effet, dans l'état actuel des choses, les négociants apprécient la quantité d'extrait qu'ils nomment le *corps du vin*, par la simple dégustation. Il est à peine nécessaire de montrer combien ce genre d'examen est inférieur au procédé proposé par M. Houdart, et l'on comprend dès-lors l'intérêt que présentent ses recherches pour la discussion des prix et la vérification des marchandises livrées. Le dosage de l'extrait a non-seulement pour objet de servir à établir la valeur d'un vin, mais encore de déterminer le degré de stabilité de ses divers principes et, par conséquent, d'assurer le négociant contre les causes d'altération. C'est par le dosage de l'extrait comme par celui de l'alcool, que le commerçant recherche si une partie de vin qu'on lui a vendue est conforme à l'échantillon proposé. La méthode indiquée par M. Houdart est par conséquent de nature à fournir aux négociants en vins des éléments nouveaux d'appréciation et de discussion. Elle contribuera aussi à appeler leur attention sur certains principes constitutifs du vin dont on a trop négligé, jusqu'à présent, de tenir compte.

Pendant longtemps on n'a vu dans le vin qu'une liqueur alcoolique, n'exerçant d'autres effets sur notre organisation que ceux des excitants: mais on sait aujourd'hui, depuis les belles recherches que nous avons déjà citées, que le vin est un véritable aliment grâce aux substances nutritives qui constituent l'extrait; il importe donc d'apprendre au négociant à estimer la valeur de ces substances, à comparer les proportions diverses qu'on en rencontre dans les différents vins et, par suite, à établir un prix reposant sur une base sérieuse.

Tels sont les services que M. Houdart aura rendus au commerce des vins :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous croyons que la méthode aréométrique qu'il a inventée peut aussi être utile à l'agriculture.

On sait que, depuis une quinzaine d'années, les grands propriétaires de vignobles du Midi ont substitué pour la vente de leur récolte, le *pesage* des vins au *mesurage*, en vue d'éviter les difficultés presque insurmontables que présentait cette dernière opération.

Ces difficultés tiennent à deux causes : en premier lieu, à la disproportion entre le volume des mesures maniables et le volume du liquide à mesurer dans des pays où la production atteint le chiffre élevé de 250 hectolitres à l'hectare ; et, en second lieu, à la forme même des mesures. Les mesures pour liquides sont, en effet, construites de telle sorte qu'elles doivent être remplies ras de bord et qu'elles ne peuvent être maniées lorsqu'elles sont pleines, sans entraîner des pertes par déversement. Divers inventeurs ont proposé de les munir de rebords ou autres dispositifs destinés à éviter ces inconvénients ; mais les modèles présentés ont été jusqu'à présent rejetés par l'Administration, comme s'écartant de la figure géométrique si simple, si correcte, qui a été imposée aux mesures pour liquides par l'ordonnance royale de 1839.

Par ces causes les propriétaires étaient autrefois obligés, dans les pays de grande production, d'adopter pour le mesurage, et vis-à-vis du marchand acheteur, une série de conventions destinées à rendre ce mesurage praticable mais qui étaient toutes au détriment de l'exactitude. De là naissaient des difficultés entre parties, suivies de contre-mesurages qui donnaient rarement des résultats identiques avec ceux obtenus dans la première opération et qui conduisaient à de fâcheux débats devant les tribunaux. Préoccupée de cet état de choses, la Société d'agriculture de l'Hérault chargea en 1862 une Commission choisie dans son sein d'étudier la question du pesage des vins : le Rapport de cette Commission, présenté par M. Camille Saint-Pierre, nous fait connaître que la densité des vins du Midi est comprise entre des limites telles que 1 000 litres de vin pèsent de 991 à 999 kilog. Malgré l'écart qui sépare ces chiffres, la Commission admet que la densité du vin étant peu éloignée de celle de l'eau, on peut sans erreur sensible transformer directement les poids en volume. Cette doctrine a prévalu dans le Midi, et le pesage des vins s'y est généralisé sur cette base ; mais, ainsi qu'on vient de le voir, elle n'est pas la représentation exacte de la vérité. Les longues recherches de M. Houdart, portant sur des échantillons de toute provenance, confirment les chiffres produits par la Commission de l'Hérault et prouvent que la densité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des vins varie depuis 0,991, jusqu'à la densité de l'eau ; pour un grand nombre d'échantillons, la densité est 0,993, ce qui donne pour 1,000 kil. un volume de 1 007 litres. Par conséquent, en prenant comme on le fait dans l'Hérault la densité du vin comme égale à la densité de l'eau, on commet, dans bien des cas, une erreur par défaut de près d'un litre par hectolitre. Cette erreur pourrait être évitée par l'usage du densimètre que M. Houdart a fait construire par M. Salleron en vue des essais sur les vins. Cet instrument, très-bien conçu et très-approprié à l'usage auquel il est destiné, permet de déterminer en quelques instants la densité du vin ; par conséquent de transformer avec exactitude le poids en volume. C'est ainsi que M. Houdart a supprimé le mesurage et l'a remplacé avec succès par le pesage dans le vaste chais qu'il dirige et dans lequel on entrepose annuellement une quantité de 30 ou 40 000 hectolitres. — Les propriétaires du Midi qui seront assez heureux pour protéger leurs vignes contre le fléau qui les menace actuellement, emploieront certainement le densimètre de M. Houdart, lorsque l'élévation des prix rendra sensibles des erreurs que l'on peut négliger actuellement, et ils trouveront avantage à substituer une méthode exacte à un moyen d'approximation.

En résumé, nous sommes d'avis que le procédé imaginé par M. Houdart pour doser expéditivement la quantité de matières extractives contenue dans un vin, est de nature à rendre des services au commerce courant, que l'aréomètre dont il est l'inventeur peut être utile au négociant et au viticulteur en vue de faciliter la substitution du pesage des vins à leur mesurage.

Votre comité des arts chimiques a, en conséquence, l'honneur de vous proposer de remercier M. Houdart de son intéressante communication, et de voter l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : BÉRARD, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 28 *décembre* 1877.

BEAUX-ARTS.

RAPPORT *fait par* M. BRUNE, *au nom du comité des constructions et des beaux-arts, sur l'appareil dit* PLANCHETTE DU PERSPECTEUR, *présenté par* M. LEPAGE, *rue Monge*, 119, *à Paris.*

M. Lepage a soumis à l'appréciation de la Société un instrument destiné à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faciliter le tracé des perspectives et qu'il nomme pour cela *planchette du perspecteur*.

C'est une planche environ quart grand aigle ($0^m,50 \times 0^m,35$), creusée parallèlement à deux de ses côtés consécutifs, et très-près du bord, d'une rainure étroite où glisse à frottement un petit curseur en bois portant un pivot de fer. Une règle terminée par un œil en laiton peut à volonté s'adapter sur le pivot, ou servir de règle ordinaire.

Il n'y aurait certainement là rien qui méritât de mention particulière, si la méthode de perspective employée par M. Lepage, et pour la réalisation de laquelle il a disposé sa planchette, n'était elle-même digne d'attention.

M. Lepage a été frappé de ce fait que, dans la plupart des méthodes usuelles, après avoir défini la perspective d'un point « l'intersection par le tableau du rayon mené de l'œil à ce point », on semble ne plus tenir aucun compte de cette définition, et que le tracé se fait au moyen des points de fuite et de distance, c'est-à-dire, d'après un ordre d'idées sensiblement différent. Cette anomalie n'avait pas échappé à Monge, et ce savant avait proposé une méthode de perspective où toutes les opérations se déduisaient logiquement de la définition par les procédés ordinaires de la géométrie descriptive.

Bien qu'appuyée de la grande autorité scientifique de Monge, et quoiqu'elle soit d'une application plus générale et d'un enseignement plus facile, au moins pour sa forme rationnelle, cette méthode n'a pas réussi à supplanter l'ancienne. On lui reproche, notamment, de déterminer séparément les lignes concourantes, ce qui peut altérer leur convergence ; de compliquer souvent les épures par de trop nombreuses traces de plans, d'exiger un grand espace pour le développement du tracé, enfin de ne donner, en général, qu'une perspective à trop petite échelle qu'il faut ensuite mettre au carreau.

Remarquons, d'abord, que plusieurs de ces inconvénients se présentent aussi avec la méthode ordinaire ; ainsi, il est rare que les points de fuite se trouvent sur le tableau, de sorte que le plus souvent on détermine séparément les lignes convergentes. Quant aux autres défauts signalés, M. Lepage s'est efforcé de les éviter, et c'est surtout par un ingénieux emploi de la règle pivotante, fondé sur les propriétés des triangles semblables, et en faisant de cet instrument un compas de proportion très-exact et en même temps très-commode, qu'il y a réussi. En se servant convenablement de cette règle et du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

compas, il arrive à n'avoir, au contraire, presque aucune trace marquée sur le papier ; en grandissant systématiquement certaines des lignes d'opération, il obtient directement une perspective d'une grandeur quelconque ; enfin, il fait tenir tous les tracés dans l'étendue restreinte de sa planchette, et cela sans confusion et avec toute la clarté possible.

Les opuscules imprimés et les nombreuses épures manuscrites qui nous ont été présentées montrent le parti qu'on peut tirer de la perspective de Monge, soit pour les perspectives directes, soit pour l'opération inverse, la restitution du géométral. M. Lepage espère que, ainsi interprétée et complétée par l'emploi de sa planchette, cette méthode prendra enfin dans l'enseignement la place définitive à laquelle Monge la jugeait destinée.

Nous ne pouvons affirmer que M. Lepage ait réussi à échapper à toutes les critiques ; la pratique seule montrera si, au point de vue de l'enseignement et de l'application, ses tracés sont plus accessibles à toutes les intelligences ; si réellement ils conduisent toujours à plus de simplicité, car les exemples qu'il donne à l'appui, quoique très-nombreux, n'embrassent évidemment pas tous les cas, et il a dû les choisir favorables à sa thèse.

Du reste, M. Lepage n'ignore pas que la perspective ne s'adresse pas seulement aux personnes familières avec la géométrie descriptive, et que parmi les peintres, notamment, beaucoup n'ont reçu qu'une préparation scientifique insuffisante. Aussi a-t-il imaginé un petit tétraèdre en bois qu'il nomme *tétraèdre de proportion* et qui, convenablement placé sur la planchette, fournit immédiatement les points principaux de la perspective d'un objet quelconque. Dans la plupart des circonstances cela suffit, l'habitude du dessin suppléant à ce qui reste indéterminé dans le contour.

En résumé, et tout en faisant les réserves ci-dessus, nous devons dire que cette méthode est exacte, qu'elle est intéressante à étudier, et qu'elle peut, dans beaucoup de cas, sinon dans tous, rendre de réels services.

Aussi, proposons-nous à la Société de remercier M. Lepage de son intéressante communication, et de publier ce Rapport dans le *Bulletin*.

Signé : Brune, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 25 *janvier* 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

STATISTIQUE COMMERCIALE.

NOTE SUR LE COMMERCE DE VIANDE FRAÎCHE EN AMÉRIQUE; PAR M. MANGON, MEMBRE DU CONSEIL (1).

Le public et les agriculteurs se préoccupent, depuis quelque temps, de l'introduction en Europe de quantités importantes de viande fraîche provenant de l'Amérique. Si, d'une part, on espère une diminution dans le prix de vente d'une denrée si nécessaire, on peut redouter, d'autre part, la concurrence qui résulterait de ces importations pour les produits de notre agriculture. J'ai, pour mon compte, assez confiance dans la puissance productrice de notre sol pour ne pas m'inquiéter, outre mesure, de la concurrence que les viandes américaines, ou les bestiaux de la Hongrie et de certaines parties de l'Autriche ou de l'Italie, peuvent venir faire sur nos marchés à la production indigène; mais il ne convient pas de s'endormir dans une sécurité sans prévoyance; il faut constater les faits avec calme pour étudier à l'avance les solutions les plus conformes à l'intérêt général et préparer, s'il y a lieu, les modifications à introduire dans nos exploitations rurales pour soutenir avec avantage la lutte contre la concurrence étrangère. J'espère donc que la Société sera bien aise de connaître quelques chiffres relatifs à l'état actuel de l'importation des viandes américaines en Angleterre, où ce commerce se développe rapidement depuis deux ans.

Les chiffres suivants viennent d'être publiés par la Société royale d'agriculture d'Angleterre, mais je possédais des renseignements semblables depuis quelques mois, et j'ai pu moi-même vérifier l'exactitude des faits que je vais rapporter.

Le transport des viandes fraîches à d'immenses distances semblait autrefois une difficulté insurmontable; le problème est aujourd'hui résolu dans des conditions pratiques et avec une économie vraiment surprenante.

Les expéditions les plus importantes ont lieu, jusqu'à présent, de New-York à destination de Liverpool.

Les bœufs sont amenés de l'intérieur à New-York par les chemins de fer, et débarqués près des abattoirs spéciaux. Le principal de ces établissements appartient à MM. T. C. Eastman et C^{ie}. L'abattage a lieu avec une rapidité et

(1) Communication faite dans la séance du 11 janvier 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un soin extrêmes, grâce à un matériel parfaitement entendu et à un personnel d'ouvriers très-habiles. La viande abattue est abandonnée à elle-même pendant trois ou quatre heures, pour qu'elle prenne naturellement la température ambiante. Elle est alors divisée en quartiers, soigneusement enveloppée dans de fortes toiles de coton et descendue, en attendant l'embarquement, dans des magasins où la température est maintenue à + 4° centigrades. Lorsque le paquebot est prêt à partir, on y transporte rapidement la viande et on la place dans des chambres refroidies spécialement disposées pour cet usage.

Plusieurs moyens ont été proposés et employés pour tenir la viande à une température basse pendant la traversée. Les procédés les plus simples, les plus efficaces et les plus pratiques, sont ceux qui fonctionnent à bord du *Celtic*, bâtiment de la Compagnie transatlantique *White-star et comp.* L'étage inférieur du paquebot, au-dessus du fond de cale, est réservé pour l'emmagasinage de la viande. Cet étage est formé par deux rangs de chambres indépendantes, séparées par un corridor. Chacune de ces chambres est enveloppée en tous sens d'un matelas de matières non conductrices de la chaleur; les portes sont disposées de la même manière et interceptent complétement l'entrée et la sortie de l'air par des joints en caoutchouc. Les viandes sont suspendues isolément dans ces chambres en rangées régulières et, dans les intervalles, elles sont maintenues par des traverses et des cales de manière que les mouvements du navire ne puissent occasionner entre elles ni choc ni frottement. Dans le corridor intermédiaire est placée un ventilateur aspirant et soufflant, qui puise de l'air froid dans un magasin hermétiquement fermé contenant une provision de glace et qui le refoule dans les chambres à viande. Cet air y arrive par la partie supérieure et sort par la partie inférieure pour retourner à la glacière; de sorte que le même air circule continuellement dans ces divers compartiments, en passant à chaque tour dans la chambre à glace où il se refroidit avant de rentrer dans les compartiments à viande. La capacité de cette glacière est de un quart à un cinquième de celle des chambres à refroidir.

Des thermomètres, placés en divers points de ces chambres et disposés de manière que leur tige graduée sorte à l'extérieur, sont constamment surveillés, et on règle la marche du ventilateur de manière que la température intérieure ne descende jamais au-dessous de 2°,8 centigrades et ne s'élève jamais au-dessus de 4°,4. La viande n'est donc pas en contact avec la glace; elle n'est pas gelée et elle est plongée dans un air froid dont la tension de vapeur est constamment ramenée à zéro; c'est-à-dire que cet air est sec par rapport à la viande, qui a ainsi une tendance à se dessécher un peu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Telles sont les conditions à remplir pour que la viande se conserve bien et arrive en Europe dans un état et avec un aspect complétement satisfaisants. Voici maintenant les conditions de prix dans lesquelles s'accomplissent ces transports.

La Compagnie des paquebots fait payer aux exportateurs de 31 fr. 25 à 37 fr. 50 pour chaque capacité de 40 pieds cubes, c'est-à-dire pour 1,13 mètre cube de chambre fraîche pouvant contenir de 330 à 340 kilog. de viande de bœuf. Le prix du fret, de New-York à Liverpool, est en nombre rond de dix centimes (0 fr. 10) par kilogramme de viande. Le transport d'un bœuf tué est donc en moyenne de 35 à 40 fr., tandis que le transport du même bœuf en vie s'élèverait, pour fret et nourriture, de 210 à 220 fr. Le rapprochement de ces deux chiffres suffit pour montrer quel progrès économique on a pu réaliser par l'emploi des chambres fraîches pour le transport de la viande.

De Chicago à New-York, les frais de transport, déduction faite de la valeur des abats, etc., est, dit-on, aussi de 0 fr. 10 par kilogramme de viande à exporter.

Lorsqu'un bâtiment chargé de viande quitte l'Amérique, on en prévient télégraphiquement les agents des expéditeurs en Angleterre, et pendant que le navire traverse l'Océan, ceux-ci s'occupent d'assurer le placement de sa cargaison à son arrivée. Un délai de trois jours leur est accordé, pendant lequel les viandes peuvent rester sans frais dans le navire. La nécessité de débiter dans ce court délai une grande quantité de viande fraîche obligeait souvent, dans les premiers temps, à la vendre à un prix trop bas pour être rémunérateur. Mais les correspondants des grands expéditeurs américains ont fait construire, à Liverpool, des magasins frais où la température est maintenue au degré convenable par des machines frigorifiques envoyant de l'air à la température voulue dans les chambres closes de ces magasins. La capacité de l'un de ces magasins est de 5 662 mètres cubes; elle est assez grande pour contenir l'approvisionnement d'une grande ville pendant plusieurs jours. On a d'abord expédié la viande de Liverpool à Londres par chemin de fer et wagons de marchandises ordinaires; mais à présent, pour assurer la fraîcheur et le bon état de la viande, on fait ces expéditions par des wagons spéciaux, rafraîchis par des procédés analogues à ceux employés à bord des bateaux.

Le prix de cette viande, à Liverpool, est en moyenne de 1 fr. 40 le kilogramme.

Le trafic de ces viandes fraîches se développe rapidement comme le mon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trent les chiffres suivants, relatifs aux exportations réunies de New-York et Philadelphie :

		Kilogrammes.
1875.	Octobre.	16 322
—	Novembre.	16 322
—	Décembre.	60 756
1876.	Janvier.	73 451
—	Février.	132 393
—	Mars.	136 927
—	Avril.	569 470
—	Mai.	458 841
—	Juin.	516 876
—	Juillet.	530 569
—	Août.	618 891
—	Septembre.	1 111 533
—	Octobre.	1 233 105
—	Novembre.	1 901 551
—	Décembre.	1 711 349
1877.	Janvier.	1 166 349
—	Février.	2 245 967
—	Mars.	3 041 341
—	Avril.	3 889 362
	Total.	19 431 375

Les documents officiels font donc connaître que, depuis l'origine de ce commerce, on a importé de New-York et Philadelphie 19 millions et demi de kilogrammes de viande ; d'autre part, mes renseignements personnels qui, sans être officiels, doivent peu s'écarter de la vérité, font connaître que les expéditions, faites par d'autres points des États américains, s'élèvent à la moitié de celles dont je viens de parler. En 19 mois, l'importation, en Europe, des viandes américaines fraîches a été de 30 millions de kilogrammes. Il s'agit donc d'un commerce considérable et disposant de grandes ressources.

Les frais de transport d'Amérique aux ports anglais ou français, en y comprenant les faux frais et les bénéfices des commerçants, ne semblent pas devoir dépasser 0 fr. 15 à 0 fr. 18 par kilogramme de viande. Si l'on ajoute à cette somme celle de 0 fr. 10 à 0 fr. 12, qui représente les frais de transport de Chicago à New-York, on voit que notre production n'est protégée contre l'invasion des viandes américaines que par un écart de prix d'une trentaine de centimes au plus.

Ce rempart est faible assurément et oblige les agronomes européens à penser sérieusement à l'avenir. En présence de tels faits, on reste convaincu de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la nécessité absolue d'abaisser le prix de production des aliments du bétail, c'est-à-dire des fourrages, et on se trouve ramené à cette conclusion, que la République doit accomplir enfin l'œuvre agricole dédaignée par le régime précédent, et diriger l'épargne et les forces nationales vers les travaux productifs d'irrigation, de desséchement et de polders, appelés à augmenter si largement la production nationale.

ARTS PHYSIQUES.

SUR LES PROCÉDÉS DE LIQUÉFACTION DES GAZ DE M. CAILLETET ET DE M. RAOUL PICTET, PAR M. DUMAS, PRÉSIDENT (1).

Je désire exposer à la Société quelques faits récents qui excitent en ce moment un vif intérêt parmi les amis de la science. Ces faits peuvent mettre, dans l'avenir, sur la voie de recherches industrielles nouvelles, et c'est à ce titre qu'il importe de les faire connaître à la Société.

Dans ces derniers temps, on est parvenu à liquéfier les gaz qu'on regardait jusqu'ici comme rebelles à tous les efforts faits pour opérer leur condensation. Lavoisier avait admis ce résultat, et il annonçait que si notre globe était transporté dans des régions plus froides de l'espace, vers les limites de notre système solaire, on devrait s'attendre à voir notre atmosphère gazeuse changée en liquide ou en roches permanentes par la condensation que le froid y aurait opérée.

Cette condensation des gaz dits permanents, vainement tentée jusqu'ici, vient d'être réalisée, à peu près en même temps, par deux procédés opératoires différents. M. Cailletet, l'un des correspondants de la Société, avait récemment liquéfié l'acétylène et d'autres gaz composés par l'emploi simultané de la pression et d'un refroidissement intense. Il s'est fondé sur ce que la détente d'un gaz fortement comprimé abaisse beaucoup sa température, et il a employé ce moyen pour produire la condensation de l'oxygène. Le gaz, contenu dans un tube large sur le mercure, est refoulé, par l'action d'une presse, sur ce piston liquide jusqu'à ce qu'il soit contenu dans une petite capacité réservée pour le recevoir. Quand la pression à laquelle il est ainsi soumis est devenue très-considérable, on ouvre un orifice pour le laisser

(1) Communication faite dans la séance du 11 janvier 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

brusquement échapper. Le froid que produit cette dilatation soudaine est si grand, qu'une partie du gaz se liquéfie et se présente sous forme de gouttelettes ou d'un brouillard très-apparent.

Les mêmes moyens ont permis de liquéfier aussi l'azote et, comme on devait s'y attendre, de produire le même résultat sur l'air atmosphérique, mélange de ces deux gaz.

D'autre part, à Genève, M. Raoul Pictet était à portée d'utiliser les ressources d'un bel établissement fondé dans cette ville par souscription, pour la construction des appareils scientifiques ou de précision utiles aux progrès des sciences. Il a voulu faire agir sur le gaz à la fois une grande pression et un refroidissement considérable. Il a obtenu les pressions par la force de production même de l'oxygène en vase clos. Ce gaz a été produit par la décomposition du chlorate de potasse dans un vase en fer forgé, de la forme d'un obus et très-résistant; il a été reçu, à mesure de sa production, dans une capacité solidaire avec le vase d'origine, dans laquelle son arrivée a bientôt donné lieu à une pression considérable. Pendant cette opération, la capacité d'arrivée était soumise à un froid intense. L'acide sulfureux liquide, par son évaporation forcée, donnait un froid de — 65°; ce froid était employé à maintenir très-basse la température d'un réservoir plein de gaz carbonique liquide, et l'évaporation forcée de ce dernier corps faisait atteindre un froid de — 140°, dans lequel était plongé le récipient où l'oxygène était comprimé. On est ainsi parvenu à liquéfier ce gaz. Enfin, en ouvrant ce récipient, ce nouveau liquide, se volatilisant brusquement à son tour, a produit une température de — 250 à 300°. L'oxygène s'est alors solidifié et est apparu sous forme de neige ou de liquide.

Les expériences de Genève ont été faites sur une échelle assez grande pour montrer le liquide obtenu sous un volume égal à celui d'un œuf de poule. Des considérations chimiques me donnaient lieu de penser que l'oxygène liquide devait avoir à peu près la densité de l'eau. L'expérience a montré qu'un poids de 45 grammes et demi occupait un espace d'environ 46 centimètres cubes, ce qui confirme pleinement les déductions théoriques.

Il restait l'hydrogène, qu'on avait toujours regardé comme devant être le plus difficile à condenser, à cause du peu de masse qu'il présente et de ses diverses propriétés. Les expériences de M. Cailletet avaient été indécises, le brouillard apparu au moment de la dilatation étant tellement faible qu'il était incertain pour quelques témoins de l'expérience. Cependant sa condensation était d'un grand intérêt, soit pour les physiciens, comme complétant la liste

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des gaz qu'on avait regardés comme permanents, soit pour les chimistes, comme pouvant donner des lumières sur la véritable nature de ce corps.

Il y a cinquante ans, j'annonçais qu'à mes yeux l'hydrogène était un métal vaporisé, à l'état gazeux. Cette opinion ne fut pas admise alors. Depuis cette époque, des expériences probantes de divers chimistes lui donnèrent du crédit et leur firent admettre parmi les métaux un corps qu'on désigna par le nom d'*hydrogenium;* mais il restait encore à voir ce métal à l'état solide. Eh bien, c'est ce qui vient d'être réalisé d'après un télégramme que je reçois à l'instant de Genève.

M. Pictet m'annonce que l'hydrogène a été liquéfié à une pression de 650 atmosphères et à un froid de — 140 degrés. Il a été solidifié par l'évaporation de ce liquide; le jet était bleu d'acier, faisait un bruit strident et projetait sur le sol des grenailles qu'on entendait tomber.

Cette confirmation de la nature réelle de l'hydrogène ne doit pas être regardée seulement comme un résultat théorique, utile à la science pure. Elle paraît avoir une grande importance pratique pour l'avenir de l'industrie. La connaissance certaine de la nature métallique de l'hydrogène aurait une influence certaine sur la métallurgie; l'industrie en tirerait parti, et c'est à ce titre que notre Société me paraît devoir prendre un grand intérêt aux expériences qui viennent d'être exécutées.

Nous pensons qu'il est intéressant, après cette communication, de donner les différents documents relatifs aux expériences de M. Cailletet et de M. Raoul Pictet, qu'ont publiés les comptes-rendus de l'Académie des sciences (1).

---

(1) En communiquant à l'Académie des sciences, les expériences de MM. Cailletet et Raoul Pictet, M. Dumas a cité ce passage curieux des œuvres de Lavoisier, publiées par le Ministère de l'Instruction publique, (t. II, p. 804 et suiv.).

« . . . . . Considérons un moment ce qui arriverait aux différentes substances qui composent le globe, si la température en était brusquement changée. Supposons, par exemple, que la Terre se trouvât transportée tout à coup dans une région beaucoup plus chaude du système solaire, dans une région, par exemple, où la chaleur habituelle serait fort supérieure à celle de l'eau bouillante: bientôt l'eau, tous les liquides susceptibles de se vaporiser à des degrés voisins de l'eau bouillante, et plusieurs substances métalliques même, entreraient en expansion et se transformeraient en fluides aériformes, qui deviendraient parties de l'atmosphère.

« Par un effet contraire, si la Terre se trouvait tout à coup placée dans des régions très-froides, par exemple de Jupiter et de Saturne, l'eau qui forme aujourd'hui nos fleuves et nos mers, et probablement le plus grand nombre des liquides que nous connaissons, se transformeraient en montagnes solides.....

« L'air, dans cette supposition, ou du moins une partie des substances aériformes qui le composent,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DE LA CONDENSATION DE L'OXYGÈNE ET DE L'OXYDE DE CARBONE, PAR M. L. CAILLETET.

« Si l'on enferme de l'oxygène ou de l'oxyde de carbone pur dans un tube, de la forme que j'ai décrite, et placé dans l'appareil de compression qui a fonctionné devant l'Académie (1); si l'on amène ce gaz à la température de — 29 degrés au moyen de l'acide sulfureux et à la pression de 300 atmosphères environ (2), ces deux gaz conservent leur état gazeux. Mais si on les détend subitement, ce qui doit produire, d'après la formule de Poisson, une température d'au moins 200 degrés au-dessous du point de départ, on voit apparaître immédiatement un brouillard intense, produit par la liquéfaction et peut-être par la solidification de l'oxygène ou de l'oxyde de carbone.

« Ce même phénomène s'observe lors de la détente de l'acide carbonique, du protoxyde et du bioxyde d'azote fortement comprimés.

« Ce brouillard se produit pour l'oxygène, même lorsque ce gaz est à la température ordinaire, pourvu qu'on lui laisse le temps de perdre la chaleur qu'il acquiert par le fait seul de la compression. C'est ce qui a été démontré par des expériences faites, le dimanche 16 décembre, au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure, devant un certain nombre de savants et de professeurs parmi lesquels se trouvaient quelques membres de l'Académie des Sciences.

« J'avais espéré trouver à Paris, avec les matériaux nécessaires à la production d'un grand froid (protoxyde d'azote ou acide carbonique liquide), une pompe capable de suppléer les appareils de compression que j'ai établis à Châtillon-sur-Seine. Malheureusement une pompe bien installée et appropriée à ces sortes d'expériences m'a manqué à Paris, et je suis obligé de faire venir à Châtillon-sur-Seine les réfrigérants nécessaires pour recueillir sur les parois du tube la matière condensée.

« Pour savoir si l'oxygène et l'oxyde de carbone sont à l'état liquide ou à l'état solide dans le brouillard observé, il suffirait d'une expérience d'optique, plus facile à imaginer qu'à réaliser, à cause de la forme et de l'épaisseur des tubes qui les contiennent. Quelques réactions chimiques permettront, en outre, de s'assurer que l'oxygène ne se transforme pas en ozone dans l'acte de la compression. Je me réserve d'étudier toutes ces questions avec des appareils que je fais construire en ce moment.

« Dans les mêmes conditions de température et de pression, la détente même la plus rapide de l'hydrogène pur ne donne aucune trace de matière nébuleuse. Il ne me reste donc plus à étudier à ce point de vue que l'azote, que son peu de solubilité dans l'eau permet de considérer comme devant être très-réfractaire à tout changement d'état.

« Je suis fort heureux d'avoir pu réaliser ainsi les prévisions sur l'oxygène, exprimées par M. Berthelot avec une bienveillance dont je lui témoigne ici toute ma reconnaissance. »

---

cesserait sans doute d'exister dans l'état de fluide invisible, faute d'un degré de chaleur suffisant : il reviendrait donc à l'état de liquidité, et ce changement produirait de nouveaux liquides dont nous n'avons aucune idée. »

(1) Voy. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LXXXV, p. 1016, ma Note sur la liquéfaction du bioxyde d'azote et, p. 851, la description de mes appareils.

(2) Les manomètres ordinaires ne donnent qu'une idée très-vague de ces pressions. Les chiffres que fournissent les miens seront contrôlés bientôt au moyen d'un manomètre à air libre, que j'ai déjà décrit et qui va être disposé pour ces vérifications dans un puits de mine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EXPÉRIENCES SUR LA LIQUÉFACTION DE L'OXYGÈNE ET DE L'HYDROGÈNE, PAR M. RAOUL PICTET, DE GENÈVE.

Liquéfaction de l'oxygène.

Le 22 décembre 1877, à huit heures du soir, M. Pictet adressait la dépêche suivante :

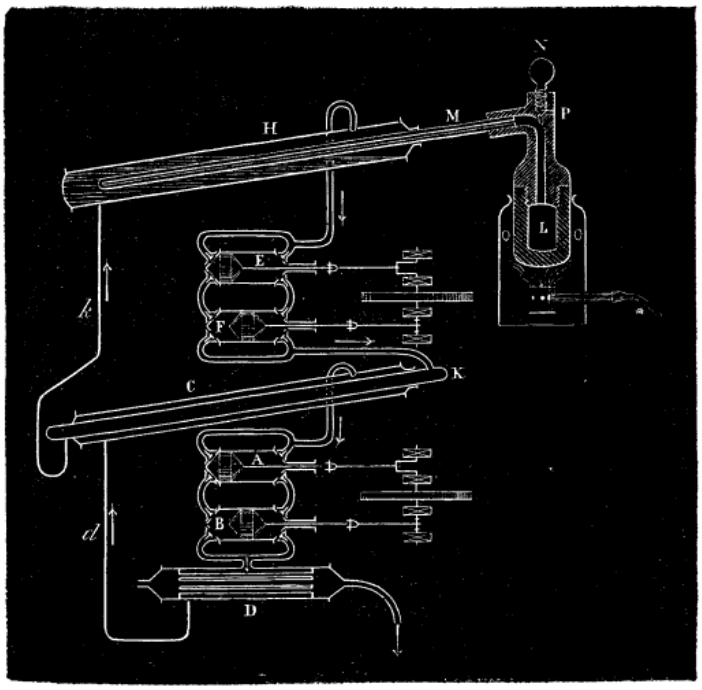
« Oxygène liquéfié aujourd'hui sous 320 atmosphères et 140 de froid par acides sulfureux et carbonique accouplés. »

Pour obtenir ledit résultat, voici le mode d'opérer qu'indique M. Pictet :

« A et B sont deux pompes aspirantes et foulantes à double effet, accouplées à la manière dite *Compound*, l'une aspirant dans l'autre de manière à obtenir le plus grand écart possible entre les pressions d'aspiration et de refoulement. Ces pompes agissent sur de l'acide sulfureux anhydre contenu dans le récipient annulaire C.

« La pression dans ce récipient est telle que l'acide sulfureux s'y évapore à la température de 65 degrés au-dessous de zéro.

« L'acide sulfureux refoulé par les pompes est dirigé dans un condensateur D, refroidi par un courant d'eau froide; il s'y liquéfie à la température de 25 degrés au-dessus de zéro et à la pression de 2 3/4 atmosphères environ.



« L'acide sulfureux retourne au récipient C par un petit tuyau *d*, au fur et à mesure de la liquéfaction.

« E et F sont deux pompes identiques aux deux précédentes, accouplées de la même manière. Elles agissent sur de l'acide carbonique contenu dans un récipient annulaire H.

« La pression dans ce récipient est telle que l'acide carbonique s'y évapore à la température de 140° au-dessous de zéro.

« L'acide carbonique, refoulé par les pompes, est dirigé au condenseur K enveloppé par le récipient C à acide sulfureux, et qui est à la température de 65 degrés au-dessous de zéro : il s'y liquéfie à la pression de 5 atmosphères..

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« L'acide carbonique retourne au récipient H par un petit tuyau K, au fur et à mesure de sa liquéfaction.

« L est une cornue en fer forgé, assez épaisse pour résister à une pression de 500 atmosphères. Elle contient du chlorate de potasse et est chauffée de manière à dégager de l'oxygène pur; elle communique par une tubulure avec un tube incliné M en verre très-épais, de 1 mètre de long, qui est enveloppé par le récipient H à acide carbonique et qui est à la température de 140 degrés au-dessous de zéro.

« Un bouchon à vis N, situé sur la tubulure de la cornue, permet de découvrir un orifice P qui débouche à l'air libre.

« Après un fonctionnement de plusieurs heures des quatre pompes, actionnées par une machine à vapeur de 15 chevaux, quand tout l'oxygène a été dégagé du chlorate de potasse, sa pression dans le tube de verre est de 320 atmosphères et la température de 140 degrés au-dessous de zéro.

« En découvrant subitement l'orifice P, l'oxygène s'échappe avec violence en produisant une détente et une absorption de calories assez considérable pour qu'une partie liquéfiée apparaisse dans le tube de verre et jaillisse par l'orifice en inclinant l'appareil.

« On doit ajouter que la quantité d'oxygène liquéfié, contenue dans le tube de 1 mètre de longueur et de $0^m,01$ de diamètre intérieur, en occupait un peu plus du tiers de la longueur et sortait sous forme de jet liquide par l'orifice P.

Le 26 décembre, la lettre suivante, contenant des explications plus complètes, a été adressée à M. Dumas, par M. Pictet :

« J'ai reçu hier de Paris un télégramme m'annonçant le bienveillant intérêt que vous avez pris à la nouvelle que l'on vous a portée de la liquéfaction de l'oxygène, qui a été opérée samedi dernier dans mon laboratoire.

« Je désire, en particulier, vous témoigner ma reconnaissance pour avoir bien voulu communiquer ce résultat dès hier à l'Académie des Sciences, avant d'avoir reçu les détails complémentaires que je m'empresse de vous fournir.

« Le but auquel je tends depuis plus de trois années est de chercher à démontrer expérimentalement que la *cohésion* moléculaire est une propriété générale des corps sans aucune exception.

« Si les gaz permanents ne peuvent pas se liquéfier, il faudrait en conclure que leurs particules constituantes ne s'attirent pas et échappent ainsi à cette loi.

« Or, pour arriver expérimentalement à rapprocher le plus possible les molécules d'un gaz et à obtenir ainsi sa liquéfaction, il faut certaines conditions indispensables que je résume ainsi :

« 1° Avoir du gaz absolument pur, sans trace de gaz étranger;

« 2° Pouvoir disposer de pressions extrêmement énergiques;

« 3° Obtenir un froid intense et la soustraction de chaleur à ces basses températures;

« 4° Disposer d'une grande surface de condensation maintenue à ces basses températures;

» 5° Pouvoir utiliser la détente des gaz de la pression considérable à la pression atmosphérique, détente qui, s'ajoutant aux moyens précédents, *oblige* la liquéfaction.

« Avec ces cinq conditions remplies, on peut formuler le dilemme suivant :

« Lorsqu'un gaz est comprimé à 500 ou 600 atmosphères, qu'il est maintenu à une température de — 100 degrés ou — 140 degrés, et qu'on le laisse détendre à la pression atmosphérique, de deux choses l'une : ou bien le gaz obéissant à l'action de la cohésion se liquéfie et cède sa chaleur de condensation à la portion du gaz qui se détend et se perd sous forme gazeuse; ou bien, dans l'hypothèse où la cohésion ne serait pas une loi générale, le gaz devrait passer par le zéro absolu, c'est-à-dire être inerte, en poussière, sans consistance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Le travail de la détente serait impossible et la perte de chaleur absolue.

« Pénétré de cette réalité que les équations thermodynamiques s'appuient sur des chiffres très-certains, j'ai cherché à réaliser un dispositif mécanique satisfaisant entièrement à ces diverses conditions, et j'ai choisi l'appareil complexe dont voici une description sommaire :

« J'ai pris deux pompes aspirantes et foulantes, telles que je les utilise industriellement dans mes appareils à glace; j'ai accouplé ces deux pompes de telle sorte que l'aspiration de l'une corresponde à la compression de l'autre; l'aspiration de la première communique avec un tube long de $1^{m},10$, ayant $12^{c},5$ de diamètre et rempli d'acide sulfureux liquide. Sous l'influence d'un vide parfait la température de ce liquide s'abaisse rapidement jusqu'à — 65 degrés, et même — 73 degrés, limite extrême obtenue. Dans ce tube d'acide sulfureux passe un second tube de diamètre inférieur, ayant 6 centimètres extérieurs et la même longueur que son enveloppe. Ces deux tubes sont réunis par les fonds communs. Dans le tube central j'ai comprimé de l'acide carbonique, fabriqué par la décomposition du marbre de Carare et de l'acide chlorhydrique. Ce gaz était desséché, puis recueilli sous un gazomètre à huile de 1 mètre cube de capacité. Sous une pression variant de 4 à 6 atmosphères, l'acide carbonique se liquéfie facilement dans ces conditions; le liquide produit est amené de lui-même dans un long tube de cuivre, ayant 4 mètres de longueur et 4 centimètres de diamètre.

« Deux pompes, accouplées ensemble comme les premières, aspirent l'acide carbonique, tantôt dans le gazomètre, tantôt dans ce long tube plein d'acide carbonique liquide. On règle l'admission aux pompes par un robinet à trois voies; un robinet de réglage à vis intercepte à volonté l'entrée de l'acide carbonique liquide dans le long tube; il est situé entre le condenseur de l'acide carbonique et ce long tube. Lorsque ce robinet de réglage est fermé et que les deux pompes aspirent les vapeurs de l'acide carbonique liquide contenu dans ce tube de 4 mètres de longueur, il se produit le plus grand abaissement de température qu'on puisse produire; l'acide carbonique se solidifie et descend jusqu'à — 140 degrés environ. La soustraction de chaleur est maintenue par le jeu des pompes, dont la cylindrée est de trois litres par coup et qui marchent à 100 tours par minute.

« Soit le tube à acide sulfureux, soit le tube à acide carbonique, sont enveloppés de sciure de bois et d'étoffe pour les mettre à l'abri du rayonnement.

« Dans l'intérieur du tube à acide carbonique passe un quatrième tube, destiné à la compression de l'oxygène; il a 5 mètres de long et 14 millimètres de diamètre extérieur. Son diamètre intérieur est de 4 millimètres. Ce long tube est conséquemment noyé dans l'acide carbonique solide, et toute sa surface est amenée à la plus basse température qu'on puisse obtenir. Ces deux longs tubes sont réunis par les fonds du tube à acide carbonique; par conséquent le petit tube dépasse l'autre d'environ 1 mètre.

« J'ai recourbé cette portion vers le sol, en donnant aux deux tubes une position légèrement inclinée, mais assez près cependant de l'horizontale, ainsi que le représente le croquis ci-après.

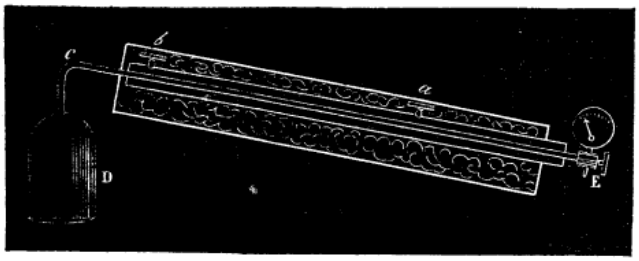
« Le petit tube central se recourbe en *c* et vient se visser au col d'un gros obus en fer forgé ayant des parois de 35 millimètres d'épaisseur. La hauteur est de 28 centimètres, et le diamètre de 17 centimètres.

« Cet obus contient 700 grammes de chlorate de potasse et 256 grammes de chlorure de potassium mêlés ensemble, fondus, puis pilés et introduits dans cet obus parfaitement secs. Je chauffe cet obus lorsque les deux circulations d'acide sulfureux et d'acide carbonique ont amené l'abaissement de température voulu. La décomposition du chlorate de potasse se fait graduellement au début, puis assez brusquement vers la fin de l'opération. Un manomètre situé à l'extrémité du long tube permet de suivre constamment la pression et la marche de la réaction. Il est gradué jusqu'à 800 atmosphères; et a été fait exprès par Bourdon, de Paris, cet été.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Quand la réaction est finie, la pression dépasse 500 atmosphères ; mais presque aussitôt, elle baisse un peu et s'arrête à 320 atmosphères. Si, à ce moment, on ouvre le robinet à vis E qui termine le tube, on voit distinctement un jet liquide s'échapper avec une violence extrême. On referme, puis, quelques instants plus tard, un second jet, moins abondant toutefois, s'échappe encore.

« Des charbons légèrement allumés, mis dans ce jet, s'enflamment spontanément avec une violence inouïe. Je n'ai pas encore pu recueillir ce liquide, à cause de la force de projection considérable avec laquelle il s'échappe ; mais je tâche de combiner une éprouvette préalablement refroidie, qui pourra peut-être, au moyen de toiles, retenir un peu de ce liquide.



a, entrée de l'acide carbonique liquide.
b, sortie des vapeurs correspondant avec l'aspiration des pompes.

« Hier, c'est-à-dire lundi, j'ai reproduit cette expérience devant une bonne partie des membres de notre Société de physique, et nous avons eu trois jets successifs bien caractérisés. Je ne saurais encore déterminer la pression minimum nécessaire, car il est évident que j'ai eu une exagération de pression produite par un excès de gaz accumulé dans l'obus et qui n'a pas pu se condenser dans l'étroit espace représenté par le tube intérieur.

« Je compte utiliser une disposition analogue pour essayer la condensation de l'hydrogène et de l'azote, et je m'appuie surtout sur la possibilité de maintenir les basses températures très-facilement, grâce aux quatre grandes pompes industrielles dont je dispose, mues par une machine à vapeur.

« Je crois que c'est essentiellement dans cette direction que l'on doit travailler pour amener les condensations rebelles, car les tensions des vapeurs saturées sont une fonction directe de la température. Je fais exécuter un plan d'ensemble des appareils qui m'ont servi, et je me fais un plaisir et un devoir de vous l'envoyer cette semaine. J'ai appris avec un vif intérêt que M. Cailletet était arrivé au même résultat que moi, et cela presque au même moment. J'ignore absolument quels sont ses procédés, mais je pense que nous ne tarderons pas à entrer en correspondance et que nous échangerons nos idées sur ces problèmes si intéressants.

« Veuillez, je vous prie, Monsieur, excuser la brièveté de cette description, mais je tâcherai de la compléter bientôt en y adjoignant, avec des détails plus précis, des chiffres et des équations qui donnent à ces résultats un caractère plus scientifique. »

Densité de l'oxygène liquide.

M. Dumas, considérant l'oxygène comme appartenant à la famille du soufre, et les corps isomorphes comme ayant même volume atomique, avait conclu que, le volume atomique du soufre étant $\frac{32}{2}$, celui de l'oxygène devait être $\frac{16}{1}$, et réciproquement, que la densité de l'oxygène liquide ou solide serait de $\frac{16}{16}$, soit égale à la densité de l'eau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces présomptions pouvant être utiles pour apprécier l'espace occupé dans les appareils de M. R. Pictet par l'oxygène liquide, il les lui avait communiquées, en ajoutant que la connaissance de la densité de l'oxygène liquide serait d'ailleurs très-intéressante à connaître. La lettre suivante a été provoquée par cette communication.

« Vous arrivez à l'expression de la densité de l'oxygène liquide comme étant représentée par $\frac{16}{16} = 1 = \delta$, à l'état solide et probablement liquide aussi, en négligeant les variations dues à la dilatation.

« J'ai la grande satisfaction, Monsieur, de pouvoir vous annoncer la *complète confirmation expérimentale* de vos vues théoriques, exprimées déjà depuis si longtemps par vous à Genève. Voici comment cette détermination peut se faire.

« Je connais directement et très-exactement :

« 1° Le volume total de l'obus en fer forgé vide, et le volume du chlorate de potasse décomposé en oxygène et chlorure de potassium ;

« 2° La température de l'obus au moment de la décomposition totale ;

« 3° Le volume du tube dans lequel la condensation de l'oxygène s'opère ;

« 4° La pression au manomètre avant la condensation et après la condensation ;

« 5° Les variations du manomètre après deux ou trois jets consécutifs, jusqu'au moment où le point de saturation est atteint et passé lequel l'oxygène sort gazeux.

« Ces diverses données, combinées ensemble avec la densité gazeuse, la pression et la température, m'ont amené à cette conclusion, qu'une différence de $74^{atm},26$ au manomètre représentait la variation de pression correspondant à la condensation de l'oxygène, dans tout le tube immergé dans l'acide carbonique.

« Cette variation a été observée exactement dans les trois dernières expériences que j'ai faites avec l'aide de plusieurs de mes collègues, ici à Genève.

« La quantité d'oxygène liquide que nous avions dans le tube était de 45 gr.,467, correspond à un volume de $46^{cmc},25$. Mais il est possible que la partie tout à fait supérieure du tube mince eût quelques centimètres de longueur de vide, sans liquide, ce qui expliquerait la différence de 0 gr., 8 trouvée.

« Du reste, les liquides très-volatils ont des dilatations si considérables qu'il est indispensable de connaître exactement la température à laquelle ils sont soumis pour en déduire leur vraie densité.

« Quoi qu'il en soit, il y a une vérification certaine dans des limites assez définies de notre calcul théorique relatif à cet élément physique.

« Dans notre expérience d'hier au soir, nous avons soigneusement relevé les pressions, après chaque jet liquide, en éclairant ce jet au moyen de la lumière électrique. Les rayons étaient rendus parallèles par un réflecteur parabolique, et nous avons observé le jet éclairé par l'intermédiaire de deux prismes de Nicol, de telle sorte que les rayons analysés fussent à angle droit avec la lumière incidente. Cette observation montra, à deux observateurs simultanément, une polarisation très-forte de la lumière, ce qui prouve la présence, dans le jet, de poussières solides, très-probablement de petits cristaux d'oxygène solide.

« Je rédige actuellement le relevé exact de ces diverses expériences, avec le calcul *in extenso* relatif à toutes ces déterminations. J'aurai l'honneur de vous le communiquer de suite. »

Liquéfaction de l'hydrogène.

M. Pictet a adressé, le 11 janvier 1878, la lettre suivante, à M. Dumas :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« J'ai la satisfaction de vous communiquer le résultat d'une expérience faite jeudi soir, 9 janvier, consistant dans la liquéfaction et la solidification de l'hydrogène.

« Je me suis servi exactement des mêmes appareils que pour la liquéfaction de l'oxygène. J'ai employé le protoxyde d'azote, au lieu d'acide carbonique.

« Pour obtenir l'hydrogène sous pression, j'ai employé la décomposition du formiate de potasse par la potasse caustique. Le dégagement d'hydrogène se fait sans aucune trace d'eau, et le résidu n'est pas volatil, deux conditions essentielles pour permettre des observations rigoureuses. La température de la réaction est bien définie et ne s'est point élevée. L'hydrogène s'est dégagé avec une régularité parfaite. La pression a atteint 650 atmosphères avant de devenir stationnaire. Le dégagement de l'hydrogène correspondait à 252 litres à zéro. Le froid était de — 140 degrés environ (je n'ai pas encore fait la réduction de la mesure de la température). Lorsque j'ouvris le robinet de fermeture, l'hydrogène liquide sortit avec véhémence de l'orifice, en faisant entendre un son aigu de sifflement. Le jet eut une couleur bleu-acier et fut complétement opaque sur une longueur d'environ 12 centimètres. Au même moment, on entendit sur le sol un crépitement semblable au bruit que fait de la grenaille qui tombe à terre, et le sifflement se transforma en un bruissement très-particulier, ressemblant à celui que fait entendre un morceau de sodium jeté sur l'eau.

« Presque aussitôt le jet devint intermittent, et l'on sentit des secousses dans le robinet à chaque sortie.

« La pression baissa, durant ce premier jet, de 650 atmosphères à 370. Après la fermeture, la pression baissa graduellement durant plusieurs minutes, jusqu'à 215 atmosphères, puis elle remonta lentement jusqu'à 225, où elle fut de nouveau stationnaire. Je rouvris le robinet, mais le jet sortit d'une manière si intermittente, qu'il était évident que la congélation de l'hydrogène s'était opérée dans le tube. Cette hypothèse fut démontrée par la sortie progressive de tout l'hydrogène, lorsque j'eus arrêté les pompes et la production du froid. Voici comment je m'explique cette différence entre ces résultats et ceux que j'ai obtenus pour l'oxygène.

« L'hydrogène a un poids atomique 16 fois plus faible que celui de l'oxygène; donc la chaleur latente de l'hydrogène liquide doit être certainement 10 fois plus forte que celle de l'oxygène.

« Dès que le robinet de sortie est ouvert, le liquide emmagasiné dans le tube s'évapore en partie, et absorbe une telle quantité de chaleur, par ce changement d'état, que le reste se solidifie dans le tube, même avant d'avoir été chassé au dehors.

« Pendant plus d'un quart d'heure, nous eûmes des décharges successives d'hydrogène par l'orifice du tube.

« Le brouillard produit par la détente du gaz au commencement de l'expérience descendait jusqu'à terre; mais il cessa complétement dès que le jet devint intermittent, ce qui correspondait à la congélation de l'hydrogène dans l'intérieur du tube.

« Il est impossible de confondre le brouillard vésiculaire du gaz avec l'apparence du jet liquide que l'on voit au début de l'expérience. Ces diverses apparences sont nettement tranchées et ne donnent lieu à aucune équivoque.

« Je connais le volume du résidu, qui n'est que du carbonate de potasse, et je pourrai, dans une prochaine expérience, déterminer la densité de l'hydrogène liquide. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE.

SUR L'AGRICULTURE DE LA CORSE ET SUR SES ÉTABLISSEMENTS PÉNITENTIAIRES; PAR M. BOITEL, MEMBRE DU CONSEIL (1).

Quand on compare le département de la Corse aux autres départements français, on reconnaît qu'il en est peu de plus étendus et que, néanmoins, sous le rapport de la production et de la richesse, il tombe tout à fait au dernier rang, passant après la Lozère, les Basses-Alpes et les Hautes-Alpes. Les impôts de toute nature, acquittés par la Corse, atteignent à peine la moitié de ce que paient les plus pauvres départements de la France. Il est vrai que l'île de Corse, si belle et si pittoresque pour le touriste, n'est pas parvenue jusqu'à présent à donner à son commerce, à son industrie et à son agriculture, des développements en rapport avec la beauté et la sûreté de ses ports, avec l'importance de sa population et les ressources naturelles de son sol.

Une des causes qui nuisent le plus aux progrès de son agriculture, est, sans contredit, la Mal' aria qui, pendant la moitié de l'année, règne sur les meilleurs terrains de la zone maritime. C'est dans la région la plus élevée et la moins propre aux cultures qu'ont été bâtis la plupart des villages où les Corses trouvent, comme ils le disent, bon air et bonne eau; mais, au milieu de ces montagnes, les surfaces sont si rocheuses et si inclinées, qu'il est impossible de s'y livrer avec profit aux diverses spéculations de la culture. Les bonnes terres, il faut les chercher au bord de la mer, dans la plaine orientale et dans les vallées où sont venues se déposer les riches alluvions des montagnes. Malheureusement, la Mal' aria, inconnue dans les hauteurs, fait des ravages épouvantables sur les travailleurs qui, pendant l'été, descendent à la plaine pour se livrer aux divers travaux de l'agriculture. Cette zone basse, malsaine en été, n'offre, il est vrai, aucun danger pendant l'hiver. Mais comment obtenir de bons résultats sur une terre qu'il faut abandonner pendant six mois, sous peine de s'y exposer aux plus cruelles maladies? C'est là ce qui oppose le plus sérieux obstacle à la mise en valeur des meilleurs terrains de la Corse.

(1) Communication faite dans la séance du 11 janvier 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le fléau de la Mal' aria n'est pas moins nuisible aux travaux de l'industrie et du commerce. Quelle entreprise industrielle ou commerciale pourrait se montrer fructueuse dans un pays où elle subirait pendant l'été une interruption absolue de 5 à 6 mois? L'assainissement des terres basses serait, pour ce pays déshérité, une amélioration capitale qui le transformerait comme par enchantement et l'amènerait très-vite à un haut degré de prospérité.

Vers 1856 le gouvernement a essayé de résoudre ce problème difficile, en créant en Corse des établissements agricoles pénitentiaires. On débuta par deux établissements aux environs d'Ajaccio; celui de Chiavari, comprenant 2 200 hectares de maquis, et celui de Castellouccio, d'environ 350 hectares, sur le territoire même de la commune d'Ajaccio. Les premières casernes ont été construites au milieu de la campagne, au centre des terres incultes qu'on voulait assainir et mettre en valeur. Au début, les colons ont eu terriblement à souffrir des atteintes de la Mal' aria. Chiavari, situé à 3 kilomètres de la mer et à une altitude de 144 mètres, était, en été, un séjour mortel pour tout le personnel du pénitencier. Pour échapper à de plus grands malheurs, on a dû, à l'exemple des paysans, quitter, pendant l'été, les terrains infectés de Mal' aria et chercher dans les hauteurs un air plus pur et plus sain.

Heureusement ce domaine, comme celui de Castellouccio, présentait des points élevés qui semblaient offrir de bonnes conditions de salubrité pour les casernes destinées à loger les émigrants de Chiavari. A partir du mois de mai, les détenus étaient évacués aux refuges de Laticapso et de Coti, situés l'un à 381 mètres et l'autre à 625 mètres d'altitude. On ne laissait à Chiavari, aux prises avec la Mal' aria, qu'une centaine de volontaires affectés au service des cultures et des animaux; on les récompensait de leur dévouement par un meilleur régime alimentaire et par les soins les plus propres à les défendre de l'influence pernicieuse du mauvais air. Ils recevaient journellement du vin, du café, de la viande et de la quinine au premier accès de fièvre. De plus, on s'empressait d'expédier aux refuges tout homme atteint de la moindre indisposition.

Moyennant ces précautions, l'état sanitaire de la population s'est promptement amélioré, et, grâce aux refuges d'été, cette entreprise de défrichement, commencée si témérairement au milieu d'une contrée mortelle en été, a pu être continuée sans qu'il en résultât de graves inconvénients pour la santé des travailleurs. Il a été reconnu qu'on pouvait même les envoyer pendant le jour sur les terrains malsains, à la seule condition de ne pas y être avant le lever ou après le coucher du soleil, et de venir passer la nuit dans l'atmos-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

phère fraîche et pure des refuges. Il faut dire aussi que l'insalubrité des terres basses a considérablement diminué à mesure que les maquis les plus voisins des habitations ont été défrichés et convertis en vignes, en prairies naturelles et en plantations de toute espèce. Au bout d'une dizaine d'années de séjour à Chiavari, quand on a eu capté toutes les sources, régularisé le cours des ruisseaux, desséché et comblé quelques parcelles marécageuses près de la mer, on a constaté avec autant d'étonnement que de satisfaction que le détachement soumis à la Mal' aria de Chiavari ne se portait pas plus mal que les émigrants de Laticapso et de Coti. La Mal' aria était vaincue, et le mérite de cette conquête revenait tout entier à l'agriculture. Dès lors les refuges d'été n'étaient plus nécessaires, et on pouvait en disposer pour en faire de nouveaux centres d'exploitation. L'usage des refuges contre la Mal' aria a été un expédient nécessaire au début de la colonisation; mais cette mesure préservatrice occasionne des déplacements périodiques et exige une double résidence, dont les frais augmentent beaucoup le prix de revient du travail des détenus. Si ce système d'émigration devait se continuer indéfiniment, on finirait par y renoncer à cause des charges qui en résulteraient pour le budget de l'État.

Grâce à Dieu, les établissements de Chiavari et de Castellouccio sont affranchis des émigrations estivales, et les détenus et tout le personnel des employés restent en permanence sur ces terrains devenus sains et habitables, depuis qu'à un maquis insalubre et inculte ont succédé des cultures permanentes, offrant en été une végétation vigoureuse propre à purger l'air des principes délétères qui en altéraient la pureté.

Chiavari, situé au milieu d'une contrée empoisonnée de Mal' aria, forme maintenant une sorte d'oasis saine et habitable pendant toute l'année, bien que les terres incultes qui environnent le domaine continuent à être malsaines et mortelles en été. Cet assainissement partiel, que personne n'aurait osé espérer à l'origine de la colonisation, est un fait capital qu'on ne saurait trop signaler à l'attention publique à cause des conséquences importantes qu'on peut en tirer pour l'assainissement des terrains insalubres,

A quoi bon, disait-on autrefois, assainir une portion de terrain, si les voisins restent inactifs et laissent naître chez eux le mauvais air, qui, sous l'action du vent, ira décimer les travailleurs des domaines défrichés? L'exemple de Chiavari démontre que les choses ne se passent pas ainsi. A moins de 800 mètres du pénitencier, il existe des terrains communaux complétement envahis par la Mal' aria, et l'expérience démontre que les travailleurs de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chiavari n'ont jamais souffert sensiblement de ce dangereux voisinage; les observations recueillies depuis vingt ans sur une population moyenne de 1 000 individus, dont tous les mouvements sont réglés et surveillés et sur lesquels on a pu établir la statistique exacte des malades et des décès, prouvent qu'à Chiavari la Mal' aria n'a plus d'effet sur les hommes qui ne commettent pas d'imprudence hygiénique, et qui observent les mesures préservatrices dont les indigènes ne se départissent jamais toutes les fois qu'ils ont à séjourner ou à voyager dans la région des terrains malsains. Sous le rapport de la mortalité, Chiavari est depuis longtemps classé parmi les établissements les plus favorisés.

De toutes les cultures, c'est la vigne qui l'emporte de beaucoup par son importance et par l'étendue qui lui est consacrée. La vigne forme autour de Chiavari une enceinte continue, dont la profondeur est de 2 ou 3 kilomètres. Cette ceinture de vignes, dont la végétation n'est jamais plus vigoureuse et plus absorbante qu'en plein été, au fort de la Mal' aria, est, à mon avis, la cause principale de l'assainissement du pénitencier.

Sur ces terrains granitiques, rocheux et tourmentés, la vigne en terrasses superposées était évidemment la culture la plus rationnelle et la plus avantageuse à tenter; mais il n'est pas douteux que si, au lieu de la vigne, on y avait cultivé de l'orge ou d'autres céréales mûres et récoltées en juin, la Mal' aria s'y serait comportée tout différemment, et l'assainissement complet de l'établissement se serait fait longtemps attendre; peut-être même ne l'eût-on jamais obtenu. A côté de ce vignoble important et produisant déjà un vin excellent, on voit çà et là quelques plantations de mûriers, d'amandiers, de peupliers et d'eucalyptus. Ces derniers végétaux occupent peu d'espace et ne peuvent avoir une action bien grande sur la composition de l'air ambiant. Sans refuser à l'eucalyptus un certain pouvoir d'assainissement, en raison de sa végétation rapide et de son aptitude à croître sur le sol le plus frais et le plus fertile, je suis convaincu que les feuilles de la vigne et du mûrier purifient l'air avec plus d'énergie, sans compter que ces cultures fournissent des produits bien supérieurs à tout ce que l'on peut tirer des plantations d'eucalyptus. Ajoutons que ce dernier ne vient pas dans tous les terrains comme la vigne, qu'il est d'une multiplication difficile en Corse, que les vents violents de mer et de montagne en brisent beaucoup dans le jeune âge, et nous reconnaîtrons que nos cultures arbustives du Midi, aux feuilles caduques et absorbantes doivent jouer, dans l'œuvre de l'assainissement des terres insalubres, un rôle que n'atteindra jamais la nouvelle essence australienne. Ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'est pas à dire qu'il faille rejeter cette conquête récente de la science forestière : l'eucalyptus compte un grand nombre de variétés, dont les unes constituent de magnifiques arbres d'ornement et dont les autres ont la propriété de prospérer dans les terrains marécageux, où leur présence contribue à dessécher le sol et à purifier l'air dans une certaine mesure; mais ce serait une erreur funeste aux défricheurs de maquis que de laisser croire que la présence seule de l'eucalyptus suffit pour faire disparaître toute trace de Mal' aria. Jusqu'à présent, l'assainissement complet d'une localité ne peut s'obtenir que par la mise en culture des terrains défrichés. Ce fait, parfaitement établi par les deux pénitenciers de la côte occidentale, se confirme également à Casabianda où l'on a fondé, en 1862, un troisième établissement aussi important que celui de Chiavari, mais plus fertile et plus difficile à assainir, à cause de l'éloignement des montagnes et du voisinage de plusieurs étangs très-insalubres pendant l'été.

On a beau dessécher les marais, rectifier les cours d'eau, défricher les landes et planter des eucalyptus, la Mal' aria subsiste toujours tant que la charrue ou la bêche n'a pas pris possession du sol et ne l'a pas garni sur toute son étendue d'une végétation énergique qui, pendant la saison chaude, détruit et absorbe tout le mauvais air, qu'il naisse sur le terrain lui-même ou qu'il soit apporté par le vent des propriétés voisines non assainies. On ignore toujours ce qu'est la Mal' aria ; sont-ce des miasmes, des gaz particuliers, ou, comme le pensent quelques savants, une sorte d'algue dont les germes reproducteurs, suspendus dans l'air, s'introduisent dans l'organisme humain, où ils causent un trouble profond dans le jeu des principaux organes et dans la composition du sang?

Jusqu'à présent cette question, mal étudiée peut-être, n'a pas obtenu de la science une solution nette et précise. Les malades frappés par ce principe délétère semblent avoir été soumis à une sorte d'empoisonnement, qui n'est bien connu que dans ses effets sur l'économie animale et dans les circonstances qui en favorisent la production et l'extension au milieu de l'atmosphère. Un point parfaitement acquis à la science et toujours confirmé par l'observation et l'expérience, c'est que le mauvais air ne prend jamais naissance dans la région supérieure des montagnes. En Corse, tous les villages dont l'altitude dépasse 400 mètres sont d'une salubrité parfaite en toute saison. Il en est encore un certain nombre qui jouissent de la même immunité à 300 mètres, et même à 275 mètres de hauteur.

Plus on descend, plus on s'expose à être frappé par le mauvais air du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lieu même ou des terrains inférieurs. Dans la zone basse, on ne cite qu'un petit nombre de localités où l'on puisse résider sans danger pendant l'été.

Ajaccio, Bastia, Calvi, Bonifaccio et l'île Rousse sont des ports de mer habités et habitables toute l'année. Cependant on cite, dans plusieurs de ces villes, certains quartiers, certaines maisons et, dans quelques habitations, certains étages, les plus bas, où la fièvre paludéenne fait des victimes pendant les mois les plus chauds de l'année. A quelques pas de ces villes maritimes, il existe des terrains infectés de mauvais air pendant six mois de l'année. Deux conditions essentielles sont à remplir pour que la Mal' aria épargne les populations des villes basses : il faut qu'on y jouisse d'une vue sur la pleine mer, aussi étendue que possible, et que, par l'abri immédiat d'une montagne, les habitations soient protégées contre les courants chargés de mauvais air. Si, à ces deux conditions nécessaires on joint celle d'une culture arbustive active et soignée entre le lieu habité et les terres incultes, on pourra alors jouir d'une salubrité pareille à celle de la région montagneuse, avec cette différence, cependant, qu'au niveau de la mer, on souffre toujours plus de la chaleur et du manque d'eau fraîche.

Ce qui cause le plus de mal aux localités basses, c'est l'état inculte et abandonné du sol dans le voisinage immédiat des habitations. Le maquis ou le marais en situation basse est toujours un milieu malsain et fiévreux.

Tout le monde sait que, sous le climat du Midi, la Mal' aria prend naissance partout où des matières organiques végétales sont en décomposition sous la double influence de l'humidité et de la chaleur. Une flaque d'eau stagnante, une citerne non couverte, une parcelle marécageuse où suinte une source inutilisée, un filet d'eau au cours vaseux et garni de végétaux aquatiques, un simple maquis en apparence inoffensif, donnent lieu à ces effluves pestilentielles qui déciment la population si on ne s'empresse de combattre le mal à la première manifestation de la fièvre. Que faudrait-il faire pour améliorer et changer complétement les conditions hygiéniques de ces localités? Mettre en culture ces terres négligées et délaissées et y faire prédominer la vigne, le mûrier et toutes les cultures arbustives les mieux appropriées au sol et au climat. En Italie, dans l'ancien duché de Lucques, dans les mêmes conditions de latitude et d'altitude, ne voit-on pas des localités basses complétement exemptes de Mal' aria? Là, les villages se touchent, et le sol, partout sillonné de canaux d'assainissement et d'irrigation, est cultivé comme un véritable jardin; les récoltes succèdent aux récoltes, et la terre ne se repose jamais; de plus, toutes ces petites parcelles de culture sont en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tourées d'arbres servant de tuteurs à des vignes en festons, d'une vigueur et d'une fécondité extraordinaires.

Il est bien certain que ces plaines, si fertiles et si peuplées, deviendraient bien vite des foyers infects de Mal' aria, si on venait à ne plus les cultiver et à ne plus contenir et diriger les eaux qui, par le travail et l'industrie des cultivateurs, sont maintenant une source de richesses et de productions. Les belles vallées de la Corse et les plaines de la côte orientale, aujourd'hui désertes, dépeuplées et improductives, n'attendent que des bras et quelques capitaux pour s'assainir et se couvrir de riches moissons. La Mal' aria recule et disparaît devant le travail opiniâtre et les efforts persévérants des populations. C'est par l'agriculture, ou plutôt par l'arboriculture, qu'il faut combattre et dompter ce terrible fléau de la Corse. Il n'y a pas d'autre moyen, pour ce département, de passer promptement de la misère à l'abondance, de la pauvreté à la richesse. Dès lors ce pays, qui réunit à lui seul toutes les beautés de la nature, le ciel bleu de l'Italie avec une mer magnifique, des montagnes neigeuses et des ports incomparables, ne tarderait pas à prendre rang parmi les départements les plus riches et les plus peuplés de la France.

MÉTALLURGIE SIDÉRURGIQUE.

SUR LA PRODUCTION DU FER ET DE L'ACIER, PAR PROCÉDÉ DIRECT, PAR M. C. WILLIAM SIEMENS (1).

Lorsqu'on mélange une certaine quantité de minerai de fer riche, en poudre, avec 25 pour 100 de son poids de charbon pilé et qu'on expose simplement ce mélange, pendant quelques heures, à l'action d'un foyer ordinaire ou d'un feu de forge, on obtient du fer métallique, et si l'on chauffe ce fer jusqu'au rouge soudant au même feu de forge, il devient assez malléable pour qu'on puisse en faire un fer à cheval d'excellente qualité. Si, avant de commencer l'opération, on prend le soin d'ajouter au minerai une certaine quantité d'un fondant quelconque, comme de la chaux ou même de l'argile, on aura l'avantage de débarrasser plus facilement le fer de la scorie adhérente.

(1) Extrait d'un Mémoire lu par l'auteur dans une réunion de l'*Iron and steel Institute* tenue à New-Castle, Mémoire ayant pour titre : Quelques nouveaux aperçus sur la production du fer et de l'acier par procédé direct (*Some further remarks regarding the production of Iron and steel by direct process*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce procédé est tellement simple, qu'il n'est pas étonnant qu'il ait précédé les méthodes plus ou moins compliquées qu'on emploie aujourd'hui pour produire du fer et de l'acier sur grande échelle ; aussi on a souvent, et surtout de nos jours, essayé d'y revenir. Le fer produit par procédé direct est ordinairement presque chimiquement pur, quoique le minerai et l'agent réducteur employé puissent contenir une forte proportion de phosphore, de soufre et de silice ; en outre, s'il est débarrassé de sa scorie, il est, sous le rapport de la qualité et de la valeur commerciale, supérieur au fer marchand ordinaire.

Les objections que soulève, au point de vue pratique, le procédé direct tel qu'on l'exécutait autrefois et tel qu'on le trouve encore, sur une échelle très-restreinte, aux États-Unis d'Amérique et dans quelques contrées de l'Europe, sont celles-ci :

1° On ne peut traiter ainsi que les minerais très-riches dont on ne recueille d'ailleurs que la moitié du fer, le reste passant avec la scorie et se trouvant par conséquent perdu.

2° Le charbon dont on doit se servir est le charbon de bois, et il n'en faut pas moins de 3 à 4 tonnes pour produire une tonne de fer en loupes martelées.

3° La main-d'œuvre est coûteuse ; Percy, dans sa Métallurgie, l'estime, pour une tonne, à 33 hommes travaillant douze heures. Le fer produit directement à la forge catalane revient donc très-cher et ne saurait faire concurrence au fer obtenu par les méthodes modernes, excepté dans le cas d'applications spéciales telles que la fabrication des instruments d'acier.

En présence de ces objections, ne peut-on se demander s'il ne serait pas possible de combiner les avantages du procédé direct avec ceux des méthodes modernes, en vue de produire des températures intenses fournies par des gaz purs, et d'opérer sur de grandes masses de matières premières sans dépense de main-d'œuvre ? La chimie ne pourrait-elle nous aider à obtenir des rendements plus élevés et nous fournir les moyens de traiter des minerais comparativement pauvres et impurs ?

En m'occupant de ces questions importantes, j'avais déjà reconnu, il y a quelques années, qu'elles offrent au métallurgiste un champ de recherches plein de promesses, et je pensais en même temps à mon four régénérateur à gaz comme un moyen de produire la quantité de chaleur voulue, sans le secours du charbon de bois et des machines soufflantes. Partant de là, j'ai entrepris une série d'expériences à ma fabrique d'acier de Birmingham, expériences que j'ai communiquées, en 1873, à l'*Iron and steel Institute* dans un Mémoire intitulé : *De la production du fer et de l'acier par procédé direct*. Encouragé par les premiers résultats obtenus, j'ai ensuite procédé à d'autres essais sur une plus grande échelle, dont le plus important a été fait à Towcester, dans le comté de Northampton.

Sans doute, je le reconnais aujourd'hui, sous le rapport du combustible, de l'habileté de la main-d'œuvre et d'une meilleure qualité de minerai, d'un approvisionnement facile, il eut été plus prudent de choisir une autre localité ; mais, s'il y a eu en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelque sorte erreur dans ce choix, elle doit être surtout attribuée à cette circonstance, qu'on s'est trouvé là à portée d'une masse de minerai du Northamptonshire, revenant à un prix extrêmement réduit. Malheureusement, on n'a pas tardé à reconnaître que ce minerai, bien que pouvant fournir un fer de bonne qualité, était cependant d'une teneur trop pauvre et trop irrégulière pour donner des produits commerciaux, à moins qu'il ne fût mélangé, à poids égal, soit avec un minerai plus riche, soit avec des déchets de laminoirs, matières qui coûtent fort cher à Towcester en raison des frais de transport. Tels sont les motifs qui ont empêché de compléter l'usine de cette localité.

C'est cette usine même qu'ont visitée, en 1876, deux éminents métallurgistes, MM. les professeurs Von Tunner de Leoben et Akermann de la Suède. Ils ont consigné leurs observations dans des rapports importants, au sujet desquels je ne puis me dispenser de faire la réponse suivante :

Le but principal que je me suis proposé, en entreprenant mes expériences, a été d'opérer sur des mélanges de minerais, de fondants et d'agents réducteurs capables, sous l'influence d'une température élevée, de produire du même coup du fer métallique et une scorie fluide, méthode présentant une certaine analogie avec celle proposée dans le temps par William Clay, mais différant essentiellement de celles de Chenot, Guilt, Blair et autres métallurgistes, qui préparaient d'abord une éponge métallique pour l'amener ensuite, dans une seconde phase opératoire, à l'état de fer malléable ou d'acier. En 1873, j'ai décrit les deux procédés à l'aide desquels je prétends résoudre le problème que je me suis posé, procédés consistant dans l'emploi, soit d'un four fixe, soit d'un four tournant : le premier applicable surtout aux minerais riches et le second aux minerais pauvres, comme ceux qu'on trouve près de Towcester.

Four tournant. — A l'usine de Towcester on a établi trois fours tournants dont la partie mobile mesure, pour deux de ces fours, 7 pieds (2^{m},10) de diamètre sur 9 (2^{m},70) de longueur ; les dimensions sont moindres pour le troisième four. Grâce à une disposition spéciale, les gaz combustibles entrent et sortent par l'extrémité postérieure de l'appareil, tandis que l'extrémité antérieure sert de porte de travail. La capacité est garnie aux deux bouts avec des briques de bauxite, tandis qu'à la circonférence existe un revêtement composé d'un mélange de crasses de fourneau et de déchets de laminoirs ou de minerai calciné. On charge dans l'appareil environ 30 cwt. (1 523^{k},40) du minerai à traiter, bien mélangé avec 9 cwt. (457^{k}) de charbon menu ; les gaz étant admis, on donne pendant deux heures et demie un premier mouvement de rotation lent. Pendant cette période, la réduction s'opère en même temps que la formation d'une scorie fluide, composée de matières terreuses renfermant une très-forte proportion d'oxyde de fer. On fait alors couler la scorie, puis on pousse la température et on augmente la vitesse de rotation de l'appareil pour faciliter l'agglomération du métal en loupes qu'on retire et traite de la manière suivante :

Ces loupes contiennent en moyenne 70 pour 100 de fer métallique et 30 de scorie ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais cette scorie est encore riche en fer, et l'analyse a montré qu'elle retenait jusqu'à 6 pour 100 et plus d'acide phosphorique et 2 pour 100 de soufre. En soumettant, comme à l'ordinaire, ces loupes au marteau-pilon, on les débarrasse des crasses, mais néanmoins le métal ne présente pas encore la cassure cristalline d'un bon fer ; il est ce qu'on appelle rouverin (*red shortness*), défaut qu'on fait disparaître en le réchauffant en paquets plusieurs fois.

M. Samuel Lloyd, un des co-directeurs de la compagnie de Towcester, a eu l'idée d'opérer plus simplement en recourant à l'ancien four d'affinage. Les loupes, à mesure qu'elles sortent de l'appareil tournant, passent au marteau-pilon qui les réduit à l'état de galettes d'un pouce (0^m,025) d'épaisseur ; ces galettes sont ensuite découpées à la cisaille, et les morceaux, réunis en paquets d'environ 2 cwt (101^k,50), passent au four et de là au marteau, puis au laminoir.

Le fer en barre, ainsi produit, a montré les qualités du fer de Suède et s'est vendu, dans le Staffordshire et à Sheffield, à un prix variant de 7 à 9 livres (175 à 225 fr.) la tonne.

Les expériences faites prouvent donc indubitablement qu'on peut obtenir par procédé direct du fer et de l'acier de très-bonne qualité, en n'employant pas de meilleurs minerais que ceux du Cleveland. Mais à quel prix les produits reviennent-ils? C'est là ce qu'il reste à déterminer, car les essais faits ne sont malheureusement pas assez complets et ne peuvent fournir que les premiers éléments pour résoudre cette importante question. Il ne faut pas oublier, en effet, qu'il n'y a à Towcester qu'un seul four à réchauffer et un simple marteau-pilon du poids de 50 cwt (environ 2,5 tonnes), et qu'ils sont insuffisants pour répondre à la production des trois fours tournants; en outre, il faut tenir le fer au laminoir, et comme il n'y en a pas à l'usine, on est obligé de transporter les produits au dehors, ce qui nécessite des frais qui pèsent lourdement sur le coût de la production.

Dans l'équation du prix de revient, le four tournant est incontestablement le principal facteur. On a relevé sur un tableau tous les éléments relatifs au travail de dix-huit charges consécutives. Chaque charge se composait d'un mélange de 12 cwt (609^k,30) de minerai de Towcester (d'une teneur d'environ 38 pour 100), de 8 cwt (406^k,20) de minerai calciné de Great Fenton, de 1 cwt (50^k,75) de scories, de 1 cwt de calcaire et de 6,5 cwt (330 kilog.) de charbon menu. La durée de l'opération pour chaque charge a été de 3 heures 57 minutes, soit 4 heures, et le produit en loupes martelées de 6 cwt, 2 qrs, 13 liv. (335^k,90), tandis que le métal contenu dans chaque charge était (suivant estimation) de 9 cwt (457 kilog.), soit une différence de près de 121 kilog., qui représente une perte de 25 pour 100. Cette perte est cependant compensée, jusqu'à un certain point, par l'emploi d'une partie des scories qu'on fait entrer dans les charges suivantes ; mais la quantité qu'on en peut utiliser sans inconvénient dépend de la proportion des impuretés (phosphore, soufre et alumine), contenues dans le minerai.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La consommation en charbon a été, dans les fours tournants, de 2 tonnes par tonne de loupes martelées, et en évaluant le coût des matières premières et de la main-d'œuvre, on arrive au prix de 3 liv. 8 sh. (85 fr.) par tonne de loupes. A ce chiffre, il conviendrait d'ajouter tous les faux frais et réparations, ainsi que le coût de la transformation des loupes en barres au laminoir, qui est assez élevé pour les produits de l'usine de Towcester. L'affinage du fer n'a pas été compté non plus, en sorte que, si l'on tient compte des 25 à 30 sh. (31 fr. 25 à 37 fr. 50) par tonne que coûte cette opération, on arrive au prix de 5 liv. 5 sh. à 5 liv. 10 sh. (131 fr. 25 à 137 fr. 50) pour le prix de la tonne de fer raffiné.

Four fixe. — Pour traiter des minerais riches, tels que des hématites par exemple, il est plus avantageux d'employer un four fixe, auquel cas le procédé est modifié comme suit :

On fait un mélange de minerai pulvérulent et de fondants qu'on amasse, en tas de 4 à 5 tonnes, sur une plate-forme spéciale placée près du four. La chambre du four ayant été chauffée, on charge les matières jusqu'à une hauteur de 12 à 15 pouces ($0^m,30$ à $0^m,375$), en ayant soin auparavant de répandre une couche de poussière de coke ou d'anthracite pour protéger le revêtement en silice dont sont garnies les parois du four. La température est alors poussée jusqu'au rouge soudant, en veillant toutefois à ce que les flammes soient aussi peu oxydantes que possible. Il se produit alors, surtout à la surface de ce mélange, une réduction du minerai en même temps qu'une fusion des matières terreuses déterminant, au bout de deux heures, la formation d'une sorte de croûte épaisse de fer malléable. On retire cette croûte avec des ringards, on la porte au marteau qui l'agglomère et la débarrasse des scories ; puis, du même coup et sans rechauffage, on la transforme au laminoir, qui en fait des produits bruts réservés pour l'affinage.

Aussitôt que la première croûte a été enlevée, on referme le four, et, au bout d'une heure et demie, on en trouve une nouvelle qu'on retire et traite de la même manière. L'opération se répète ainsi trois ou quatre fois, après quoi la charge du four est à peu près épuisée, et on la renouvelle pour recommencer à nouveau. Toutes les douze heures, cependant, on doit arrêter l'opération pour vider entièrement le four, le nettoyer et réparer le revêtement siliceux des parois.

Le fer martelé, ainsi obtenu avec du minerai riche, est excellent pour la fabrication de l'acier au four Martin-Siemens. Mais si, outre sa richesse, le minerai dont on peut disposer est dépourvu de soufre et de phosphore, en le mélangeant avec des crasses de marteau et de laminoir, on peut encore simplifier comme suit le procédé et obtenir directement de l'acier au four de réduction.

On commence par charger dans le four environ cinq tonnes d'un mélange préparé comme celui dont on s'est servi dans l'opération décrite ci-dessus, et on laisse d'abord la chaleur agir pendant quatre à cinq heures, au bout desquelles une croûte épaisse le fer a eu le temps de se former. C'est alors qu'on ajoute deux tonnes de fonte d'hé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

matite préalablement chauffée, et cette fonte, en se liquéfiant, forme un bain qui recouvre la croûte de fer et qui ne tarde pas à la dissoudre à la surface pendant qu'elle s'épaissit par dessous. Au bout de trois ou quatre heures, toute la charge devient fluide, formant un bain métallique qui renferme une petite proportion de carbone et que recouvre une scorie vitreuse contenant à peine 15 pour 100 de fer métallique. Il ne reste plus alors qu'à ajouter un peu de minerai dit *spiegeleisen*, et on peut procéder à la coulée de l'acier qui présente des qualités au moins égales à celui obtenu au four Martin-Siemens. (*Journal of the Society of arts.*) (M.)

CHAUDIERES A VAPEUR.

NOTE SUR L'EMPLOI DU ZINC COMME DÉSINCRUSTANT, PAR M. BROSSARD DE CORBIGNY, INGÉNIEUR DES MINES (1).

M. Lesueur, ancien employé des lignes télégraphiques, a présenté à M. le Ministre des travaux publics et aussi à l'Académie des sciences un Mémoire relatif à l'emploi du zinc métallique comme préservatif des incrustations dans les chaudières à vapeur. L'auteur expose dans ce document par suite de quelles circonstances il a été amené à s'occuper de cette question. En 1861, au Havre, un navire à vapeur ayant été mis en réparation après plusieurs années de navigation, on reconnut avec surprise que, tandis que l'un des générateurs, alimenté par l'eau de mer, était presque entièrement oxydé et mis hors d'usage, les deux autres, qui recevaient les eaux du condenseur, étaient en parfait état de conservation. En même temps, des entretoises en laiton appliquées dans l'intérieur du condenseur lui-même, étaient réduites à l'état de squelette spongieux formé seulement de cuivre : le zinc de l'alliage avait donc disparu, et cette disposition semblait intimement liée à l'état de conservation des chaudières. Ce fait donna à supposer qu'on pourrait employer ce métal pour prévenir les incrustations et, à partir de 1873, M. Lesueur s'occupa de vulgariser ce procédé et de le faire employer ou au moins essayer par un grand nombre d'industriels.

Ces essais ont eu lieu principalement à Angers et dans le département de Maine-et-Loire. A raison de ces circonstances, M. le ministre des travaux publics a bien voulu nous charger, par une dépêche du 16 octobre 1876, de suivre de près ces expériences, d'étudier la valeur du procédé et de rechercher l'explication des phénomènes qui se produisent, ainsi que les meilleures conditions d'emploi.

(1) Voy. *Bulletin* de 1876, 3e série, t. III, p. 55.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous constaterons d'abord qu'un grand nombre d'adhésions et d'appréciations favorables ont été envoyées par les industriels qui ont essayé l'emploi du zinc. Indépendamment de celles qui sont relatées dans le Mémoire, il nous en a été remis plusieurs autres, et les propriétaires des appareils sur lesquels a porté notre examen ont confirmé ces appréciations, sauf de très-rares exceptions dont nous aurons à rechercher la cause.

Nous nous bornons à signaler ces témoignages favorables, pour nous occuper seulement de ce que nous avons constaté par nous-même. Nous examinerons successivement :

1° Les faits matériels qui résultent de l'emploi du zinc ;
2° L'explication qu'on doit en donner ;
3° L'influence de la nature des eaux ;
4° Les précautions à prendre dans la pratique.

1° Mode d'action du zinc. — L'application du procédé consiste simplement à placer dans la chaudière, soit dans le corps cylindrique, soit dans les bouilleurs, mais toujours dans la partie opposée au foyer, une quantité de zinc métallique, en lingots ou en rognures, à déterminer suivant les cas. La chaudière étant ensuite remplie et mise en marche, on la laisse en activité pendant la période ordinaire, et, lorsqu'on la nettoie, on observe ce qui suit avec les eaux à dépôts calcaires.

Lorsque l'eau employée est peu incrustante, il arrive ordinairement que les dépôts, au lieu de se former en croûte solide et adhérente, restent à l'état de boue liquide : un simple lavage au balai ou à l'aide d'une lance à eau suffit alors pour les enlever. La tête reste nette, non oxydée; on n'a pas besoin de procéder au piquage, ce qui constitue une économie de temps et de main-d'œuvre et ménage en outre la chaudière.

Lorsque les eaux sont fortement incrustantes, elles donnent un dépôt cohérent et pierreux, comme si l'on n'avait pas mis de zinc ; mais, ce qui est très-important, ce dépôt n'adhère pas à la tôle ; tout en acquérant de la dureté et de l'épaisseur, il peut s'enlever à la main, ou du moins les croûtes se détachent sans grand effort ; la tôle reste nette après cet enlèvement suivi d'un lavage et, dans ce cas encore, le piquage est évité.

Quand au zinc lui-même, il serait inexact de dire qu'il a disparu, mais il s'est transformé sur place en une masse blanche et terreuse qu'il est facile de reconnaître au premier abord pour de l'oxyde de zinc. Souvent cette masse d'oxyde a conservé la texture lamelleuse du métal, et quelquefois les parties centrales du métal sont encore inattaquées. Il est évident qu'il y a eu une oxydation lente, qui n'a pas toujours eu le temps de s'achever et a produit quelquefois une véritable pseudomorphose du zinc en oxyde de zinc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un échantillon provenant des chaudières de la mine de Désert (Maine-et-Loire), alimentées par l'eau de Loire, nous a donné à l'analyse les résultats suivants :

Eau.	1,60
Oxyde de zinc.	87,30
Oxyde de fer et alumine.	3,80
Sable et argile.	1,60
Carbonate de chaux.	6,20
— de magnésie.	0,50
	101,00

Par contre, on ne trouve aucune trace de zinc dissous dans les eaux extraites des chaudières, et l'on n'en trouve que des quantités très-faibles dans les dépôts calcaires provenant des eaux elles-mêmes. Nous avons choisi pour cette dernière recherche le dépôt abondant et solide de la chaudière de l'usine Raynaly, à Angers, alimentée par un puits voisin de la Maine ; nous avons trouvé :

Carbonate de chaux.	75,60
— de magnésie.	3,00
Sulfate de chaux.	9,35
Sable et argile.	8,40
Oxyde de fer et de zinc.	4,20
Chlorures.	0,40
	100,95

Il est indubitable que l'oxyde de zinc n'existe qu'à l'état de mélange produit par entraînement du dépôt métallique dans la circulation d'eau de la chaudière.

Il est donc certain que l'on doit distinguer deux espèces de dépôts se formant dans ces circonstances : l'un provenant des eaux d'alimentation, qui se manifeste comme à l'ordinaire sur les parois chauffées, mais sans y adhérer ; l'autre presque entièrement formé d'oxyde de zinc et qui demeure tout entier, ou peu s'en faut, au point même où le métal a été placé.

Les eaux elles-mêmes, extraites au moment du nettoyage, ne contiennent, après filtration, aucune trace de métal. Des échantillons provenant des chaudières Raynaly à Angers, Laboulais à Angers, mines de Désert et Legal à Nantes, ayant été traitées par le sulfhydrate d'ammoniaque, n'ont donné aucune apparence de trouble ni de coloration.

Les résultats ne sont plus les mêmes lorsqu'on opère avec des eaux séléniteuses au lieu d'eaux calcaires. Nous avons constaté ce qui suit aux ardoisières d'Angers, et sur trois chaudières différentes (la Paperie, les Petits-Carreaux, l'Hermitage).

Les eaux d'alimentation, généralement puisées dans d'anciens fonds abandonnés, sont extrêmement dures. Le dépôt qu'elles forment consiste essentiellement en sulfate

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de chaux, coloré par un peu d'oxyde de fer. La présence de ce sel dans des eaux qui ne traversent que des terrains schisteux s'explique de la manière suivante : le schiste ardoisier contient de nombreux cristaux de pyrite de fer qui, sous l'influence de l'air et de l'eau, se transforment en sulfate de fer. Le sulfate de fer, réagissant à son tour sur la chaux contenue en faible proportion dans le schiste, ainsi que sur quelques filons calcaires qui s'y rencontrent, se transforme en sulfate de chaux ne retenant que des traces de fer; ces traces sont tellement faibles que l'eau elle-même ne se colore pas par le sulfhydrate d'ammoniaque, mais cet oxyde se concentre dans les dépôts et les colore en rose pâle.

Lorsqu'on emploie les eaux sans aucun désincrustant, le sulfate de chaux se dépose sous forme de boue dont une partie seulement adhère aux tôles et forme une croûte très-peu épaisse. Analyse de ce dépôt :

Sulfate de chaux.	88,00
— de fer.	2,70
Argile ferrugineuse et sable.	4,50
Eau.	4,60
	99,80

L'abondance de la boue gypseuse oblige à nettoyer très-fréquemment (tous les mois ou toutes les six semaines), et l'incrustation n'a pas le temps d'acquérir de l'épaisseur.

L'addition du zinc n'a donné aucun résultat sérieux : tout au plus a-t-on observé que la croûte était un peu moins épaisse, que sa surface concave, au lieu d'être ondulée, était unie et lisse; mais l'adhérence aux tôles persistait et l'on n'était pas dispensé du piquage. Aussi les exploitants ont-ils abandonné, après plusieurs épreuves infructueuses, des essais qui remontent déjà à plus d'un an. Peut-être n'a-t-on pas employé une dose assez forte de métal; mais si ces eaux, très-chargées de sels incrustants, en exigeaient une proportion trop élevée, il n'y aurait plus d'avantage économique à employer le zinc.

2° Explication théorique. — Ce qui précède permet d'établir la théorie du phénomène. M. Lesueur, dans son Mémoire, l'explique par une action électrique dont il ne définit pas bien les effets et qui, au premier abord, ne paraît pas très-bien justifiée; nous croyons néanmoins que cette explication est exacte et peut rendre compte des faits.

Il faut, en effet, partir de ce principe que le zinc n'entre pas en dissolution et, par conséquent, ne vient pas en contact avec les parois de la chaudière. Il n'agit donc pas à la manière d'un enduit ou d'une émulsion qui détruirait mécaniquement l'adhérence. Mais il s'oxyde et ne peut emprunter l'oxygène qu'à l'air dissous dans l'eau d'alimentation ou à cette eau elle-même. La première hypothèse ne conduit à aucune explication

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

satisfaisante; la seconde, au contraire, implique ce qui suit: les deux métaux, fer et zinc, entourés d'eau à une température élevée, constituent un élément de pile à un seul liquide qui décompose lentement l'eau. L'oxygène se porte sur le métal le plus oxydable, le zinc, et l'hydrogène équivalent se dégage à la surface du fer. Il se produit donc sur toute l'étendue de la tôle influencée un dégagement très-faible, mais continu d'hydrogène : les bulles de ce gaz isolent à chaque instant la paroi métallique de la substance incrustante. Si celle-ci est peu abondante, elle est même pénétrée par ces bulles et réduite en boue; si la proportion en est plus forte, il se forme des incrustations cohérentes, mais qui restent toujours isolées de la tôle et en prennent la forme sans y adhérer.

L'expérience a montré qu'il convenait d'employer, pour chaque période d'activité de la chaudière, environ 1 kilog. de zinc par cheval ou, ce qui revient à peu près au même, par mètre carré de la surface de chauffe. L'équivalent chimique de 1 kilog. de zinc est 30^{g},3, ou 350 litres d'hydrogène qui se dégagent ainsi progressivement sur chaque mètre carré de la surface de chauffe, quoique avec une réduction de volume correspondant à la pression interne. Si cette pression est de 5 atmosphères, le volume gazeux sera réduit à 70 litres qui devront ainsi être employés à maintenir une mince nappe gazeuse entre la tôle et l'incrustation. Nous croyons que ce chiffre, quoique assurément faible, peut néanmoins justifier l'explication que nous présentons.

Il est d'ailleurs évident, par ce même chiffre, que la présence de l'hydrogène dans la chaudière ne pourra jamais devenir une cause de danger : on n'a pas à redouter qu'il puisse former un mélange dans des proportions explosibles.

Mais comment expliquer qu'avec les eaux séléniteuses des ardoisières d'Angers, le même effet ne se produise plus? Doit-on l'attribuer à la nature plus cohérente du sulfate de chaux pur, ou à l'insuffisance de la dose de zinc employée? Nous ne pouvons, quant à présent, nous prononcer sur ce point : nous nous bornerons à rapporter les faits qui précèdent comme établis par l'observation.

L'hypothèse que nous formulons serait d'ailleurs confirmée par le fait suivant, mentionné au Mémoire de M. Lesueur, mais que nous n'avons pas été à même de vérifier : le zinc, introduit dans une chaudière incomplétement nettoyée, aurait la propriété de détacher des parois le tartre préexistant. Ce fait s'expliquerait bien par l'action d'un faible dégagement gazeux, soulevant peu à peu les croûtes du tartre et les séparant de la tôle.

3° Influence de la nature des eaux. — Ce qui précède donne déjà une idée de cette influence. Nous la préciserons au moyen des observations suivantes :

a. Type eaux douces. Mines de Désert. — Alimentation par l'eau de Loire. Cette eau précipite légèrement par l'azotate d'argent, le chlorure de baryum, l'azotate d'ammoniaque, nullement par l'eau de chaux; elle marque 8 degrés 1/2 hydrotimétriques.

L'emploi du zinc à la dose de 700 grammes, par force de cheval, permet de marcher

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3 à 4 mois sans incrustation. Le dépôt formé n'est nullement adhérent et s'enlève par un simple lavage.

Usine Laboulais, à Angers. — Eau de la Maine. Mêmes caractères que l'eau de la Loire, un peu plus marqués : trouble légèrement l'eau de chaux.

Degré hydrotimétrique : 16. Un demi-kilogramme par cheval permet de marcher plusieurs mois. Le dépôt est incohérent et s'enlève par un simple lavage.

Service des eaux de la ville d'Angers aux ponts de Cé. — Mêmes eaux et mêmes résultats que pour la mine de Désert.

b. Type eaux calcaires. Usine Raynaly, à Angers. — Les eaux d'alimentation viennent de la Maine, mais en traversant des remblais de démolition sur 100 mètres d'épaisseur. Précipitent abondamment par les réactifs ordinaires. Degré hydrotimétrique : 40°. L'incrustation, essentiellement calcaire, atteint sur plusieurs points $0^{m},02$ d'épaisseur (ce qui, par parenthèse, doit conduire à une réduction de la période de nettoyage). Mais le tartre n'est pas adhérent à la tôle et s'enlève facilement. D'ailleurs le zinc a été employé à faible dose, 300 grammes seulement par cheval, en rognures.

Usine Legal à Nantes. — Eaux semblables aux précédentes, mais seulement à 27 degrés hydrotimétriques. Nous n'avons pas vu cette usine, qui est en dehors de notre service, mais nous savons, par une lettre du propriétaire, qu'il a été très-satisfait des résultats obtenus sur une chaudière tubulaire de 12 chevaux.

c. Type eaux séléniteuses. Ardoisières d'Angers. — Eaux précipitant abondamment, par l'azotate d'argent, le chlorure de baryum, l'oxalate d'ammoniaque, mais non par l'eau de chaux. Essentiellement séléniteuses et non calcaires, ce qui s'explique par leur origine, abandonnent un dépôt de sulfate de chaux, très-dures ; degré hydrotimétrique : 40° à 45°

Aucun effet sensible avec des doses modérées de zinc. Il n'a pas été fait d'essais à doses fortes.

Nous n'avons pu étudier deux autres types d'eaux qui ne se rencontrent pas dans notre service : l'eau de mer et les eaux acides. La première demanderait des observations spéciales ; pour les secondes, on ne doit s'attendre à aucun bon résultat. En effet, le zinc doit se dissoudre rapidement dans une proportion d'acide libre qui serait assez élevée pour corroder les tôles, comme on l'observe quelquefois ; au bout de peu de jours le métal aurait disparu, à moins d'en employer des quantités suffisantes pour saturer les eaux d'alimentation, ce qui serait incompatible avec un usage économique.

La nature ou la forme de la chaudière ne paraît pas avoir d'influence sur les résultats. Nos observations ont principalement porté sur des chaudières cylindriques à bouilleurs ; mais plusieurs propriétaires de chaudières tubulaires ont attesté les bons résultats obtenus dans leur appareils.

4° DÉTAILS D'EMPLOI ET PRÉCAUTIONS A PRENDRE. — L'ensemble de nos constatations

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tend à faire admettre qu'il vaut mieux employer le zinc en lingots qu'en rognures ou feuilles minces.

Il semblerait que, dans le second cas, l'action électro-chimique s'épuise rapidement, parce qu'elle agit sur une trop grande surface; avec un lingot massif, elle est mieux ménagée et dure tout le temps voulu.

Le métal peut être placé dans toutes les parties de la chaudière, à l'exclusion du coup de feu des bouilleurs. Dans cette région, la masse pâteuse de l'oxyde formé occasionne des brûlures et boursouflements de la tôle, comme on en a vu des exemples. L'extrémité des bouilleurs opposée au foyer paraît le mieux convenir pour y placer le métal.

La dose à employer dépend naturellement du degré de dureté des eaux et de la période qu'on veut donner aux époques de nettoyage. Dans les circonstances où le procédé donne de bons résultats, la dose de 1 kilog. par cheval doit être considérée comme un maximum; celle de 1/4 de kilog., indiquée par l'auteur, ne peut suffire que pour des eaux très-douces ou des périodes très courtes d'activité.

Il est presque inutile de remarquer que l'emploi du zinc ne peut avoir pour effet de diminuer la *masse* du dépôt fourni par une eau donnée; nous n'en parlerions même pas, si quelques industriels ne nous avaient paru s'attendre à la disparition plus ou moins complète de ces dépôts, alors qu'on ne peut compter que sur la diminution de leur cohésion et de l'adhérence aux parois.

D'après quelques industriels (mines de Désert, Heilmann à Mulhouse), on serait exposé à un entraînement de matières pulvérulentes usant les soupapes et robinets. On y remédierait sans doute avec un dôme de vapeur de dimensions suffisantes.

Conclusions.— Nous formulons comme il suit les conclusions pratiques du présent rapport.

1° Le procédé préconisé par M. Lesueur paraît rendre des services incontestables avec les eaux calcaires qui ne sont pas trop dures, dont le degré hydrotimétrique ne dépasse pas, par exemple, 25° ou 30°. Les dépôts perdent toute cohésion ou tout au moins n'adhèrent plus à la tôle, dont le piquage est ainsi évité.

2° Avec les eaux séléniteuses à 40° et plus, le résultat est insignifiant.

3° On ne doit également s'attendre à aucun résultat avec des eaux qui contiendraient un acide libre.

4° Le zinc doit être employé de préférence en lingots, à la dose de 0 k. 250 à 1 kilog. par force de cheval pour une période de plusieurs mois. Il doit être placé à l'opposé du coup de feu et la chaudière doit être munie d'un assez grand dôme de vapeur.

(*Annales des Mines.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES.

RECHERCHE DES CORPS GRAS INTRODUITS FRAUDULEUSEMENT DANS LE BEURRE (1), PAR M. C. HUSSON, PHARMACIEN DE PREMIÈRE CLASSE A TOUL (MEURTHE-ET-MOSELLE).

Le beurre abandonné à lui-même prend bientôt une odeur rance désagréable, qui parfois ressemble à celle du suif; si l'on coupe alors le pain, on s'aperçoit que l'odeur la plus forte se fait sentir surtout à la périphérie, qui a une couleur beaucoup plus foncée, tandis que le milieu du pain est retiré sans altération évidente ou tout au moins se trouve bien mieux conservé. Lorsque l'odeur forte du beurre est due à l'introduction d'une graisse étrangère, l'inverse se produit, et souvent il n'y a qu'une légère couche de beurre frais recouvrant du beurre altéré ou bien un mélange de suif et de beurre. Quand l'union des différents corps gras est intime, la fraude devient difficile à découvrir.

Bien des travaux ont déjà été entrepris pour reconnaître le mélange des corps gras, de natures diverses : la simple énumération des différents procédés conseillés par les traités de toxicologie nous montrerait leur insuffisance. Le point de fusion en est généralement la base et les différents auteurs n'indiquent pas la même température : c'est qu'en effet celle-ci peut très-bien varier, puisque le beurre n'est pas un produit défini, mais un mélange variable de substances grasses dont les points de fusion diffèrent considérablement. D'un autre côté, cette détermination offre des difficultés : si l'on place dans un tube à réactifs un morceau de beurre, les particules détachées et fixées aux parois du verre seules entrent en fusion vers 26 degrés. Quant à la masse elle-même, elle ne fond sensiblement qu'entre 30 et 36 degrés. On comprend dès-lors que cette méthode ne puisse indiquer la présence d'un peu de suif ou d'axonge.

Voici comment on modifie ce procédé, afin de le rendre plus pratique. On prend plusieurs tubes de même dimension, dans lesquels on pèse 10 grammes d'huile de ricin bien blanche. On ajoute dans l'un de ces tubes 1 gramme de beurre frais bien préparé, dans le deuxième 1 gramme d'axonge, dans le troisième 1 gramme de margarine Mouriès, dans le quatrième 1 gramme de suif.

On place tous ces tubes dans un bain-marie dont on élève graduellement la température à 40 degrés : la fusion du beurre est bien établie.

L'axonge donne déjà une solution trouble.

La margarine produit une solution qui reste opaline, quelle que soit la température.

Le suif reste solide.

(1) Voir *Le lait, la crème et le beurre.* Paris, librairie Asselin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A 50 degrés s'opère seulement la dissolution du beurre naturel : elle présente alors les caractères de celle du beurre de margarine.

La dissolution d'axonge est transparente.

Le suif se divise et devient granuleux.

A 70 degrés le suif se dissout : la solution est légèrement laiteuse.

Ces tubes, plongés dans l'eau à 70 degrés, présentent les caractères suivants. Si on laisse la température s'abaisser graduellement, à 15 degrés la solution de suif est complétement figée. On peut renverser le tube sans que rien ne s'écoule.

Les solutions de beurre et d'axonge ont la consistance du glycérolé d'amidon.

A 9 degrés la solution d'axonge est solidifiée, celle du beurre est encore filante, ainsi que celle de la margarine.

En traitant ces mélanges par l'alcool à 90 degrés et à froid, on obtient des émulsions à teintes laiteuses dans lesquelles on voit se former des flocons blancs.

Lorsqu'on a filtré et lavé plusieurs fois à l'alcool le résidu laissé sur filtre, on fait sécher celui-ci dans un courant d'air sec.

Dans ces conditions, le suif donne un dépôt de $1^{gr},20$, c'est-à-dire qu'il a été complétement précipité et qu'il a retenu quelques éléments de l'huile de ricin. Le résidu laissé par le beurre est de $0^{gr},70$; l'axonge de $0^{gr},60$.

La margarine ne donne aucun dépôt, le mélange reste opalin.

D'après ces données, on comprend facilement que le mélange de beurre, soit avec l'axonge, soit avec le suif, modifie la solubilité dans l'huile de ricin, la consistance du mélange et le poids des résidus laissés sur filtre par l'action de l'alcool.

Les réactions suivantes donneront encore des résultats plus nets :

1 gramme des substances précédentes est placé dans un tube à réactifs avec 10 grammes de glycérine, puis fondu à l'aide de la flamme d'une lampe à alcool. En agitant alors fortement, on opère une émulsion qui se sépare lentement, ce qui permet de la traiter par un mélange de 10 grammes d'alcool à 90 degrés et d'une quantité égale d'éther à 66 degrés. Le tout est mis dans une fiole que l'on place dans un bain-marie maintenu à 25 degrés.

Par le repos le liquide se sépare en deux couches à peu près égales : l'inférieure formée de glycérine et d'une partie de l'alcool, la supérieure d'alcool et d'éther. Si l'on opère avec du beurre pur et bien préparé, on n'observe aucun dépôt entre les deux couches. La supérieure a une teinte un peu jaune, l'inférieure est légèrement opaline, phénomène d'autant plus prononcé que le beurre renferme plus de lait emprisonné.

Avec le beurre de margarine on obtient les mêmes résultats, seulement la couche inférieure n'a pas l'aspect opalin de la précédente ; elle est d'un jaune sale, teinte qui est due au colorant employé pour donner de la couleur à ce produit. L'axonge donne aussitôt un dépôt ayant environ 2 centimètres d'épaisseur, présentant l'aspect d'axonge à demi-fluide.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avec le suif du commerce on observe immédiatement entre les deux couches un dépôt floconneux dense, ayant près de 0m,05 d'épaisseur.

Si l'on opère avec du suif de veau, cette couche paraît moins consistante et se divise souvent en deux, l'une restant entre les deux couches de liquide, l'autre montant à la surface de la liqueur éthérée.

Le beurre naturel renferme-t-il des féculents, ceux-ci forment également un dépôt entre les deux couches et ne se teintent pas cependant en bleu, si l'on ajoute quelques gouttes de teinture d'iode au liquide éthéro-alcoolique. Il ne faut pas pour cela conclure à leur absence ; car, si l'on ajoute 40 grammes d'eau environ et si l'on agite, la fécule vient se placer avec une teinte bleu noir entre la couche inférieure et la supérieure.

Lorsqu'on a retiré ces fioles du bain-marie, si on laisse tomber la température à 20 ou 18 degrés, il se forme avec le beurre naturel de légers flocons blancs que nous examinerons au microscope.

Le beurre de margarine produit ce phénomène beaucoup plus lentement ; le dépôt est moins abondant et n'a pas l'aspect floconneux du précédent. Avec la margarine de premier choix il n'occupe même pas toute la surface de démarcation, avec la margarine de deuxième qualité le dépôt est un peu plus abondant. A la longue l'un et l'autre se divisent en deux parties, l'une se précipitant au fond du vase avec l'aspect glaireux, l'autre nageant à la surface et ayant l'aspect demi-fluide.

Les dépôts obtenus avec le suif et l'axonge augmentent de volume. L'examen microscopiqne servira à différencier ces substances.

Le premier dépôt formé avec le suif montre au microscope des cristaux bien caractérisés de stéarine. Ce sont de petites masses rondes ou elliptiques, d'où partent des aiguilles roides qui donnent à ces cristaux l'aspect d'oursins ou de hérissons. Lorsqu'on s'est servi de suif de veau, tous ces cristaux n'ont pas la même netteté. On voit comme des écailles pavimenteuses, d'où partent les aiguilles que nous venons de décrire. A côté on observe quelques cristaux de margarine, sous forme de petits plumasseaux isolés ou pris dans les globules gras.

Avec l'axonge on observe également des sortes de cellules polyédriques, globules gras à demi-figés et comprimés, ce qui leur donne l'aspect de paillettes au milieu desquelles on remarque quelques cristaux très-petits de margarine. Si l'on s'est servi pour cette falsification de saindoux mal préparé, on voit des débris de panne, c'est-à-dire des cellules et des vésicules adipeuses.

La graisse d'oie donne des résultats ayant une certaine analogie avec le saindoux. Les corps gras se présentent sous forme de plaques carrées ou rectangulaires très petites et brillantes, au milieu desquelles on voit de petits faisceaux de margarine cristallisée.

Avec le beurre frais le microscope montre de longues et délicates aiguilles de margarine flexueuses, contournées, se réunissant en faisceaux qui, en se groupant, pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sentent les formes les plus variées. Jamais on ne voit de cristaux de stéarine.

Lorsque le beurre a subi la fusion à une chaleur assez forte, c'est-à-dire lorsqu'on emploie le beurre fondu, ces aiguilles diminuent considérablement de longueur : elles sont groupées autour d'un point central et ont l'aspect chevelu.

Si à la liqueur éthéro-alcoolique on a ajouté un peu de teinture d'iode, la margarine du beurre se dépose sous forme de petits grains qui laissent voir au microscope cette substance cristallisée en arborescences ou sortes de plumes mêlées à des aiguilles plus larges, dont les extrémités s'étalent et paraissent à l'état de demi-fusion. Le beurre artificiel Mouriès donne des cristaux de margarine beaucoup moins nets, englobés dans des traînées graisseuses à l'état de demi-fusion.

Le plus souvent on voit le globule gras présentant l'aspect d'une goutte de vernis qui s'est fendillée en se desséchant ; avec un fort grossissement, on remarque que ce sont des cristaux infiniment petits de margarine qui produisent l'aspect des fentes.

De plus, si l'on observe au microscope la matière glaireuse qui se forme au fond du vase, on remarque une quantité considérable de fragments de tissus végétaux et animaux et de débris de matières colorantes qu'on peut reconnaître au microscope. Le curcuma se présente sous la forme de petites masses finement granulées, souvent ovoïdes et ayant une teinte d'un jaune rouge. Cette couleur se fonce et brunit en présence d'un peu d'alcali.

Le safran présente des débris jaune safran, des fibres et des cellules végétales toutes teintées en jaune, couleur qu'on voit passer au bleu et au violet sous l'influence de l'acide sulfurique.

Le rocou apparaît sous forme de plaques d'un jaune roux, remplies de sortes de rognons ou noyaux plus foncés.

Enfin le jus de carotte est tout à fait caractéristique : entre les cellules végétales, on remarque une masse de fragments ayant l'aspect d'aiguilles brisées d'un rouge carotte.

Les expériences que nous venons de rappeler forment en quelque sorte l'analyse qualitative du beurre.

Les suivantes serviront à l'analyse quantitative.

5 grammes de beurre sont pesés exactement et placés dans un ballon avec 25 gr. d'éther à 66 degrés et autant d'alcool à 90 degrés. Le tout est plongé dans un bain-marie à la température de 30 degrés. On agite et l'on obtient au bout de quelques minutes un soluté légèrement troublé.

On filtre alors en ayant soin de chauffer l'entonnoir et de placer dans de l'eau à 40 degrés le flacon dans lequel doit s'écouler le liquide filtré. On lave à plusieurs reprises avec un mélange d'alcool et d'éther le filtre qui a été taré exactement ; avant de dessécher le résidu, on en porte une trace sous le champ du microscope. Si le beurre est pur, on doit n'apercevoir que la caséine, qui se présente sous forme de petits grains réunis en flocons. Après cet examen, le filtre est séché à l'étuve, puis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pesé. Un bon beurre ne laisse pas plus de 1gr,50 à 2 grammes de résidu pour 100 ; si ce chiffre est dépassé, il y a mauvaise préparation ; au delà de 4 grammes, la fraude est évidente.

Le résidu sec laissé sur le filtre doit avoir l'aspect de l'albumine ou plutôt du gluten desséché.

Après ce premier dosage, on laisse refroidir le liquide filtré à la température de 15 ou 18 degrés. Une heure après, on voit des flocons blancs se former.

Ils sont extrêmement abondants au bout de six heures ; cependant le dépôt n'est complet qu'au bout de douze heures. Examiné au microscope, il montre des cristaux de margarine pure. Séché dans un courant d'air sec, il devient comme farineux et se détache facilement du filtre, ce qui permet de le peser. On obtient ainsi avec un beurre naturel de la margarine pure, dont le poids ne doit pas être inférieur à 35 grammes pour 100 et supérieur à 40.

Le liquide filtré est mis dans un ballon et chauffé de manière à être réduit de moitié. Après cette opération, on le verse dans un petit entonnoir en verre fermé par un robinet et peut-être plus simplement avec le doigt.

Par le refroidissement, il se dépose des gouttelettes huileuses, qu'il est facile de séparer du liquide devenu opalin. On obtient 28 à 30 pour 100 d'huile, se figeant facilement et renfermant encore de la margarine difficile à séparer de l'oléine ; en évaporant le liquide jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeurs d'alcool et d'éther, on retire ainsi 14 pour 100 d'une graisse demi-fluide à forte odeur de beurre fondu, qui renferme la butyrine et la caprine et un mélange en proportions à peu près égales d'oléine et de margarine.

En résumant, on a :

Caséine desséchée		2
Margarine pure	40	
— de l'huile	10	56
— du dernier dépôt	6	
Oléine de l'huile	20	
— du dernier dépôt	6	26
Butyrine caprine et caproïne		2
Eau et perte		14
Total		100

L'évaporation du beurre à l'étuve et à une température de 120 degrés fera connaître exactement la quantité d'eau qu'il renferme.

Margarine Mouriès.

Les mêmes opérations ont été répétées avec du beurre de margarine Mouriès premier choix : voici les résultats obtenus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le premier dépôt, correspondant à celui de caséine, montre au microscope des débris de fibres végétales, de tissus adipeux déchirés par l'action de la chaleur. Desséché, il ne doit pas dépasser 4 grammes, si ce beurre est de bonne qualité.

Le deuxième dépôt, composé de margarine pure, se forme très-lentement. Au bout de six heures, alors que toute la margarine du beurre est complétement déposée, il ne s'est formé aucun flocon. Après quinze heures, il n'y en a environ que 8 grammes pour 100; enfin vingt-quatre heures après le chiffre ne dépasse pas 11 grammes, ce qui permet de différencier nettement le beurre de margarine du beurre naturel. Les différences sont telles qu'il sera également facile de reconnaître tout mélange, surtout lorsque la présence de colorants artificiels et de tissus adipeux non accompagnés de cristaux de stéarine sont déjà des indices très-sérieux.

Par évaporation du liquide éthéro-alcoolique, on obtient 48 pour 100 d'huile se figeant facilement, mais ayant toutefois un peu moins de consistance que la précédente; on peut cependant la considérer comme renfermant encore un tiers de margarine.

La dernière opération donne également une graisse semi-fluide qui se durcit par le froid, qui n'a aucune odeur butyreuse, mais plutôt celle du jus de veau, sans cependant qu'elle soit très-prononcée. Son poids est de 8 pour 100; cette graisse contient de la margarine, de l'oléine et différentes matières grasses qui peuvent être évaluées à 2 grammes. En résumé nous avons :

	gr.	gr.
Résidu solide de débris de tissus végétaux et de membranes animales.		4
Margarine pure.	12	27
— renfermée dans l'huile	12	
— — la graisse demi-fluide.	3	
Oléine de l'huile.	36	39
— la graisse semi-fluide.	3	
Matières grasses diverses.	2	2
Perte et eau.	28	28
		100

Le beurre de margarine renferme toujours du chlorure de sodium et une forte proportion d'eau, qui sera dosée directement par évaporation à l'étuve.

La margarine, observée au microscope, se présente sous forme d'aiguilles aplaties et brisées, ce qui a pu faire croire à la cristallisation en paillettes.

Suif. — 5 grammes ont été traités par 50 grammes du mélange éthéro-alcoolique à 60 degrés, température à laquelle s'opère la dissolution qui est à peu près limpide. Si on laisse refroidir à 20 degrés, on voit bientôt se former un léger dépôt blanc et granuleux. Si l'on plonge dans le liquide une baguette en verre, afin d'en retirer une parcelle pour l'examiner au microscope, il s'opère aussitôt une cristallisation des plus abondantes. En filtrant, le liquide se trouble de nouveau, et ce n'est qu'après deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou trois opérations semblables que le liquide reste clair ; alors, en faisant sécher dans un courant d'air froid le dépôt resté sur filtre jusqu'au moment où il s'effleurit et devient farineux, on trouve, par pesée, un chiffre de 3gr,95, soit 79 ou 80 pour 100, alors que le beurre pur ne donne pour cette dernière opération que 39 à 40. L'écart est suffisant pour découvrir toute falsification et tout mélange.

A peine ce dépôt est-il formé qu'on voit se produire des gouttelettes huileuses, qui se figent pendant la nuit si elle est un peu froide.

Cette huile figée, examinée au microscope, montre de belles aiguilles de margarine, analogues à celles du beurre frais. Elle est complétement exempte de stéarine et semble formée exclusivement de margarine et d'oléine ; son poids est de 8 pour 100. On obtient le reste de la matière par l'évaporation de l'éther alcoolique. En résumé on a :

	Pour 100.
Margarine et stéarine, premier dépôt.	80
Oléine mêlée de margarine	8
Matières grasses diverses en dissolution dans l'oléine. .	6
Eau et perte.	6
	100

Au lieu de hâter la précipitation à l'aide d'une baguette de verre, ou peut laisser le dépôt se former naturellement. Il se présente bientôt sous forme de cône ou de stalagmites dont la base part du fond du verre. Examiné au microscope, il présente ces traînées avec cristallisation cristalline dont parle M. Gaillard.

Dans la cristallisation obtenue en plongeant une baguette de verre, on reconnaît plus facilement la stéarine. Elle est sous forme de disques fortement teintés en jaune et rayonnant en tous sens.

Axonge. — En répétant ces opérations avec l'axonge, il se forme un léger dépôt qui augmente aussitôt qu'on plonge une baguette de verre dans le liquide. En le laissant se former naturellement, on voit de petits grains blancs qui tapissent les parois du verre et qui, examinés au microscope, semblent formés de paillettes. En employant un fort grossissement, on voit que ces amas sont composés d'aiguilles larges et étalées en forme d'arborisations. Le poids du dépôt séché à l'air et pesé au moment où ils s'effleurit est de 19 à 20 pour 100, c'est à-dire moitié de ce qu'on obtient avec le beurre naturel. En évaporant au tiers le liquide éthéro-alcoolique passé après filtration, on obtient un second dépôt d'axonge semi-fluide qui conserve cet aspect tout à fait caractéristique, même après dessication dans un courant d'air sec.

On retire ainsi la presque totalité de ce qui reste d'axonge. En continuant d'évaporer, on obtient une petite quantité d'huile qui se fige moins facilement que les précédentes. L'eau se dose par évaporation à l'étuve.

Graisse d'oie. — La graisse d'oie donne des résultats analogues à ceux du saindoux ; le premier dépôt est cependant un peu plus faible : il est de 15 à 18 pour 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En résumé, on reconnaîtra que le beurre naturel est de bonne qualité, en traitant un poids déterminé par un mélange à parties égales d'éther à 66 degrés et d'alcool à 90 degrés dans les proportions de 10 pour 100.

On opère la dissolution on plaçant le mélange dans un bain-marie à la température de 35 à 40 degrés, puis on laisse refroidir jusqu'à 18 degrés. Au bout de vingt-quatre heures, le beurre naturel doit laisser un dépôt de margarine pure qui, desséché, ne devra pas être supérieur à 40 pour 100, ni inférieur à 35. Une augmentation dans ces derniers chiffres serait un indice certain de falsification à l'aide de suif de bœuf, de veau ou de mouton. Une diminution, au contraire, indiquerait un mélange de margarine Mouriès, d'axonge ou de graisse d'oie. L'observation microscopique indiquera quelle est la matière grasse employée pour cette fraude.

(*Annales de chimie et de physique.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

De l'action destructive du gaz d'éclairage sur la reliure en cuir des livres, par M. A. H. Church. — Les produits de la combustion du gaz d'éclairage détériorent singulièrement les reliures en cuir. Tandis que le vélin ne semble pas attaqué, que le maroquiu l'est un peu, le veau l'est fortement et le cuir de Russie encore plus. Plus les livres sont placés sur des rayons élevés dans une pièce éclairée au gaz et plus les reliures sont attaquées, parce que c'est là que sont le mieux absorbés les produits de la combustion qui tendent toujours à s'élever. En comparant des spécimens de reliures vieilles et neuves, on voit très-clairement que l'influence destructive du gaz est due principalement au soufre qu'il renferme. Il est vrai que le cuir des reliures neuves, en raison de sa préparation (teinture et colle), contient quelques traces de sulfates, mais ces traces sont insignifiantes, parce qu'on n'y trouve pas d'acide sulfurique libre et c'est véritablement le gaz seul qui est nuisible, ainsi que le prouvent les observations et analyses suivantes :

Ayant reçu d'une librairie publique les dos abîmés de plusieurs volumes placés sur les rayons supérieurs d'une salle éclairée au gaz, l'auteur prit un de ces dos et le racla avec soin, de manière à ne détacher ni colle ni papier. Cette opération se fit très-facilement, car le cuir en était réduit à la consistance du tabac en tablettes. L'analyse de la râclure a démontré qu'elle contenait :

Acide sulfurique libre dans le cuir désagrégé.	6,21 pour 100
Acide sulfurique combiné.	2,21 —
Total.	8,42 pour 100

(*The chemical News.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur l'emploi des gaz sortant des foyers industriels, par M. Cailletet. — Dans les usines métallurgiques, on utilise ordinairement pour la production de la vapeur les gaz sortant des fours à réchauffer. A cet effet, les gaz, à leur sortie, sont conduits sous une chaudière établie à proximité et sont finalement aspirés par une cheminée d'appel.

En analysant les gaz après leur passage sous une chaudière horizontale de 10 mètres et au moment où ils pénètrent dans la cheminée d'appel, M. Cailletet a pu s'assurer que l'oxyde de carbone est loin d'être brûlé entièrement et qu'il y a, en outre, une notable proportion de charbon entraîné à l'état de fumée. La température des gaz s'est abaissée à 300 ou 400 degrés au contact des parois de la chaudière ; ils sont donc complétement éteints, mais il est facile de les rallumer et pour cela il suffit de les réchauffer et de ralentir leur vitesse d'écoulement.

C'est en partant de ces données qu'il a exposées, en 1877, dans une séance de la Société d'encouragement (1), que M. Cailletet a fait établir aux forges de Saint-Marc (Côte-d'Or), l'appareil suivant dont les figures 1 et 2 ci-dessous donnent le croquis :

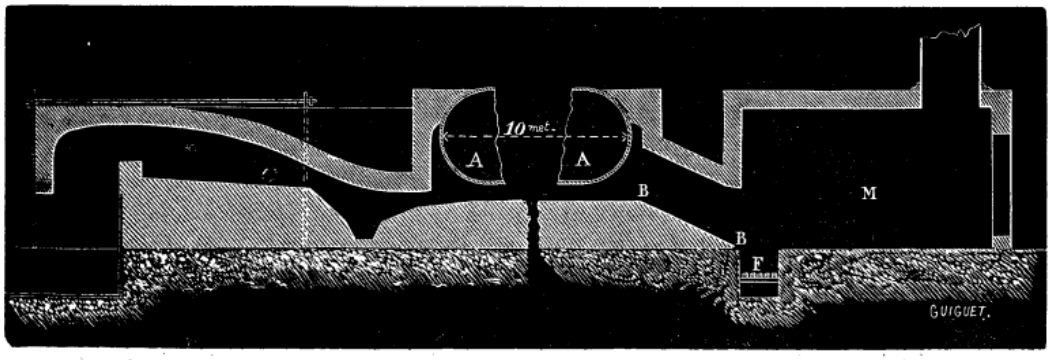


Fig. 1. — Coupe longitudinale.

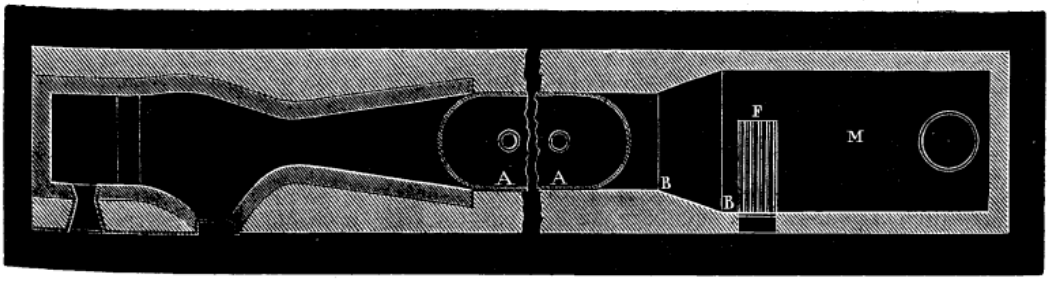


Fig. 2. — Coupe horizontale.

La disposition est des plus simples : elle consite en un caveau construit en briques

(1) Voy. *Bulletin* de 1877, 3e série, t. IV, p. 342.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réfractaires B, B, établi à la suite du générateur A, et aboutissent à un four M, dans lequel on peut cuire des briques, fabriquer de la chaux ou griller des minerais.

En F est une petite grille sur laquelle on brûle des escarbilles ou quelque combustible sans valeur.

En arrivant dans le four M, les gaz provenant du foyer métallurgique s'échauffent et s'allument au contact de la grille ; la température de l'enceinte atteint rapidement au rouge clair. En sortant de cette partie de l'appareil, les gaz peuvent encore passer sous un bouilleur auquel ils cèdent la plus grande partie de leur chaleur, et sont enfin aspirés par une haute cheminée.

Ce système est appliqué depuis plusieurs années par M. Cailletet, qui estime que la chaleur résultant de la combustion des gaz après leur rallumage, correspond à 500 kilog. environ de houille de qualité moyenne consommée en vingt-quatre heures.

(M.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 25 janvier 1878.

Présidence de M. Dumas, Président.

Correspondance. — M. *Lussan,* rue Nollet, 8, à Saint-Cloud (Seine-et-Oise) ; nouvelle machine à visser la chaussure. (Arts mécaniques.)

M. *Marque,* entrepreneur de fumisterie, rue de la Folie-Méricourt, 108, à Paris; description d'un nouveau fourneau économique et hygiénique. (Arts économiques.)

M. *Pranvay* (Césaire), charpentier, rue Watt, 15, à Paris; invention servant au montage des scies. (Arts mécaniques.)

M. *Gauche* (Léon), négociant, rue de Paris, 153, à Lille, présente à la Société une étude sur le numérotage des cotons filés dans les divers pays de l'Europe, consistant en des tableaux de transformation très-étudiés, donnant le moyen de passer à vue de l'un des systèmes adoptés dans les autres. (Commerce.)

M. *Buisson* (Léon), à Salouvex (Ardèche), envoie une Note et les croquis d'un instrument pour faciliter le cubage des bois en grume. (Arts économiques.)

M. *Joubert* (Pierre), représentant de commerce pour les vins, quai des Célestins, 48, à Paris, soumet une nouvelle boisson qu'il appelle vinette et qui est destinée à remplacer le vin en cas de disette ou de trop grande cherté. (Arts chimiques.)

M. *Chalanger,* à Nogent-sur-Seine (Aube), annonce qu'il croit être parvenu à résoudre les difficultés hygiéniques et à éviter les dangers résultant de l'emploi du gaz d'éclairage dans les appartements, sans employer l'endosmose des gaz pour l'emploi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de laquelle la Société a proposé un prix, en indiquant cette application comme une de celles qui paraissent les plus importantes.

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* envoie le n° 12, 2me partie du Catalogue des brevets d'invention pour 1876, les nos de 2 à 5 du Catalogue des brevets d'invention pour 1877, et le tome LXXXVIII du Recueil des brevets d'invention.

Miller (*the*), journal de la meunerie en Angleterre; demande d'échange. M. le *Secrétaire*, en présentant cette demande, donne des détails sur cette publication, qui est remarquable par l'étendue des renseignements qu'elle fournit à ses lecteurs. Il signale, en particulier, comme un exemple à suivre, les courbes représentant les variations du prix des grains et des farines sur divers marchés, qui sont analogues aux courbes météorologiques, que publient en France quelques journaux scientifiques, et qui font voir d'un coup d'œil les modifications que le commerce de ces denrées a subies dans chaque période.

M. *le Président* présente à la Société un recueil des travaux de M. *Frankland*, correspondant de la Société, à Londres, pour la physique et les arts économiques.

Cet ouvrage résume les travaux de diverse nature de cet éminent chimiste et physicien. Après divers Mémoires qui intéressent plus spécialement la science pure, les membres de la Société trouveront le développement de ses recherches sur l'hygiène publique, surtout en ce qui est relatif à la pureté des eaux. M. *Frankland* a été chargé, à Londres, de ces recherches délicates. Elles ont produit des résultats de la plus grande importance. Les procédés pour déceler la présence et pour constater la quantité de toutes les matières qui peuvent vicier les eaux des rivières, ont été perfectionnés et précisés de manière à permettre l'établissement d'une législation spéciale qui assure la pureté des cours d'eau dans la Grande-Bretagne. Il est maintenant défendu à toute personne ou communauté de verser, dans les cours d'eau, des liquides contenant une quantité supérieure à une limite déterminée de matières putrescibles, et ces prescriptions, fondées sur des expériences précises et des preuves de toute nature surabondantes, sont généralement appliquées maintenant. Ce beau travail de M. *Frankland* doit être le guide de tous ceux qui voudront explorer le vaste champ de l'hygiène publique, et le *Président*, au nom du Conseil, exprime les remercîments de la Société pour l'envoi de ce bel ouvrage.

Rapports des comités. — *Brevets d'invention.* — Au nom du comité de commerce, M. *Lavollée* (C.) fait un Rapport sur les publications de M. *Thirion* (Ch.) et de M. *Barrault* (Émile), relatives aux brevets d'invention.

Le comité propose de remercier MM. *Thirion* (Ch.) et *Barrault* (Émile) de leurs utiles publications, et d'insérer le Rapport dans le *Bulletin*.

Le rapporteur ajoute que le Conseil, qui a constamment proclamé les droits des inventeurs, appréciera s'il ne serait pas à propos de recommander, par son vote, l'idée d'une législation internationale, c'est-à-dire uniforme et réciproque, sur les brevets et de solliciter, à cet effet, des pouvoirs publics, la réunion, pendant la prochaine Expo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sition universelle, d'un Congrès analogue à celui qui a été tenu à Vienne en 1873.

M. le *Président* fait remarquer que certains gouvernements sont systématiquement hostiles à l'uniformité de la législation des brevets, préférant que leurs industriels jouissent librement des inventions de leurs voisins.

M. *Laboulaye* propose à M. le rapporteur de joindre à son Rapport la Note importante du sous-directeur du Patent-Office de Washington, qui fait connaître le rôle remarquable de la patente dans l'industrie américaine, où elle est la base d'une prospérité si grande, d'un progrès industriel si rapide, qu'il faudra que l'Angleterre, la France, l'Allemagne l'imitent pour pouvoir lutter avec les États-Unis.

Après cette discussion, les conclusions du Rapport du comité du commerce sont mises aux voix et approuvées.

Protection des ouvriers. — M. *Pihet,* au nom du comité des arts mécaniques, lit un Rapport sur un appareil de M. *Ganne* pour garantir les ouvriers contre les accidents des scies circulaires.

Le comité propose de remercier M. *Ganne* de sa communication et de faire insérer le Rapport au *Bulletin,* avec le dessin et la description de l'appareil.

Ces conclusions, mises aux voix, sont adoptées.

Dessin linéaire, perspective. — M. *Brune* lit, au nom du comité des beaux-arts, un Rapport sur l'appareil de M. *Lepage* qu'il nomme *planchette du perspecteur* et sur les moyens qu'il emploie pour son application.

Le comité propose de remercier M. *Lepage* de sa communication et de publier le Rapport dans le *Bulletin.* (Voy. plus haut, p. 122.)

Ces conclusions, mises aux voix, sont adoptées.

Séchage des bois, incendies, usines. — M. le commandant *Sebert* lit, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur une visite faite par ce comité à l'usine de la fabrique de pianos de MM. *Pleyel-Wolff*, qui est installée à Saint-Denis.

Le comité propose qu'il soit adressé des remercîments à M. *Wolff* pour l'obligeance avec laquelle il s'est mis à sa disposition, et que le présent Rapport soit inséré dans le *Bulletin* avec les plans des installations qui ont fait l'objet spécial de l'examen du comité.

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société : MM. *Vivien* (A.), à Saint-Quentin; *Bertin,* ingénieur de la marine à Cherbourg; *Jacquemart,* pharmacien, 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.

TISSAGE.

RAPPORT *fait par* M. CH. LABOULAYE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur la* FABRICATION DE TULLES-GUIPURES *de* M. CH. BABEY, *fabricant à Calais.*

M. Babey, fabricant à Calais, a soumis à l'approbation de la Société d'encouragement de nouveaux genres de tissus-guipures dont il est l'inventeur.

Avant de parler de ses produits, nous dirons quelques mots des ingénieux procédés de fabrication qui servent à obtenir les tulles-guipures, ce que nous permettra de faire, d'une manière intéressante, une curieuse série d'échantillons qu'a bien voulu nous fournir M. Babey pour les archives de la Société, et qui permettent de constater les progrès successifs de cette industrie.

Tout le monde connaît les rideaux, les couvre-pieds de grande dimension, emploi habituel du genre particulier de tissus dont nous voulons parler. Les moyens de fabrication sont, croyons-nous, moins connus, bien que très-intéressants.

La production de la guipure pour ameublement, par procédés mécaniques, date de 1850. Elle a été d'abord fabriquée sur des métiers venus d'Angleterre.

Les progrès réalisés depuis cette époque, et surtout depuis une dizaine d'années, sont considérables.

Le métier servant à cette fabrication est le métier à tulle, dans lequel les fils de la chaîne sont placés verticalement, plus ou moins espacés suivant la finesse du point; leur nombre atteint souvent douze ou quinze cents. Entre chacun de ces fils de chaîne passe d'un mouvement alternatif une bobine, guidée sur des peignes placés horizontalement, bobines qui, enroulant leur fil autour de ceux de la chaîne, servent à faire habituellement le tissu de tulle uni.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A ce fil se joint dans les métiers à guipure, par une très-heureuse invention, un troisième fil appelé brodeur, placé à angle droit avec la chaîne, comme le fil de trame du métier ordinaire, formant une nouvelle série de fils mus par des piqueurs dépendants entièrement d'un mécanisme à la Jacquart.

La marche du fil brodeur, transversale à la chaîne, s'étend d'un fil de chaîne à l'autre; elle peut comprendre deux ou trois fils, selon les besoins de la fabrication.

Quand la Jacquart n'agit pas sur ce fil, il suit celui de la chaîne, à laquelle il est toujours lié par le fil de bobine qui les recouvre tous deux. Cette trame est ainsi, on le voit, réunie à la chaîne sans l'entrelacement des fils du tissage ordinaire, par un assemblage spécial.

On comprend aisément par cette analyse, et surtout par la vue d'une étoffe fabriquée, que les fils brodeurs mus entre deux fils de chaîne consécutifs font, à volonté, des parties pleines ou des parties vides, lorsque le fil de bobine vient les réunir à la chaîne, en tournant autour de celle-ci, et qu'enfin les fils de chaîne parallèles subsistent toujours, soit apparents, soit recouverts par le fil brodeur. De là des oppositions d'éléments pleins et d'éléments vides, déterminés par les cartons de la Jacquart, permettant de produire des étoffes à jour.

Les dessins ainsi obtenus, d'éléments à peu près exclusivement rectangulaires, s'ils ne manquent pas d'élégance pour produire principalement de grands dessins, appelaient certains progrès pour gagner surtout en variété; c'est en abandonnant la rigidité des fils de chaîne, en leur donnant une certaine inflexion au besoin, par la traction d'une autre Jacquart, qu'on y est parvenu.

Le progrès le plus saillant dans cette voie fut l'invention du fond filet, réunissant à 45 degrés deux fils de chaîne par un fil de bobine.

C'est en 1872 que ce progrès fut réalisé, et M. Babey nous montre un rideau-store fabriqué par lui à cette époque, qui fut jugé très-supérieur à tout ce qui avait été fait auparavant.

Non-seulement le fond filet donne une légèreté toute particulière au dessin mat, en quelque sorte appliqué sur lui, mais encore il peut varier d'aspect et les fils de chaîne peuvent être groupés dans les vides, suivant des lois complexes et des inclinaisons variées.

Avec ces moyens d'action, on se proposa dès-lors d'essayer la reproduction d'anciennes guipures, telles que des copies du point de Venise, réussies en 1874, et des imitations des guipures du musée de Cluny, en variant les jours de diverses manières. Les derniers dessins, exécutés en 1877 par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Babey, nous montrent de véritables imitations des guipures d'art, qu'on voit dans les tableaux des maîtres vénitiens, et sans ressembler aux dentelles à main si légères et où les dessins sont limités par un fil qui les contourne, ces produits sont certainement très-précieux pour l'ameublement, et leur fabrication mécanique extrêmement remarquable.

Nous parlerons maintenant des diverses applications des guipures, différentes de l'emploi direct des grandes pièces blanches.

Des applications de guipures mécaniques sur tulle, sur satin ont été tentées et ont trouvé des débouchés dans le commerce de l'Amérique du Sud tout particulièrement.

M. Babey s'est proposé d'entrer dans une voie nouvelle en cherchant à joindre le coloris à la richesse de dessin obtenu en guipure blanche. Il a fallu rechercher des couleurs solides par simple application : l'emploi du pyrolignite de fer et des couleurs d'aniline a joué un grand rôle dans cette application.

Mais on doit observer que le tissu dont il s'agit n'ayant jamais une dimension immuable, ce n'est qu'à la main qu'on peut penser à appliquer des couleurs, c'est-à-dire chèrement pour des produits à bon marché. Cela a donné l'idée à l'inventeur de fabriquer, pour recevoir les sujets, des parties entièrement pleines, ayant le grain du tapis d'Aubusson, étant fabriquées sans vide par les fils brodeurs réunis entre les fils de chaîne consécutifs, et d'y appliquer, par l'impression, les dessins qui simulent assez bien la tapisserie.

Enfin, grâce à la facilité fournie par la machine à coudre, on a pu limiter les dessins par une broderie formée par l'application d'une ganse blanche ou de couleur, et le premier rideau, fait en 1875, ayant des parties imprimées et brodées en couleurs, a figuré à l'Exposition de Philadelphie, et y a obtenu une médaille.

Les produits de ce genre, que l'on a variés à la demande des consommateurs, sont susceptibles de trouver des débouchés importants, surtout dans les pays où l'on recherche beaucoup l'éclat dans l'ameublement.

Nous pensons, Messieurs, que vous conclurez, comme nous, de ce qui précède, que les travaux de M. Babey, pour faire progresser une curieuse et difficile industrie, sont dignes d'un grand intérêt, et nous vous proposons de le remercier de sa très-intéressante communication et d'insérer au *Bulletin* le présent Rapport.

Signé : Ch. Laboulaye, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 8 *février* 1877.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. PIHET, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* SYSTÈME DE FERMETURE *présenté par* M. BAZELAIRE, *rue Lobau*, 15, *à Paris.*

Messieurs, M. Bazelaire a soumis à votre examen un système de fermeture breveté, dont le caractère principal est de présenter une extrême solidité et de se prêter, sous un très-petit volume, à beaucoup de combinaisons et d'applications.

Il consiste en une tige cylindrique, dont les extrémités sont tournées de manière à former des troncs de cône opposés par leur base : ceux d'une extrémité dans un sens, celui de l'autre extrémité en sens contraire.

Sur ces parties tournées et formant des gorges angulaires s'ajustent deux disques, dans l'intérieur desquels sont placées des espèces de mâchoires qui ont la forme nécessaire pour venir remplir les gorges angulaires pratiquées sur l'extrémité des boulons, de telle sorte qu'elles ne peuvent être introduites que dans un sens, tout effort dans le sens opposé ne servant qu'à les faire adhérer davantage.

L'un de ces disques que l'on pourrait appeler *le cadenas*, est muni d'un mécanisme particulier permettant d'écarter, au moyen d'une clé, les mâchoires qui s'engagent dans la gorge du boulon. Cette clé, d'un très-petit volume, n'est autre qu'un excentrique qui fait avancer ou reculer un coin, dont l'action écarte à son tour les deux mâchoires engagées dans la gorge du boulon.

Nous vous disions que cette fermeture présente une très-grande solidité d'organes. C'est, en effet, une manière de boulon : rien n'y agit en porte à faux ; tous les efforts y sont normaux, de sorte qu'elle peut résister au maximum d'effort avec la moindre quantité de métal.

M. Bazelaire nous a montré divers projets d'applications de son système à des sacs de dépêches et à des boîtes à lait, avec scellés posés sur l'ouverture du cadenas; puis à des fermetures de voitures. Ces applications nous ont paru supérieures et efficaces.

Votre comité a donc l'honneur de vous proposer de remercier M. Baze-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

laire de sa communication, et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* avec le dessin nécessaire à l'intelligence du mécanisme.

Signé : PIHET, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 12 janvier 1877.

LÉGENDE RELATIVE AU SYSTÈME DE FERMETURE DE M. BAZELAIRE.

Les figures ci-dessous représentent le système.

Fig. 1. Section verticale passant par la tige et le centre des disques.

Fig. 2. Section verticale du disque à clé par un plan perpendiculaire à son axe.

Fig. 3. Vue de la tige isolée.

Fig. 4. Vue de la clé.

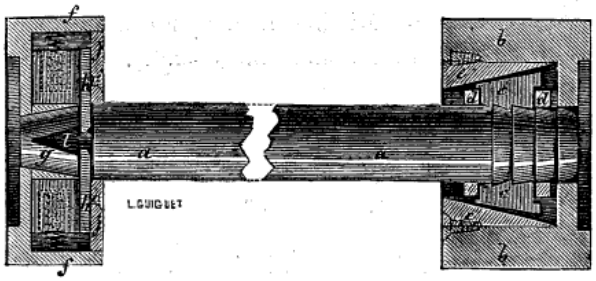


Fig. 1.

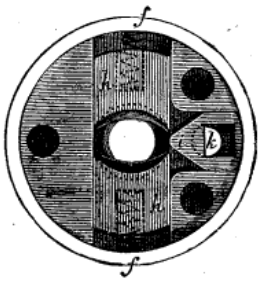


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

Ces quatre figures sont de grandeur d'exécution.

a, tige cylindrique dont l'extrémité de droite se termine par trois troncs de cône parallèles, constituant une série de crans ou gorges angulaires; l'extrémité de gauche ne porte, au contraire, qu'un seul tronc de cône.

b, disque creux, affecté à l'extrémité de droite de la tige *a*.

c, *c*, mâchoires, de forme trapézoïdale, munies de trois crans s'emboîtant sur les gorges formées par les troncs de cône de la tige *a*.

d, *d*, anneaux entre lesquels sont placées les mâchoires *c*, *c*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

e, pièce annulaire maintenant le tout dans le disque *b* au moyen de deux vis à tête noyée.

Il résulte de cette disposition, que si l'on suppose la tige *a* entièrement libre, comme elle l'est figure 3, et tenue par la main gauche, qu'on prenne de la main droite le disque *b*, en le tournant comme il est indiqué sur la figure 1 et qu'on y insère de gauche à droite l'extrémité à triple cône de la tige, on ne pourra plus la faire sortir par une traction en arrière.

f, second disque ou disque à clé du système, constituant le cadenas proprement dit et s'adaptant à l'autre extrémité de la tige *a*.

g, tronc de cône unique terminant l'extrémité de gauche de la tige *a*, et séparé de la partie cylindrique de cette tige par une gorge circulaire.

h, *h*, mâchoires placées dans l'intérieur du disque *f*, et dont la base est maintenue dans la gorge du tronc de cône *g* par deux ressorts à boudin.

i, coin dont la pointe s'avance entre les deux mâchoires *h*, *h*, et qui n'agit que sous l'action de la clé (fig. 2).

Le disque *f* est creux comme le disque *b;* les mâchoires *h*, *h*, les ressorts à boudin et le coin *i*, sont maintenus en place par une pièce annulaire *j* (fig. 1), se fixant au moyen de trois vis à tête noyée dont on voit les trous sur la figure 2.

Lorsque la tige est libre, si l'on insère son extrémité *g*, de droite à gauche dans le disque *f*, tourné comme il l'est sur la figure 1, le cône *g* fait l'office de coin entre les mâchoires *h* qui, repoussées un instant, reviennent le saisir dans sa gorge et ne permettent plus à la tige de ressortir.

Lorsqu'on veut dégager la tige à nouveau, il faut insérer la clé (fig. 4) dans l'ouverture *k* (fig. 2) du disque *f;* en la faisant tourner jusqu'à un repère indiqué extérieurement sur ce disque, elle pousse le coin *i* entre les mâchoires *h* qui, forcées de se relever, dégagent la gorge de la tige et rendent celle-ci libre. Une fois le disque *f* enlevé, on peut seulement sortir l'autre disque par l'extrémité *g* de la tige.

l, évidement triangulaire pratiqué dans le cône *g*, pour faciliter le passage entre les mâchoires *h*. (M.)

PHOTOGRAPHIE.

SUR LES IMPRESSIONS PHOTOGRAPHIQUES AUX ENCRES GRASSES ANALOGUES A LA LITHOGRAPHIE, PAR M. A. DAVANNE, MEMBRE DU CONSEIL (1).

Messieurs, j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui au Conseil une collec-

(1) Communication faite dans la séance du 28 décembre 1877.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion d'épreuves imprimées aux encres grasses par des procédés photographiques.

Je fais cette présentation au nom collectif de quelques ateliers qui ont bien voulu me confier ces spécimens et dans l'espoir que la Société encouragera de son approbation une industrie qui, née en France il y a bientôt vingt-cinq ans, ne s'est développée d'abord qu'avec une extrême lenteur.

Elle a dû, en effet, émigrer pendant quelques années, et débarrassée d'entraves, elle a grandi en pays étranger et nous est revenue sous d'autres noms qui ne nous empêchent pas de la reconnaître et de la revendiquer.

Je suis d'abord très-embarrassé pour lui donner sa véritable dénomination. Le mot de *photolithographie* se présente immédiatement à l'esprit, mais comme ces impressions peuvent être obtenues indifféremment sur zinc, sur cuivre, sur glace, comme sur pierre ou sur tout autre support suffisamment rigide, le mot de lithographie devient complétement erroné.

Il semble désirable de le modifier pour le rendre plus général et de donner un nom indiquant que l'impression ne se fait ni par relief, ni par creux, mais par encrage sur surface plane. Je suis loin d'avoir autorité pour le pouvoir faire, mais peut-être le nom hybride de *planographie*, ou quelqu'autre du même genre, comprendrait-il assez bien toute cette classe d'impressions où l'adhérence de l'encre est due non à des creux ou à des reliefs volontairement cherchés, mais à une affinité plus ou moins accentuée du corps gras avec la surface *plane* qui reçoit le contact du rouleau. Nous pourrions éviter ainsi tous ces noms divers de phototypie, albertypie, panotypie, pantotypie, collotypie, zincographie, cuprographie, lithographie, etc., etc., parmi lesquels il devient difficile de se reconnaître.

Dans l'examen de cette branche de la photographie, nous suivrons d'abord les procédés employés, puis nous passerons ensuite en revue les nombreuses applications auxquelles ils peuvent donner lieu.

Deux méthodes bien différentes ont été utilisées, l'une est basée sur l'emploi du bitume de Judée; elle remonte à 1852 et les premiers essais, auxquels j'ai collaboré, furent faits par MM. Barreswil, Lemercier et Lerebours. Le procédé fut abandonné à cause des lenteurs de l'impression, de l'incertitude du succès; depuis, il a été repris, mais sous une autre forme, pour obtenir avec une grande pureté l'impression du trait. Ce moyen est particulièrement employé pour les impressions de cartes, de plans, de gravures, mais il ne réussit encore que d'une manière imparfaite s'il s'agit d'épreuves d'après nature et de clichés à teintes dégradées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'invention du second procédé revient toute entière à M. Poitevin et résulte de l'étude complète que ce savant chercheur a faite des propriétes que prend sous l'influence de la lumière un mélange de bichromate soluble avec les substances gélatineuses ou albumineuses.

Nous avons expliqué, dans une présentation précédente, comment une des propriétés de ce mélange, en permettant de reproduire l'image photographique par des reliefs plus ou moins accentués, a donné naissance à la photogravure; une autre propriété, également reconnue par M. Poitevin, a donné naissance à cet ensemble d'impressions photographiques analogues à la lithographie.

En effet, cet inventeur a démontré qu'étant donnée une surface formée par le mélange précité, les parties impressionnées par la lumière repoussaient l'eau et prenaient l'encre grasse, tandis que les parties préservées de l'insolation absorbaient l'eau et repoussaient l'encre; cette réaction constatée, la photographie lithographique (prenons ce mot, faute de mieux), était inventée dans son principe; poussant plus loin encore sa découverte, M. Poitevin démontrait que, soit par diverses méthodes de moulage, soit par des reports habilement faits, ces propriétés de la gélatine bichromatée s'étendaient à la gravure en relief et à la typographie, en permettant de remplacer la gravure sur bois; cette prévision se réalise de plus en plus, et si ce sujet paraît digne d'intérêt au Conseil, je pourrai résumer un jour cette question de la photographie appliquée à la typographie.

Cette étude de M. Poitevin devait donc modifier assez profondément les arts graphiques pour qu'aujourd'hui la photogravure ait conquis une place importante, et que le diplôme de notre grande Exposition soit confié à l'habileté de M. Rousselon pour être transformé en planche gravée par les procédés photographiques; pour que chaque jour la gravure photographique en relief empiète sur les domaines du dessinateur et du graveur sur bois; pour que l'on puisse se demander, après l'examen des spécimens d'impressions que je vous présente, si les pierres lithographiques qui existent actuellement ne sont pas en quantités plus que suffisantes pour les besoins de l'avenir.

Les affinités des surfaces de gélatine bichromatée pour l'encre grasse étant connues, le mode d'emploi est des plus simples en théorie, mais dans la pratique il s'est présenté quelques difficultés que l'expérience a permis de surmonter peu à peu.

Voici un premier procédé d'une simplicité toute primitive et qui est fré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quemment employé par M. Roger, chef de l'atelier photographique du dépôt central de l'artillerie.

Une feuille de papier, albuminée sur une de ses faces, est posée le dos en contact avec une solution d'un bichromate alcalin, relevée, abandonnée à dessiccation, puis le côté albuminé est placé sur un cliché de trait (plan ou carte) et exposé à la lumière. L'albumine insolée devient insoluble; on couvre toute la surface d'encre grasse et on plonge dans l'eau. En quelques minutes l'albumine soluble quitte le papier et entraîne l'encre, les traits insolubles restent adhérents et retiennent l'encre. On peut faire ainsi en un temps très-court plusieurs épreuves à l'encre grasse ; mais s'il faut un tirage d'une douzaine ou plus, on remplace l'encre grasse par l'encre dite de report et on reporte le dessin sur pierre ou sur zinc, ce qui permet d'en tirer très-rapidement le nombre d'exemplaires nécessaires.

On peut tout aussi bien employer la gélatine que l'albumine et modifier l'encrage en commençant par mouiller la surface du papier impressionnée, on passe ensuite le rouleau d'encre qui dessine l'image et on fait le report. On pourrait même tirer directement sur cette couche uniforme de gélatine, si le papier offrait une résistance suffisante; mais il se fait des déchirements et des décollages, aussi est-il préférable de fixer la gélatine sur des surface plus rigides.

Dans les premières tentatives, on avait cherché à rentrer dans les procédés ordinaires de la lithographie où le corps gras constitue une réserve contre les préparations de la pierre et du zinc par la gomme et l'acide; on oubliait cette phrase que M. A. Poitevin imprimait en 1862 :

« L'encre grasse adhère aux seules parties (modifiées par la lumière) *d'une surface quelconque*, recouverte du mélange bichromaté. » Il prévoyait ainsi toutes les méthodes actuelles, car il n'était plus besoin de rechercher la pierre ou le zinc, dont les surfaces ont les propriétés lithographiques, puisque ces propriétés appartiennent également à une surface continue de gélatine bichromatée, quel que soit son support.

Aussi, en 1867, MM. Maréchal fils (de Metz) et Tessié du Motay, quittant les errements suivis, font de la lithographie sur cuivre, ou plutôt ils adoptent la planche de cuivre comme support de la couche continue de gélatine; ils s'efforcent de donner à cette couche une résistance plus considérable par des réactions chimiques compliquées et ils commencent, sous le nom de phototypie, une série d'impressions assez remarquables.

La pratique démontra quelques inconvénients : les parties de gélatine non

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

insolées ne tardent pas à se gonfler sous l'humidité; elles montent en relief et, pourtant, elles sont justement celles qui ne doivent pas prendre l'encre que le rouleau est obligé d'aller déposer dans les creux; après un certain nombre d'épreuves, l'humidité pénétrant de plus en plus, l'adhérence de la gélatine sur la plaque diminue et il se fait des déchirements, si on n'interrompt pas le tirage à temps pour le recommencer seulement lorsque la dessiccation aura ramené la couche à la dureté nécessaire.

Ces difficultés ont dû être tournées depuis, car plusieurs ateliers, entre autres celui de M. Quinsac, à Toulouse, travaillent avec succès le procédé sur planches de cuivre grainées.

Vers cette même époque, nous voyons ce mode d'impression passer de France en pays étranger et aller s'installer justement dans la patrie des pierres lithographiques, où il reçoit les plus grands encouragements. M. Albert, lithographe à Munich, introduit dans la préparation une modification importante : au lieu de pierres ou de planches métalliques, il emploie une glace et pour faciliter une plus parfaite adhérence de la gélatine, il commence par étendre sur la glace une première couche très-mince de gélatine ou d'albumine bichromatée, puis il l'insole en plein jusqu'à insolubilité complète dans toute son épaisseur. C'est sur ce substratum très-résistant qu'il étend la préparation sensible; l'adhérence entre ces deux couches de même nature devient plus parfaite, la douceur de la surface permet de réaliser de grandes finesses et à une exposition photographique du mois de mai 1870, au palais de l'Industrie, nous avons vu revenir d'Allemagne, sous le nom d'Albertypie, l'émigrée de Metz, qui s'était développée, avait changé de nom et de manière, mais qui était toujours notre enfant. Pendant les trois années qui suivirent, bien que rentrée au pays natal, elle s'étiola de nouveau dans l'ombre du grand établissement qui l'avait adoptée; pour vaincre encore quelques difficultés de développement, il lui fallait la liberté et les soins exceptionnels que surent lui donner de petits ateliers; aussi ce ne fut pas sans quelque jalousie que nous l'avons retrouvée à Vienne, en 1873, en pleine voie de progrès, sous divers noms et principalement sous celui de *Lichtdruck*, ornant les expositions de l'Autriche, de l'Allemagne, de l'Italie et fort peu représentée dans celle de la France.

Elle semble maintenant prendre son essor définitif, mais, malgré ses efforts si visibles, elle a encore besoin des encouragements et de l'approbation que nous venons vous demander pour elle.

Déjà, en 1876, nous avons pu constater de très-grands progrès; ils sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus grands encore cette année, et s'il lui reste quelques obstacles à vaincre, ils viennent moins des moyens dont elle dispose que des difficultés qu'elle éprouve pour trouver à les employer.

Dans l'état actuel, quel que soit le procédé, sauf les cas exceptionnels où l'on emploie le bitume de Judée, la base reste la même et repose sur l'action de la lumière, modifiant les couches gélatineuses ou albumineuses bichromatées, étendues en surfaces continues sur un subjectile plan et rigide. Chaque opérateur a sa formule particulière formée, le plus souvent, d'un mélange à dose variable de colle de poisson, de gélatine, d'albumine, etc., additionnée de bichromate de potasse ou d'ammoniaque; il a, en outre, une préoccupation constante, celle d'empêcher les soulèvements et les déchirements; il s'efforce d'y parvenir, soit par des réactions chimiques qui donnent plus de resistance à la gélatine, soit, lorsqu'on opère sur glace, par des insolations faites à revers et qui insolubilisent cette couche plus ou moins profondément.

Quelques opérateurs, tels que M. Borlinetto, M. Watterhouse, M. Edwards, donnent le temps approximatif que doit durer cette insolation à revers. Par une méthode plus précise, M. Despaquis indique qu'on doit la continuer jusqu'à ce qu'elle commence à devenir visible au recto sur la surface même de l'épreuve; en effet, on est alors certain que la couche est insolubilisée dans toute son épaisseur et que, par conséquent, elle offrira le maximum de résistance à la viscosité du rouleau encreur.

Examinons maintenant, avec les épreuves en main, quelques-uns des services que peut rendre ce mode d'impression, non sans avoir d'abord rappelé que, dans les opérations photographiques, le résultat final dépend, avant tout, du cliché négatif pris à la chambre noire; que pour les applications à l'encre grasse plus que pour toutes autres, l'excellence du cliché est une condition indispensable et que toute méthode, qui viendra rendre l'obtention du cliché plus facile et meilleure, sera un perfectionnement d'une portée considérable, puisqu'il rejaillira sur tous les modes d'impression.

Les applications de ces procédés, que je ne nomme pas, puisque je ne sais quels noms leur donner, sont aussi nombreuses et sont les mêmes que celles de la lithographie et bien que chacun des ateliers, dont je vous présente ici les spécimens de fabrication, semble affecter de préférence un genre différent, ils peuvent tous se plier aux sujets les plus variés.

Au comité de l'artillerie, M. Roger exécute des reproductions de cartes,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de plans, de dessins de constructions, de détails pour les travaux des ateliers, des ensembles pour les publications spéciales de l'artillerie; à Bourges, à Rennes, à Calais, des ateliers annexes suivent l'exemple de l'atelier central et quand on a pu voir avec quelle rapidité et quelle précision on peut faire les reproductions de ce genre, en variant les échelles dans une rigoureuse proportion, on comprend peu que ce travail long et fastidieux soit encore confié à la main de l'homme, sauf certaines circonstances exceptionnelles; ajoutons que si un dessin doit comporter des finesses de détail que ne pourrait obtenir le graveur, il serait possible de les avoir par la photographie en faisant d'abord le dessin de la dimension nécessaire pour bien rendre ces détails et le ramenant ensuite à la dimension voulue.

M. Berthaud a joint à son atelier de photographie un atelier spécial pour les impressions aux encres grasses, et il s'est attaché, pour ses débuts, aux reproductions architecturales sur nature; avec le concours de M. Lampué, il exécute une série d'épreuves représentant les portes les plus remarquables de nos édifices modernes. Il joint à cette collection quelques beaux reliefs de la frise du Louvre et des spécimens de quelques monuments de Paris, en format commercial, ainsi que des applications aux études botaniques.

Ces diverses épreuves sont tirées à l'encre noire et mate, avec l'intention, bien indiquée, de ramener le tirage photographique à l'aspect du tirage lithographique; au contraire, M. Quinsac, qui a fondé, à Toulouse, un atelier d'impressions photographiques aux encres grasses, recherche, pour certaines applications à donner à ses épreuves, l'aspect d'une image photographique.

En effet, il reproduit principalement ces vues, ces souvenirs que les touristes prennent plaisir à rapporter de leurs excursions et, quel que soit l'art avec lequel les dessinateurs représentent ou même corrigent la nature, le voyageur préfère actuellement la réalité photographique qui lui semble comme un reflet des contrées visitées, et il refuse souvent l'épreuve lorsqu'elle n'a pas conservé ce cachet photographique qui lui paraît un cachet de vérité.

Les épreuves de M. Quinsac, très-fines et très-détaillées, doivent à un vernis particulier le brillant qui les recouvre et leur donne en même temps plus de finesse et de profondeur; ces épreuves s'impriment aussi bien sur papier ordinaire et sur papier couché. Dans la communication qu'il a bien voulu me faire, M. Quinsac indique que ses préparations sont faites sur plaques de cuivre finement grainées, et imprimées au moyen d'une presse dans laquelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Photographie à l'Encre grasse Berthaud, 9, rue Cadet

HOTEL DE VILLE DE DREUX

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le râteau lithographique ordinaire, trop brutal pour ces couches délicates, est remplacé par un cylindre tournant dont la pression est plus uniforme et moins déchirante.

Je ne toucherai qu'incidemment la question de prix qui, dans les conditions actuelles, peut offrir les variations considérables, inhérentes à toute industrie qui n'a pas encore la précision, l'assiette d'une longue pratique. Ces prix de fabrique diffèrent donc suivant les procédés, l'outillage, les soins plus ou moins exceptionnels demandés par le sujet, suivant l'importance du tirage; cependant la mise en train est assez facile pour que, déjà, on puisse la couvrir par un cent d'épreuves et même moins; on doit tenir compte également des questions de format, de marge, de qualité du papier.

La moyenne paraît osciller entre 10 centimes et 6 centimes pour les petites épreuves format cartes de visite jusqu'à 1 franc pour les grandes épreuves de $0^m,30$ sur $0^m,40$. Je ne parle pas de travaux exceptionnels tirés sur papier de Chine et autrement. En me donnant ces renseignements, plusieurs chefs d'atelier ont ajouté qu'il pourrait encore y avoir de notables différences pour de grands travaux d'édition.

A une objection qu'on ne manquera pas de faire, en disant que la pierre lithographique offre à l'artiste une surface préparée suivant son désir et sur laquelle il dessine directement, nous répondrons qu'avec la photographie il se trouve, non pas dans les mêmes conditions, mais dans des conditions bien préférables, car il n'a qu'à faire son dessin tel qu'il le comprend, sur tel papier qu'il lui convient, papier lisse, papier vergé, papier torchon, toile, etc., etc., il le fait dans le sens réel, d'une dimension quelconque et par le cliché photographique tous les effets sont rendus, le dessin est mis dans le sens voulu, la dimension devient celle que l'on désire, et il paraît que, avec les derniers perfectionnements, on peut faire un tirage qui dépasse de beaucoup les tirages sur papier, puisque la glace que je présente ici et qui m'a été confiée par M. Thiel, aurait donné plus de huit mille épreuves par une presse mécanique faisant quatorze impressions à la minute.

Avec la pierre lithographique ordinaire, tout le travail de l'artiste est perdu lorsque le tirage a fatigué la surface. Rien de tel n'est à craindre lorsqu'on emploie ces nouvelles méthodes; puisque le dessin original reste intact, le cliché reste intact, tout prêt, s'il le faut, à produire des centaines de glaces disposées pour l'impression, et ce que la lithographie ordinaire fait par des reports dont le dessin a souvent tendance à s'empâter, les procédés photographiques le font en multipliant directement la planche originale, ce qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

permet de livrer avec une extrême rapidité un nombre illimité d'exemplaires.

Quelques épreuves que M. Vidal, directeur des ateliers photochromiques du *Moniteur universel*, a présentées récemment à la Société de photographie, montrent les finesses et les demi-teintes les plus légères des dessins de Giacomelli. Par ses procédés de photolithochromie, M. Vidal peut y joindre, soit quelques teintes discrètes et légères qui rehaussent l'image, soit les teintes nécessaires pour en faire de véritables épreuves lithochromiques. Enfin, par la combinaison de diverses méthodes, il obtient les effets de photochromie qu'il vous a montrés dans une précédente séance.

M. Thiel et comp., dont l'atelier possède deux belles presses mécaniques, reproduit les tableaux et principalement les dessins les plus divers, les vues d'après nature, et je n'ai apporté qu'une partie de la collection considérable qu'il a bien voulu me confier, ce sont des fusains d'Allongé, de Lalanne, des études de Réyé, des animaux par Walker, des dessins de Millet, des eaux-fortes, des médailles, des photographies sur nature, des reproductions scientifiques, etc. Un grand nombre de ces épreuves sont faites au moyen de ces presses mécaniques rapides, construites par les procédés de MM. Brauneck et Maier de Mayence, et M. Thiel trouve que les résultats sont supérieurs comme régularité à ceux de la presse à main; chaque presse pourrait, paraît-il, fournir dix milles épreuves par jour.

Ainsi le trait, l'architecture, la nature, les tableaux, les dessins des genres les plus différents, peuvent être reproduits; les applications les plus diverses en découlent pour les cartes, les plans, les matériaux artistiques, les souvenirs de voyage, les collections de toutes nature, les dessins d'échantillons commerciaux, les recherches scientifiques, etc., et il existe encore une autre application remarquable que je me borne à signaler en me récusant, déclarant mon incompétence pour intervenir dans les controverses qu'elle soulève, c'est celle des modèles de dessin.

La décision de savoir si, pour l'étude du dessin, les modèles sont nécessaires, s'ils doivent être faits spécialement ou si l'on doit les prendre dans les travaux des grands maîtres, dans les trésors artistiques de nos collections, dans les copies rigoureuses des antiques, etc. etc., est chose qui reste complétement dans le domaine de nos professeurs; mais s'il faut des modèles quels qu'ils soient, l'impression de ces modèles reviendra tôt ou tard à l'industrie dont je vous présente les résultats.

M. Roche qui dirige l'atelier de M. Arosa, vous présente des modèles d'après l'antique, quelques-uns réduits, d'autres de même grandeur, copiés le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus souvent sur les originaux, sous la direction de M. Ravaisson ; il joint à ces modèles des études d'ornement, des reproductions faites sur les dessins de Prudhon et quelques autres épreuves, pour prouver que tous les genres lui sont familiers.

Il est curieux de suivre sur les épreuves toutes les dégradations d'ombres que l'élève aperçoit si difficilement lorsque, pour la première fois, on lui demande un dessin d'après la bosse ; ajoutons que si les qualités de ces reproductions soulèvent des contestations comme modèles, elles gardent toute leur valeur pour nous représenter exactement les chefs-d'œuvre de l'antiquité.

Donc le cliché photographique peut être tiré à l'encre grasse par des méthodes analogues à la lithographie, et ce tirage peut être fait sur pierre, sur cuivre, sur zinc, sur glace, etc.

Ainsi se trouve justifiée et réalisée aujourd'hui, la phrase qu'écrivait, en 1862, M. A. Poitevin, le père de toutes ces industries :

« La possibilité étant reconnue de faire adhérer l'encre grasse aux seules parties (modifiées par la lumière) d'une surface quelconque recouverte du mélange précité, j'étais arrivé à la photo-lithographie. »

Disons d'une manière plus affirmative : M. Poitevin avait, par ses études, et ses découvertes, posé les bases de ces méthodes nouvelles appelées à transformer à la fois la photographie et les arts graphiques.

Les planches 73 et 74 représentent des spécimens sortant des ateliers de M. Berthaud. La planche 75 est un spécimen de l'atelier de M. Quinsac, de Toulouse.

BREVETS D'INVENTION.

RAPPORT *fait par* M. Ç. LAVOLLÉE, *au nom du comité du commerce, sur les* PUBLICATIONS RELATIVES AUX BREVETS D'INVENTION, *faites par* M. CHARLES THIRION *et* M. EMILE BARRAULT.

Messieurs, vous avez renvoyé à l'examen du comité du commerce diverses publications relatives aux brevets d'invention. Deux de ces publications, émanant de membres de la Société, méritent une attention particulière. La première en date, qui vous a été adressée par M. Thirion (Ch.), rend compte des débats qui ont eu lieu au sein du Congrès international des brevets d'invention, tenu à Vienne lors de l'Exposition de 1873, et elle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contient, entre autres documents, la traduction d'un rapport très-développé du commissaire anglais, M. Th. Webster, sur les décisions de ce Congrès. La seconde, émanée de M. Emile Barrault, présente, sous la forme d'un tableau synoptique, le résumé de la législation spéciale des brevets dans les principaux pays d'Europe et aux Etats-Unis.

Le Conseil me permettra de rappeler que, dans sa séance du 3 mai 1865, j'ai eu l'honneur de présenter, au nom du comité de commerce, un rapport sur la question des brevets, à l'occasion d'un premier écrit de M. Thirion, (*Tablettes de l'Inventeur et du Breveté*) (1). A cette date, les principes mêmes de la législation des brevets, c'est-à-dire l'assimilation de l'invention industrielle à la propriété, et par suite la consécration légale des droits de l'inventeur, étaient sous le coup de vives critiques, qui avaient notamment trouvé place dans les rapports de la Commission française à l'Exposition universelle de Londres, en 1862. Votre comité du commerce pensa qu'il convenait d'examiner ces critiques qui ne lui semblaient pas fondées, et le Conseil, en approuvant le rapport lu au nom du comité, se prononça en faveur du principe qui assimile l'invention à une propriété et d'un régime légal pour la concession des brevets.

Les contestations, qui avaient été soulevées en 1862, ne se sont plus reproduites; sauf la Hollande, où les brevets ont été abolis, les nations industrielles ont conservé et amélioré la législation spéciale. Les inventeurs ont été plus efficacement protégés, et le nombre des brevets s'est accru partout dans des proportions considérables. Loin de proposer que des restrictions fussent apportées aux droits des inventeurs, le Congrès de Vienne, en 1873, a demandé que les divers gouvernements eussent à se concerter pour unifier la législation des brevets, et pour procurer à ceux-ci le bénéfice d'une protection internationale. La question de principe est donc presque universellement décidée dans un sens conforme aux traditions de la Société d'encouragement, et il n'est plus nécessaire de s'y arrêter. Nous n'avons à signaler, d'après les publications récentes de MM. Thirion et Barrault, que le projet d'une législation internationale, dont les dispositions ont été, pour la première fois, soumises à une étude presque officielle au congrès de 1873.

Pour se rendre compte de l'importance des intérêts engagés dans la question, il suffit de consulter la statistique des brevets. Le tableau synoptique, dressé par M. Barrault, contient ce renseignement. Voici le

(1) Voy. *Bulletin* de 1865, 2e série, t. XII, p. 541.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nombre des brevets concédés dans les principaux pays en 1866 et 1876 : en rapprochant les chiffres de ces deux années, on appréciera l'accroissement qui s'est produit pendant la période décennale :

Brevets délivrés.

	1866.	1876.	Augmentation.
France.	5 671	6 750	19 pour 100
Angleterre.	2 124	3 435	61 »
Autriche.	526	1 294	145 »
Belgique.	1 775	2 657	49 »
Italie.	253	538	112 »
Suède et Norwége. . .	127	235	85 »
États-Unis.	9 450	16 288 (en 1875)	72 »

Les renseignements exacts font défaut pour les contrées qui composent aujourd'hui l'Empire d'Allemagne, où une loi nouvelle, qui a adopté une partie des règles recommandées par le Congrès de Vienne, a été mise en vigueur à partir du 1er juillet 1877. On calcule, approximativement, qu'il a été concédé environ 1 600 brevets en 1876 dans les Etats allemands, et que, pendant les deux mois de juillet et août 1877, c'est-à-dire sous l'influence immédiate de la loi nouvelle, les demandes de brevets en Allemagne ont atteint le chiffre de 2 000.

A part les conditions particulières qui, soit à raison du progrès industriel, soit par suite des dispositions légales ou réglementaires, peuvent influer sur la prise des brevets dans chaque pays, on doit observer 1° que le nombre des inventions brevetées est considérable; 2° que de 1866 à 1876, la statistique des brevets présente des augmentations très-sensibles (sauf en France où l'augmentation n'a été que de 19 pour 100. D'où la conséquence que la protection des brevets est de plus en plus recherchée par les inventeurs; elle répond à un intérêt des plus sérieux, et elle mérite de conserver la place qui lui a été faite dans la plupart des législations. Ce point étant nettement établi, la pensée d'accroître les bienfaits de ce régime et d'élargir en quelque sorte ses frontières, au moyen d'une entente internationale, se présente naturellement; elle se rattache au système d'ensemble qui tend à faciliter les relations entre les peuples, par l'application de règlements uniformes dans l'ordre des intérêts matériels; en outre, elle procède d'un sentiment moral auquel toutes les législations doivent tenir à honneur de satisfaire. Instituer partout l'identité et la réciprocité de la protection pour les inventeurs, ce serait faire acte de justice et servir le droit de propriété.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'unité du régime des monnaies et du régime des poids et mesures rencontre, on le sait, de graves difficultés; elle se heurte à des questions d'amour-propre national, à la resistance des habitudes populaires et des préjugés. Il faudra beaucoup de temps pour vaincre ces obstacles, et notre génération ne verra peut-être point se réaliser complétement cette réforme qu'elle aura eu le mérite de préparer. L'unité du régime des brevets paraît devoir être plus facile à accomplir; car elle dépend uniquement de dispositions législatives, au sujet desquelles les principaux intéressés dans tous les pays, c'est-à-dire les inventeurs, expriment des vœux à peu près identiques et que tous les gouvernements peuvent s'approprier en commun, à l'avantage du progrès industriel et sans crainte de froisser aucune tradition nationale, aucun préjugé populaire.

Si l'on étudie le tableau comparatif dressé avec beaucoup de soin par M. Emile Barrault, on remarque des différences assez sensibles entre les lois des principaux pays, pour ce qui concerne les conditions auxquelles s'obtiennent et s'exploitent les brevets; mais il ne paraît pas qu'aucune de ces différences doive être attribuée à des causes fondamentales, tirées des principes ou de la procédure en vigueur dans les diverses législations. Il ne s'agit, en réalité, que de détails réglementaires, et l'entente peut s'établir sur la détermination des inventions brevetables, sur le mode de concession des brevets, sur leur durée, sur le payement des taxes, sur la publicité, etc. Ce ne sont là que des mesures d'exécution qui, s'appliquant à un même objet, doivent être également efficaces dans les différentes contrées. C'est ce qui résulte des délibérations du Congrès de 1873, dont les membres, appartenant à toutes les nationalités, ne se sont pas trouvés une seule fois en désaccord pour des motifs puisés dans le caractère général de chaque législation ou dans l'intérêt particulier de chaque pays. On n'a discuté que sur la valeur intrinsèque des procédés destinés à protéger partout, avec une égale efficacité, la propriété de l'invention industrielle, et il a été unanimement reconnu que chacune des mesures recommandées par le Congrès pourrait être aisément introduite dans tous les Codes, de manière à constituer un régime international, universel pour les brevets, sans qu'il fût nécessaire de recourir à des conventions spéciales, dont le sort est toujours plus ou moins lié aux vicissitudes de la politique.

Grâce aux travaux du Congrès de 1873, la question du brevet international a fait un grand pas. L'étude est à peu près complète sur les conséquences de la législation actuelle dans chaque pays, sur les améliorations

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que l'expérience conseille de généraliser, et le Congrès a résumé son opinion sur tous les détails d'un régime uniforme dans une série de résolutions, que nous nous proposons de reproduire à la suite du présent Rapport.

L'Exposition universelle de 1878 fournira l'occasion de tenter un effort décisif pour la solution pratique du problème. Nous ne pouvons que nous associer, sur ce point, aux vœux exprimés par M. Thirion. Ce ne serait pas l'un des moindres mérites de notre Exposition, que d'avoir achevé ce qui a été commencé à Vienne.

Par ces motifs, le comité du commerce vous propose de remercier MM. Thirion et Barrault pour leurs utiles publications, et d'insérer le présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société.

En outre, le Conseil, qui a constamment proclamé les droits des inventeurs, appréciera s'il ne serait pas à propos de recommander par son vote l'idée d'une législation internationale, c'est-à-dire uniforme et réciproque, sur les brevets et, à cet effet, de solliciter des pouvoirs publics la réunion, pendant la prochaine Exposition universelle, d'un Congrès analogue à celui qui a été tenu à Vienne en 1878.

Signé : C. LAVOLLÉE, *rapporteur*.

Approuvé en séance publique, le 25 janvier 1878.

RÉSOLUTIONS VOTÉES PAR LE CONGRÈS INTERNATIONAL RELATIF AUX BREVETS D'INVENTION, TENU A VIENNE PENDANT L'EXPOSITION DE 1873.

Première résolution. — La protection des inventions doit être assurée par les lois de toutes les nations civilisées, parce que :

(*a.*) Le sens du droit chez les peuples civilisés demande la protection légale du travail intellectuel.

(*b.*) Cette protection donne, sous la protection d'une spécification et d'une publication complètes de l'invention, le seul moyen pratique de porter à la connaissance générale du public les nouvelles méthodes techniques, sans perte de temps et d'une manière exacte.

(*c.*) La protection de l'invention rend rémunérateur le travail de l'inventeur et, par cela même, encourage les hommes compétents à vouer leur temps et leurs facultés à la vulgarisation et à l'application pratique des méthodes et perfectionnements techniques nouveaux et utiles, et attire du dehors des capitaux qui, en l'absence de la protection donnée par les brevets, trouveraient à se placer ailleurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(*d.*) Par la publication complète, rendue obligatoire, de l'invention brevetée, les grands sacrifices de temps et d'argent que l'application technique exigerait sans cela de l'industrie de tous les pays se trouveront considérablement réduits.

(*e.*) Par la protection accordée aux inventions, le secret de fabrique, qui est un des plus grands ennemis du progrès industriel, perdra son principal soutien.

(*f.*) Les pays qui ne possèderont pas de lois rationnelles sur les brevets auront beaucoup à souffrir, parce que ceux de leurs habitants qui seront doués d'un talent inventif émigreront vers des pays plus favorables, où leur travail sera légalement protégé.

(*g.*) L'expérience démontre que celui qui possédera un brevet fera les plus sérieux efforts pour répandre son invention.

Deuxième résolution. — Une loi sur les brevets, pour être efficace et utile, doit être fondée sur les principes suivants :

(*a.*) L'inventeur lui-même, ou son représentant légal, doit seul pouvoir obtenir un brevet.

(*b.*) Il ne doit pas être refusé un brevet à un étranger.

(*c.*) Il est bon d'introduire dans la réalisation de ces principes un système d'examen préalable.

(*d.*) Un brevet doit être délixré pour quinze ans ou avec faculté de le prolonger jusqu'à cette durée.

(*e.*) En même temps qu'un brevet est délivré, il doit en être fait une publication complète rendant possible l'application technique de l'invention.

(*f.*) Les frais d'obtention d'un brevet doivent être modérés ; mais, dans l'intérêt de l'inventeur, il doit être établi une échelle progressive de taxes lui permettant d'abandonner, quand il le juge convenable, un brevet qui ne présente pas d'utilité.

(*g.*) Il doit être donné des facilités, au moyen d'une bonne organisation du Bureau des brevets, pour obtenir le contenu de la spécification d'un brevet, ou pour s'assurer des brevets qui sont encore en vigueur.

(*h.*) Il convient d'établir des règlements obligeant le breveté, dans les cas où l'intérêt public l'exigerait, à permettre l'emploi de son invention à toutes les personnes sérieuses qui en feraient la demande, moyennant une juste compensation.

(*i.*) La non-application d'une invention dans un pays n'entraîne pas la déchéance du brevet, si elle a fait l'objet d'une mise en œuvre quelconque et s'il a été possible aux habitants de ce pays d'acheter et d'employer cette invention.

(*k.*) A tous autres égards, et spécialement en ce qui concerne les formalités de délivrance des brevets, le Congrès se réfère aux lois anglaise, américaine et belge, et à un projet de loi sur les brevets préparé pour l'Allemagne par la Société des Ingénieurs Allemands.

Troisième résolution. — Par suite des grandes anomalies qui existent entre le régime actuel des brevets et les relations commerciales internationales, qui se sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

modifiées, une réforme est devenue d'une nécessité évidente, et il est urgent que les gouvernements s'efforcent d'établir aussi promptement que possible une entente internationale au sujet de la protection par les brevets.

Quatrième, cinquième et sixième résolutions. — Le Congrès donne pouvoir au Comité préparatoire de poursuivre la tâche commencée par le premier Congrès international, et d'employer toute son influence à répandre aussi largement que possible et à faire mettre à exécution les principes qu'il a sanctionnés.

Le Comité est autorisé également à s'occuper de provoquer un échange d'opinions sur ce sujet et d'organiser, à des époques indéterminées, des assemblées et des conférences entre les partisans de la protection par les brevets.

Dans ce but, le Comité préparatoire est désigné par les présentes pour agir comme Comité exécutif permanent, avec pouvoir de s'adjoindre d'autres membres et de désigner la date et le siége de la prochaine réunion du Congrès, dans le cas où une nouvelle réunion serait jugée utile pour servir les vues exprimées dans les résolutions ci-dessus.

LETTRE ADRESSÉE AU CONGRÈS PAR M. J. M. THACHER, COMMISSAIRE ADJOINT DES PATENTES AUX ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.

..... Permettez-moi, Messieurs, de vous expliquer brièvement ce qui me paraît devoir constituer la base d'une protection des inventions au moyen de brevets. Et d'abord, je pense que la protection par les brevets est fondée sur un sentiment de justice vis-à-vis de l'individu. L'un des plus grands juristes de l'Angleterre a dit, en substance, qu'il est universellement admis que l'homme a un droit de propriété sur toute chose à laquelle il consacre du travail. Il faisait là allusion au travail manuel ; mais lorsqu'on applique ce principe aux inventions, autant les facultés mentales sont supérieures aux facultés physiques, autant l'individu me semble avoir un droit de propriété plus fort et plus juste sur le produit de ses facultés mentales que sur le produit de sa puissance physique. Je suis donc tout prêt à émettre cette première proposition, qui me paraît pouvoir être défendue devant le monde entier, que la protection des inventions au moyen d'un bon système de brevets est fondée sur la justice à l'egard de l'homme lui-même, en lui accordant un droit de propriété sur le produit des plus hautes facultés que le Dieu tout-puissant lui ait données. Je serais heureux de pouvoir développer ce point. Il est plein d'intérêt pour nous, plein d'intérêt pour la grande masse des inventeurs répandus sur toute la terre ; mais j'ai à m'occuper de tant de choses dans le peu de temps que je veux vous tenir éloigné de vos discussions légitimes, que je dois me borner à l'indiquer brièvement avec d'autres. Je désire dire simplement ceci, que si l'on compare la possession complète que l'inventeur a de ses inventions, avec la possession qu'il a de ses facultés physiques, on ne peut pas trouver une seule chose appartenant à l'homme sur laquelle il ait un droit plus élevé de disposition absolue que le produit de ses facultés intellectuelles. Il l'a créé lui-même. S'il le garde pour lui, il se trouve entièrement et exclusivement en sa possession. Nul ne peut le lui prendre ; aucun moyen juridique ne peut le lui arracher. Il a, à son égard, un droit plus fort et plus valable, en tant que fondé sur sa possession, que sur ses propriétés foncières elles-mêmes. Or, Messieurs, s'il en est ainsi, si l'homme a si complétement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la disposition de son invention, je ne puis apercevoir aucune obligation pour lui de la communiquer à d'autres, à moins que ce ne soit dans son propre intérêt. Je ne vois aucune obligation pour lui de la dévoiler, à moins qu'il ne lui soit permis d'en disposer et d'en faire usage de la même manière que pour toute autre propriété.

Je pense, du reste, que la protection par les brevets n'est pas fondée seulement sur le droit individuel de propriété, mais qu'elle est basée, en second lieu, sur son utilité au point de vue politique ; je crois, en d'autres termes, que, non-seulement l'inventeur a droit, comme individu, à une protection, à une reconnaissance légale de ses titres, à la propriété de son invention, mais aussi que l'intérêt public commande cette reconnaissance des droits de l'inventeur. Il est inutile, devant cette assemblée d'hommes intelligents qui ont déjà pensé à ces choses et les ont discutées, de dire un seul mot à l'appui de la proposition ci-dessus. Personne ne nie que les inventions ne soient profitables à tout le monde ; cela est reconnu aussi bien par ceux qui défendent l'excellence de la protection au moyen de brevets que par ceux qui la combattent. Le progrès des arts industriels est désiré par tous les peuples. Or donc, si le progrès des arts industriels est désirable et si les inventions y conduisent, tout régime qui stimulera les inventions et qui amènera des progrès plus grands et plus importants sera un grand bien et un bien durable pour le public. Mais la protection par les brevets est bonne au point de vue politique, non-seulement à cause de l'avantage général qui résulte des inventions, mais parce que c'est le seul moyen d'amener les inventeurs à dévoiler complétement au public les productions de leur génie inventif. Si l'on ne donne à un homme aucune protection, si on ne le pousse pas à faire connaître son invention, dans quelle voie cherchera-t-il une rémunération de l'importante découverte qu'il a faite ? Le seul moyen dont il dispose, c'est de la garder secrète. Aussi longtemps qu'il peut la cacher à tout le monde et l'exploiter en secret, il a quelque espoir d'en tirer un profit, mais à partir du moment où il la dévoile, il en perd la disposition et elle tombe dans le domaine public. De telle sorte que, si l'inventeur ne jouit pas d'une protection d'un genre ou d'un autre, sa seule chance de rémunération pour une découverte utile, c'est de la tenir cachée et de l'exploiter en secret. Je n'ai pas besoin d'insister pour montrer combien une telle pratique serait regrettable, car cela est presque universellement reconnu. La première et la plus grande objection que l'on peut faire à un tel état de choses consiste dans ce fait, que l'industrie devient alors un des monopoles les plus odieux qui puissent exister ; car, aussi longtemps l'invention peut être tenue secrète et être exécutée en secret et demeure un produit désirable, aussi longtemps l'inventeur et le fabricant peuvent demander au public le prix qu'il leur plaît. L'article peut être maintenu à un prix élevé, le public être obligé de subir toutes les exigences, et la possession du secret être transmise de génération en génération, ce qui est un des plus odieux monopoles qu'on puisse imaginer ; ou bien, ce qui ne serait pas moins désastreux, l'invention peut être entièrement perdue pour tout le monde par la mort de l'inventeur. Il est donc nécessaire pour le progrès des arts, pour contribuer d'une manière importante au bien-être général, que des mesures soient prises en vue d'amener l'inventeur à faire connaître le plus complétement possible l'invention qu'il a faite. Or, nous ne sommes pas encore au temps où les hommes n'obéiront plus qu'à des motifs philanthropiques. Malheureusement, l'intérêt est plus ou moins le mobile des hommes de toutes les conditions et de tous les pays, et ce n'est que par l'espoir d'une récompense, d'une récompense matérielle, que les inventeurs, comme hommes d'affaires, peuvent être amenés à dévoiler leurs découvertes et à les donner ainsi au monde pour le profit de tous. Je dis donc que, pour faire bénéficier le public des inventions, en assurant leur divulgation pleine et entière, et en les mettant à la portée de tous ceux qui peuvent désirer fabriquer en se conformant à des lois convenables, il faut donner un genre quelconque de protection, soit par des lois sur les brevets, soit par quelque autre moyen.

Maintenant que j'ai parlé de ce second principe fondamental, que je ne cesserais pas de déve-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lopper, j'examinerai la question de savoir si la protection est juste et si elle est de bonne politique, et quel est le meilleur système pour assurer les droits de l'inventeur et pour augmenter le bien-être général. Eh bien ! le seul moyen, autre que les brevets, qui ait été proposé avec quelque apparence de raison, je dirai même avec quelques arguments sérieux, c'est de donner à l'inventeur une certaine somme une fois payée, pour le récompenser d'avoir fait connaître son invention. Il me semble que ce système ne peut pas être présenté à des esprits pratiques, sans que ses défauts apparaissent aussitôt. Premièrement, il est impossible d'apprécier la valeur d'une invention au moment où elle vient d'être faite. L'histoire des inventions, dans notre pays et dans tous les autres, me semble démontrer que, parmi les inventions les plus importantes, il en est qui ont été aussi peu appréciées que possible au moment de leur apparition. Ces faits vous sont familiers et je n'ai pas besoin de citer d'exemples. Dans l'histoire universelle des inventions, nous voyons à chaque instant des inventeurs luttant pendant des années pour faire adopter leurs inventions. Quelques-uns d'entre eux sont descendus au tombeau, appauvris par leurs efforts, par la dépense de temps et d'argent qu'ils avaient dû faire pour tâcher de convaincre le public qu'ils avaient produit quelque chose d'utile, et ce sont des générations suivantes qui ont repris leurs inventions, les ont répandues, ont prouvé la grande utilité qu'elles offraient pour tout le monde et en ont recueilli le bénéfice. Je crois donc qu'il est tout à fait impraticable de déterminer la valeur d'une invention au moment où on en a connaissance. En supposant que cette valeur pût être déterminée approximativement, il pourrait arriver, d'une part, que l'inventeur reçût quelquefois une récompense trop forte, car l'histoire montre, non-seulement que des inventions ont été d'abord trop peu appréciées, mais aussi que ce qui avait semblé avoir une grande valeur et promettait d'être d'une grande utilité et d'un grand avantage pour le public s'est trouvé quelquefois sans aucune utilité ; ou bien, au contraire, si l'invention était appréciée au-dessous de sa valeur, et que l'inventeur la vît entrer dans l'usage général sans recevoir lui-même une rémunération équitable, ce serait une grande injustice commise à son détriment et il n'y aurait plus d'encouragement à faire de nouveaux efforts. L'impossibilité d'employer ce moyen pour indemniser l'inventeur du temps et de l'argent qu'il a dépensés me paraît être si évidente pour tout esprit pratique, que je juge tout autre commentaire inutile et que je me borne à faire encore cette remarque que, en ce qui concerne notre pays, il serait, à mon avis, absolument impraticable d'y établir un pareil système. La délivrance de brevets d'une durée limitée est le seul autre moyen qui ait été employé pour rémunérer l'inventeur et satisfaire l'intérêt public. Cela me paraît être la seule manière juste et pratique d'atteindre ce double but. L'inventeur, si on lui assure un droit exclusif sur son invention, se trouve parfaitement à même de la mettre sur le marché, comme toute autre propriété, avec l'espoir que la demande sera de nature à l'indemniser de son temps et de ses dépenses ; en même temps, on assure au public la connaissance complète de l'invention et son introduction dans l'usage. Il peut sembler résulter de ce qui a déjà été dit ci-dessus que le droit de l'inventeur doit être incommutable, mais ici l'intérêt public intervient et exige qu'il ne soit pas créé un monopole perpétuel, c'est-à-dire que le privilége exclusif n'existe que pour un nombre d'années raisonnable. Il y a à tenir compte, au surplus, de plusieurs considérations importantes, dans l'établissement d'un système de protection au moyen de brevets. Quels sont les principaux éléments qui doivent servir à constituer un bon système de brevets?

Je dis, d'abord, qu'il ne doit être accordé de brevets que pour des inventions nouvelles, parce que nul n'a le droit d'empiéter sur le domaine public et d'obtenir un privilége exclusif pour ce qui est déjà la propriété de tous ; pour des inventions utiles, parce que nul n'a de titre à l'obtention d'un privilége exclusif pour une chose qui ne doit pas procurer d'avantages sérieux à la masse du public. Ces propositions me semblent si évidentes que je juge à peu près inutile d'y insister. Elles s'imposent tellement au bon sens de tout le monde, qu'il est à peine besoin d'arguments pour les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appuyer. Si l'on accorde que l'inventeur a un droit de propriété sur son invention, et que ce droit doit être exclusif, cette proposition a forcément pour corollaire que ce droit exclusif ne peut pas porter sur une chose qui appartient déjà à un autre ou au public. Si l'on accorde, de plus, que l'inventeur doit avoir un droit exclusif sur son invention, mais qu'il ne doit avoir ce droit que parce que l'intérêt général exige que sa propriété soit protégée, il s'ensuit nécessairement qu'il ne doit pas avoir un droit exclusif pour une chose nuisible au public. Je crois, Messieurs, pouvoir maintenant quitter ce point, avec l'assurance qu'il est généralement accepté par vous, car je suis heureux de savoir que, dans les résolutions que vous avez déjà adoptées, il se trouve reconnu et affirmé d'une manière formelle.

Je dis, ensuite, que la protection par les brevets ne doit être accordée qu'au premier inventeur. Ceci peut paraître impliqué dans la première proposition et en découler nécessairement ; mais un instant de réflexion montrera que cela n'y est pas impliqué autant qu'on pourrait le croire, car, si la loi d'un pays permet à l'importateur de l'invention d'une autre personne d'acquérir un droit exclusif sur cette invention, le premier *desideratum*, savoir : que la protection par brevets ne doit s'appliquer qu'à des inventions nouvelles et utiles, ne se trouvera pas violé. Je maintiens donc, comme second *desideratum*, que la protection par brevets ne doit être donnée qu'au premier inventeur. Cela me paraît être la conséquence logique de la première proposition, savoir : que la protection par brevets a pour base la justice à l'égard de l'inventeur, en garantissant le droit naturel qu'il a, comme individu, sur le produit de ses facultés intellectuelles. Si cela est vrai, lui seul possède ce droit, et lui seul (ou ses représentants légaux) peut être fondé à réclamer la protection privative attachée à un brevet. Par conséquent, s'il renonce à cette protection, s'il dit : Je ne désire pas obtenir de droit exclusif pour cette invention, j'aime mieux en faire l'abandon à la société, cette invention appartient, dans ce cas, non pas à un importateur qui la transporte d'un pays dans un autre, mais au public tout entier.

Je ne connais aucun droit légal, aucun principe juridique en vertu duquel le simple importateur d'une invention faite dans un autre pays puisse justement prétendre à ce droit exclusif. Le droit naturel n'est que pour l'inventeur, et s'il néglige de se l'assurer, pour une raison quelconque, il revient au public et doit tomber dans le domaine général. A des époque précédentes, il a pu y avoir des raisons d'encourager le transport des inventions d'un pays dans un autre en favorisant les simples importateurs. Avec les moyens de communication imparfaits auxquels on était alors réduit, les transactions commerciales rencontraient quelquefois de grandes difficultés et même de grands dangers, et l'on comprend aisément qu'il était juste et politique de la part d'un gouvernement d'accorder un privilége exclusif à celui qui importait une invention étrangère, afin de profiter des avantages que la communication de cette invention à ses propres sujets devait produire. Mais, aujourd'hui que les moyen de communication ont été si largement et si magnifiquement améliorés, au point que deux continents peuvent échanger des idées en un clin d'œil, et que des citoyens passent continuellement d'un pays dans un autre et se mêlent les uns aux autres avec toute facilité, rien ne justifie plus une pareille extension de ce privilége, et je crois qu'aucun pays n'a plus de motif légitime pour donner un encouragement à l'importateur d'une invention étrangère, en en faisant l'objet d'un droit exclusif en sa faveur. L'effet moral d'une pareille disposition légale ne doit pas être négligé. Peut-être l'avons-nous plus éprouvé, en Amérique, que vous, sur le continent, à cause du plus grand nombre de nos inventions et de la plus grande quantité de brevets que nous délivrons. Tandis que nous ne concédons aucun privilége exclusif à l'importateur d'une invention étrangère, il y a des pays qui vont jusque-là, et certains hommes font commerce de transporter des inventions d'un pays dans un autre. Or, je ne connais rien, se rattachant aux brevets, qui ait une influence aussi démoralisatrice que cette pratique sur les mœurs générales des affaires. Les personnes dont je parle, dont les unes sont nos propres citoyens et dont les autres sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des citoyens d'autres pays qui résident chez nous, guettent la délivrance des brevets à notre ***Office***, et, dès que cette délivrance a lieu, ***s'emparent*** des bonnes inventions — je ne puis employer un terme plus doux — et les portent dans d'autres pays, en qualité de simples introducteurs, au grand préjudice des vrais propriétaires. L'un de nos principaux *attorneys*, quelques jours avant mon départ de Washington pour venir ici, me disait qu'une semaine plus tôt une personne s'était présentée à son cabinet et lui avait fait la proposition suivante : cette personne ayant continuellement affaire au bureau des brevets et ayant des brevets à prendre chaque semaine pour des inventeurs, offrait à l'*attorney* de lui communiquer, aussitôt qu'elles seraient brevetées, les inventions ayant de la valeur, qui seraient présentées alors aux pays accordant un privilége à l'importateur, les bénéfices devant être partagés entre eux deux. Est-il possible de concevoir un agissement plus immoral ? J'en appelle à vous, Messieurs, en votre qualité d'hommes d'affaires : pouvez-vous imaginer une pratique plus vicieuse et plus démoralisatrice que celle-là ? Je suis heureux d'avoir à ajouter que l'*attorney* se leva sur-le-champ, ouvrit la porte et enjoignit à cette personne de quitter la place au plus tôt.

J'arrive maintenant à cette troisième proposition, que les deux *desiderata* indiqués plus haut ne peuvent trouver leur satisfaction que par l'établissement d'un examen préalable. Je ne sais pas si cela rencontrera ici quelque objection. Cela me paraît être un point sur lequel quelques-uns de mes amis ne sont pas d'accord. Mais la logique me semble l'exiger si impérieusement, que j'ai peine à concevoir que quelqu'un concède cette double proposition, qu'il ne doit être accordé de brevet que pour une invention utile et nouvelle, et au premier inventeur seulement, et n'arrive pas à cette conclusion qu'il faut un examen préalable. En l'absence de cet examen, comment saurez-vous que vous n'empiétez pas sur le domaine public en accordant le brevet ? Comment saurez-vous si vous l'accordez à l'inventeur ou à l'importateur ? Vous pouvez imposer au demandeur un serment, mais nous savons que les faux serments sont quelquefois bien vite faits, et un homme qui se propose de dérober l'invention d'un autre n'hésitera pas longtemps à jurer qu'elle est de lui. Il me paraît absolument nécessaire que la délivrance des brevets soit accompagnée d'une investigation préalable faite minutieusement, pour reconnaître si l'invention est nouvelle et utile, et si le privilége est demandé par le premier et véritable inventeur.

Si un examen est nécessaire, par qui doit-il être fait? Il peut l'être par l'inventeur, par son représentant spécial (*attorney*) ou par un corps officiel d'experts, nommés à cet effet par le gouvernement. Examinons un instant lequel des trois donnera le mieux satisfaction à la justice. On m'accordera certainement que, plus le tribunal sera désintéressé, plus sa décision sera impartiale. D'après cela, l'inventeur n'est pas l'homme qu'il faut pour faire un examen préalable et déterminer si son invention est nouvelle et utile, car, si quelques-uns d'entre vous, Messieurs, ont l'expérience des bureaux de brevets, soit pour avoir demandé des brevets, soit pour en avoir délivré, vous reconnaîtrez probablement avec moi que les inventeurs, généralement parlant, ne savent pas voir la différence qui existe entre leurs inventions et celle des autres. Il est naturel qu'il en soit ainsi : un père est toujours fier de son enfant. Vous me concéderez donc, sans doute, que l'inventeur n'est pas la personne désintéressée qui doit apprécier s'il y a lieu d'accorder un brevet. Quoique son représentant spécial n'ait pas un intérêt aussi direct dans l'invention, cependant, comme questions d'affaires, il est nécessairement influencé, plus ou moins, par les désirs de son client, et, dans ses discussions avec ce client au sujet du résultat de son examen, il n'est pas possible qu'il ne cède pas à l'avis de celui-ci dans une certaine mesure. Il travaille pour des honoraires, et ces honoraires dépendent souvent beaucoup de l'opinion qu'il donne. Nous savons tous comment cela arrive ; c'est la conséquence d'une malheureuse faiblesse de la nature humaine, et, tout en regrettant qu'il n'en soit pas autrement, nous sommes forcés de prendre les choses comme elles sont. Je crois donc que la tâche doit être confiée à une personne plus complétement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

désintéressée que l'inventeur ou son représentant. Il faut avoir un corps d'experts, — appelez-les examinateurs ou comme vous voudrez, — un corps officiel d'experts qui examine la question et qui décide entre le public, d'une part, et l'inventeur, de l'autre. Nous ne devons pas oublier, en effet, qu'un brevet est un peu du genre d'un contrat par lequel, en échange de la communication complète que l'une des parties fait de son invention, l'autre partie, le public, accepte que l'inventeur ait pendant un certain nombre d'années un monopole ou droit exclusif pour la fabriquer ou l'employer. Pour rendre une décision juste et équitable entre l'inventeur et le public, quel meilleur tribunal peut-on désirer qu'un corps d'examinateurs nommé par le gouvernement et complétement désintéressé dans la solution? Etant donné un tel corps d'experts, possédant les connaissances scientifiques nécessaires pour lui permettre de décider avec compétence sur les questions qui touchent au mode d'opération d'une invention mécanique ou chimique, ainsi que les connaissances légales qui devront lui permettre d'établir en bonne forme la description et les « revendications », et étant complétement désintéressé dans le résultat, il me semble que nous sommes fondés à attendre de lui qu'il tiendra égales les balances de la justice entre les droits du public, d'une part, et les droits individuels, de l'autre, et que ses décisions seront, en général, plus satisfaisantes pour les parties intéressées que celles de tous autres arbitres. Je crois donc, non-seulement que la délivrance d'un brevet doit être précédée d'un examen fait attentivement, mais aussi que cet examen doit être fait par des personnes désintéressées, désignées dans ce but par le gouvernement du pays où le brevet est délivré. Ce système sera aussi beaucoup plus économique pour le breveté que si celui-ci devait recourir aux services d'un expert professionnel, en dehors de toute attache officielle. Le coût des brevets aux États-Unis, comparé à celui des brevets en Angleterre, autorise cette assertion. Les frais d'un examen dans notre pays sont insignifiants, 15 dollars (75 francs), tandis qu'en Angleterre ils sont, je suppose, de 10 à 50 livres sterling, ou même 100 livres, suivant la réputation du Conseil à qui l'on s'adresse. Certains membres de ce Congrès ont eu l'expérience de différents pays et peuvent indiquer plus exactement les frais comparatifs pour chacun. Quoique les frais d'un examen, en Amérique, soient moindres que dans aucun autre pays, je crois pouvoir avancer sans crainte que la tâche y est remplie aussi bien et avec des résultats aussi certains.

L'établissement d'un examen préalable officiel doit être accompagné d'un système d'appel libéral. Un examinateur peut se tromper quelquefois dans sa décision, et la délivrance d'un brevet ne doit jamais ne reposer que sur un seul homme. Il doit donc être laissé une faculté d'appel; de cette manière la décision du premier tribunal, si elle est défavorable, pourra être révisée une ou plusieurs fois, et les droits de tous seront amplement protégés par un pareil système de brevets, qui, dans mon opinion, approche autant de la perfection qu'il est possible.

Maintenant, je dois ajouter, d'une manière générale, que, quel que soit le système que l'on adopte dans un pays pour donner des résultats réellement bons, il doit être appliqué libéralement. Un système d'examen préalable, tout en étant organisé d'une manière judicieuse, peut, en effet, être pratiqué de façon à devenir une des choses les plus pénibles auxquelles un inventeur puisse être soumis. La Prusse en offre un exemple. Le système d'examen de la Prusse pourrait répondre à tous les besoins, mais il est appliqué de telle façon que l'on dit communément, en Amérique, parmi les inventeurs, qu'en Prusse l'examen a pour but de refuser les brevets pour toutes les inventions. Et c'est dans ce pays, où les inventions devraient, à ce qu'il me semble, être vivement encouragées, et dont le peuple possède des connaissances scientifiques et techniques qui sembleraient promettre les meilleurs résultats, que l'on trouve, en réalité, le moins d'inventions faites et brevetées; je ne devrais peut-être pas dire *faites*, mais je puis dire certainement le moins d'inventions brevetées. Les inventeurs prussiens cherchent d'autres pays où leurs droits soient plus généreusement reconnus et qui puissent mieux satisfaire leur espoir de rénumération; d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autre côté, les brevetés des autres pays ont appris, par l'expérience générale, à fuir le Bureau des brevets de Prusse comme un leurre et un piége.

Un système de brevets ne peut donner tous ses avantages que s'il est appliqué d'une manière libérale, et par là j'entends, non-seulement le libéralisme présidant à la délivrance des brevets, mais aussi un esprit libéral à l'égard des inventeurs après la délivrance de ces brevets. Donnez à l'inventeur tout ce à quoi il a droit, même si l'invention semble de peu d'importance, et laissez ensuite le pouvoir judiciaire interpréter le brevet de manière à protéger complétement les droits de cet inventeur et à encourager ses efforts. Une telle manière de faire sera reconnue, à la fin, la meilleure, non-seulement pour le breveté, mais aussi pour le public. La question de l'action judiciaire en matière de brevets ne rentre peut-être pas dans l'objet de ce Congrès, mais je ne puis m'empêcher d'y faire allusion en passant, car elle a nécessairement une influence capitale sur le système des brevets d'un pays.

Permettez-moi maintenant de parler brièvement de notre système de brevets américain, car je crois qu'il sera intéressant pour vous de savoir quelque chose de son fonctionnement, quoique je m'aperçoive que je n'aurai pas besoin de donner sur ce sujet autant d'explications que je le pensais. Beaucoup de nos amis allemands qui figurent dans ce Congrès paraissent avoir une pleine connaissance de notre système et apprécier avec justesse ses bons effets, et je ne saurais le recommander plus fortement qu'ils ne l'ont déjà fait. L'histoire de la protection par brevets, en Amérique, coïncide presque avec notre existence comme nation indépendante. Le premier Congrès américain, en 1790, fit une loi sur la protection des inventions, qui était basée sur les principes que j'ai déjà proposés plus haut. Cette loi fut amendée à diverses reprises, pour répondre aux exigences des intérêts publics. Ce n'est, toutefois, qu'à 1836 que l'on peut faire remonter l'origine de notre système tel qu'il existe aujourd'hui. Au mois de décembre de cette année 1836, le Bureau des brevets, avec toutes ses archives, fut détruit par un incendie. Dans la session du Congrès de cette même année, la loi des brevets fut soigneusement révisée et il fut voté une nouvelle loi qui n'a pas été profondément modifiée par la législation ultérieure. La loi de 1836 organisa complétement le Bureau des brevets, établit un corps d'examinateurs et mit en marche tout le mécanisme de notre système tel qu'il fonctionne encore. On pourrait donc dire que nous avons commencé une nouvelle carrière en 1836, car, jusqu'alors, la marche du Bureau des brevets avait été assez irrégulière; les examens précédant les délivrances de brevets avaient été un peu capricieux, et le nombre des brevets avait été faible en comparaison des résultats que l'on a obtenus plus tard. Depuis 1836, le développement du talent inventif et les progrès des arts industriels, chez nous, ont été merveilleux, même à nos yeux. Le nombre des brevets accordés depuis 1836 est d'environ cent quarante mille. Je me trouve avoir entre les mains un exemplaire de notre « *Official gazette* » du 1er juillet 1873, et j'y vois que le dernier brevet délivré à cette date porte le n° 140 567. Le nombre des demandes de brevets a constamment augmenté d'année en année et s'élève maintenant à vingt ou vingt-un mille par an; quant au nombre des brevets accordés annuellement, il est de treize à quinze mille. Pour le mettre en mesure d'examiner ce grand nombre de demandes, le corps des examinateurs experts a été augmenté à différentes époques, jusqu'à comprendre aujourd'hui environ cent personnes, savoir : vingt-quatre examinateurs principaux, et un même nombre de premiers, de seconds et de troisièmes examinateurs adjoints, plus, un examinateur spécial pour les marques de fabrique et aussi pour les *interferences* (demandes de brevets se trouvant en conflit avec d'autres). Le personnel d'employés a été augmenté proportionnellement; si bien que le nombre des agents de tout grade du Bureau des brevets peut être évalué aujourd'hui à cinq cents, en chiffres ronds.

La simple indication du nombre des brevets délivrés depuis 1836 est suffisante pour m'autoriser à dire que notre système s'est affirmé comme un stimulant des plus remarquables pour le génie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inventif, non-seulement dans notre propre pays, mais dans le monde entier. Maintenant, vous demanderez, tout naturellement, combien de ces brevets ont de la valeur ? Il est évidemment impossible d'obtenir à ce sujet une statistique présentant une garantie absolue d'exactitude, mais l'expérience que j'ai acquise dans mes fonctions m'a fourni des données qui me permettent de me faire une opinion à peu près exacte. J'ai discuté la question avec d'autres personnes et je me suis renseigné auprès des fabricants, des brevetés et des juriconsultes qui, les uns et les autres, avaient fait leur spécialité des questions se rattachant à la loi sur les brevets, et je crois pouvoir dire sans aucune exagération que la moitié des brevets accordés dans notre pays peuvent être considérés comme rémunérateurs. Je ne veux pas dire par là que la moitié de ces cent quarante mille brevets aient fait la fortune des brevetés ; mais ils ont été rémunérateurs dans une certaine mesure, c'est-à-dire qu'ils ont payé les frais et quelque chose de plus ; il n'y en a qu'une faible partie qui aient été largement rémunérateurs et qui aient donné de grandes fortunes aux brevetés ou à leurs représentants. On peut donc dire, à mon sens, que l'influence de notre système sur les inventions et sur les inventeurs eux-mêmes a été heureuse au delà de toute attente. Mais vous demanderez aussi quelle a été l'influence de notre système de brevets sur les intérêts manufacturiers de notre pays. J'ai eu également l'occasion de faire quelques recherches sur ce point. Peu de temps avant mon départ de Washington, le Secrétaire d'Etat adressa à des inventeurs, à des fabricants et autres personnes intéressées aux brevets, une série de questions, parmi lesquelles il s'en trouvait qui visaient l'influence que notre système de brevets avait pu avoir sur les intérêts manufacturiers du pays. A une exception près, à peine, le grand nombre de fabricants consultés répondirent que le système des brevets avait été, sans aucun doute, favorable à ces intérêts. J'estime, avec d'autres qui ont qualité pour en juger, qu'aujourd'hui les six ou sept huitièmes de notre énorme capital manufacturier sont placés sur des brevets, directement ou indirectement. En fait, il est presque impossible de monter, en Amérique, une compagnie industrielle, si l'on n'est pas propriétaire de brevets portant sur une invention sérieuse.

Je crois donc pouvoir dire, comme conclusion, que notre système de brevets a été grandement profitable à nos inventeurs, à nos brevetés et à nos fabricants. Il a, en même temps, beaucoup contribué au bien-être du public en faisant passer dans l'usage général un grand nombre d'inventions utiles qui, autrement, ne se seraient pas développées, et en abaissant le prix de beaucoup d'articles par l'invention de moyens de fabrication nouveaux et perfectionnés. Nous pensons aussi que tout le monde a retiré des avantages de la libéralité de notre loi. Nous ne faisons aucune distinction entre les demandeurs étrangers et les demandeurs nationaux ; nous invitons les inventeurs du monde entier à nous faire profiter de leur génie inventif aux mêmes conditions libérales que nous accordons à nos propres citoyens, en ne soumettant ces inventeurs à aucune obligation en ce qui concerne l'époque ou le lieu de la fabrication, ou l'introduction de l'invention dans l'usage public.

Mais, Messieurs, en disant cela je n'entends pas mettre notre système au-dessus des autres dans tous ses détails. Nous ne cherchons pas à le greffer sur celui des autres pays ; je ne crois même pas que ce Congrès doive recommander d'adopter telle quelle la loi de brevets d'aucun pays. Mais nous serions heureux que les délibérations du Congrès aboutissent à l'acceptation de quelques principes adoptés par nous-mêmes, et à la recommandation de ces principes comme étant une bonne base pour une législation sur les brevets destinée à s'appliquer aux différents pays qui sont représentés ici.

Ces principes, je les ai indiqués plus haut. S'ils peuvent être envoyés au monde entier avec l'endossement de ce Congrès, je pense qu'il pourra en résulter d'importantes réformes à un moment donné. Quant aux détails d'un système de brevets, ils doivent être laissés à l'appréciation des divers pays, pour être réglés suivant leurs besoins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Messieurs, je vous félicite de la réunion de ce Congrès et je suis convaincu que vos délibérations auront comme conséquence des avantages importants pour le monde entier. Il pourra se passer quelque temps avant que les réformes que vous poursuivez ne s'accomplissent, mais l'agitation de ces questions a été inaugurée ici de telle manière que, pourvu qu'elle se poursuive, le succès ne peut manquer de couronner vos efforts. Dans ce but, laissez-moi exprimer l'espoir que vous ne vous séparerez pas sans avoir établi un comité permanent chargé de représenter ce congrès, de manière à créer une organisation grâce à laquelle le même sujet puisse être repris de temps en temps, jusqu'à ce que les gouvernements civilisés arrivent à être convaincus de l'exactitude et de l'excellence des principes qui ont été ici mis en avant, et jusqu'à ce que les droits appartenant aux inventeurs et les avantages que ceux-ci procurent au public soient universellement reconnus.

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. BÉRARD, *au nom du comité des arts chimiques, sur une* MÉTHODE POUR L'ANALYSE DES SULFOCARBONATES ALCALINS ET AUTRES PRODUITS INDUSTRIELS ANALOGUES, *présentée par* MM. DELACHANAL et MERMET.

Messieurs, depuis trois ans les chimistes et les viticulteurs ont, à diverses reprises, appelé l'attention des industriels sur les sulfocarbonates alcalins, dont la fabrication tend à prendre de l'importance en raison de l'emploi que l'on fait de ces sels pour le traitement des vignes phylloxérées.

Lorsque, sur le conseil de M. Dumas, les viticulteurs tentèrent l'essai des sulfocarbonates et, pour cet objet, adressèrent à l'industrie leurs premières commandes, les fabricants de produits chimiques, pris au dépourvu, durent improviser un procédé de préparation de ce sel. L'un de ses éléments, le sulfure de carbone, était déjà fabriqué industriellement. Pour le deuxième principe, le sulfure de potassium qui, par sa combinaison avec le sulfure de carbone, produit le sulfocarbonate de potassium, on eut recours au mode de préparation employé dans le laboratoire, c'est-à-dire qu'on fabriquait d'abord par une longue suite d'opérations la potasse caustique, et que l'on traitait ensuite cette potasse par un gaz difficile à manier, l'hydrogène sulfuré.

Il est aisé de comprendre que, dans ces conditions, on n'ait pu produire le sulfocarbonate qu'au prix de 200 fr. les 100 kil.

Jusqu'à ce que l'industrie soit parvenue à transformer directement le sulfate de potassium en sulfure, il semble qu'elle trouvera avantage à employer l'ingénieux procédé qui a été imaginé par M. Camille Vincent, et qui consiste à employer le sulfure de baryum comme agent de sulfuration du potassium.

Le sulfate de baryte naturel est transformé par l'action du charbon et dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un four à reverbère en sulfure de baryum. En raison de l'infusibilité de ce sulfure de baryum, l'opération s'effectue sans difficultés, et particulièrement sans cette détérioration des appareils qui se produit lorsqu'on chauffe les matières alcalines au contact des briques d'un four.

Le sulfure de baryum, refroidi dans des étouffoirs, est ensuite projeté à l'état pulvérulent dans une dissolution de sulfate de potassium. Le potassium passe à l'état de sulfure, tandis que, par suite d'un double échange d'éléments, le sulfate de baryte est régénéré sous forme de poudre insoluble et peut être recueilli séparément pour reservir à une nouvelle préparation. — L'industriel n'a, en conséquence, d'autre dépense à faire que celle du combustible et celle de l'achat de la matière première : le sulfate de potassium; le composé barytique qui ne sert que comme agent intermédiaire se reproduit incessamment.

Ce premier travail fournit une dissolution aqueuse de sulfure de potassium. En versant peu à peu dans cette dissolution, suivant les indications fournies par M. Dumas, du sulfure de carbone jusqu'au moment où ce liquide remonte à la surface en gouttelettes huileuses qui ne sont plus absorbées, on obtient le sulfocarbonate de potassium en dissolution saturée et contenant 15 pour 100 environ de sulfure de carbone.

Ces perfectionnements permettent de réduire le prix du sulfocarbonate au quart du chiffre que nous avions d'abord cité, c'est-à-dire à 50 fr. les 100 kil. Ce prix s'abaissera certainement encore lorsque la fabrication se sera développée. En effet, pour produire 100 kilog. de sulfocarbonate, on n'emploie, comme matière première, que 45 kilog. de sulfate de potassium et 16 kilog. de sulfure de carbone, valant ensemble 22 fr. On conçoit donc que l'industrie ne peut avoir dit son dernier mot en taxant le sulfocarbonate, ainsi qu'elle le fait aujourd'hui, à un prix qui représente le double de la valeur des éléments constitutifs de ce sel.

Le procédé de préparation que nous avons décrit fournit le sulfocarbonate de potassium à l'état de dissolution dans l'eau. Ce sel étant profondément altéré par l'action prolongée de l'eau en ébullition, on ne peut songer à évaporer sa dissolution pour le fournir à l'agriculture sous forme solide et cristallisée. Force est donc de vendre le sulfocarbonate dans un état qui dissimule les propriétés physiques et organoleptiques qui permettraient de le reconnaître et qui rend les fraudes très-faciles. Rien n'est plus aisé que de reproduire avec d'autres substances sulfurées l'aspect, la couleur et l'odeur d'une dissolution de sulfocarbonate de potassium et de tromper, par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces apparences, des agriculteurs peu familiarisés avec le maniement de semblables produits. L'industriel lui-même a besoin d'un guide dans la préparation de ce corps qui ne se manifeste pas sous forme tangible, qui s'altère rapidement, et il lui importe de disposer d'un procédé d'analyse de nature à déceler les quantités de sulfocarbonate réel qui existent dans les dissolutions qu'il a préparées.

MM. Delachanal et Mermet ont donné satisfaction au vœu des agriculteurs et des industriels dans un travail exécuté dans le laboratoire de l'école centrale, qui a pour objet l'analyse des sulfocarbonates et sulfures alcalins, travail qui a été soumis par ses auteurs à la Société d'Encouragement et dont j'ai l'honneur de rendre compte.

La composition d'une dissolution de sulfocarbonate est très-complexe : il semble, de prime-abord, que cette dissolution ne devrait contenir que du sulfure de carbone et du sulfure de potassium, mais il n'en est point ainsi dans la pratique en raison de la volatilité du premier de ces principes et de l'altérabilité du second.

Tandis que le sulfure de carbone tend à s'échapper sous forme de vapeur, le soufre, contenu dans le sulfure de potassium, s'oxyde progressivement en fournissant toute la série fort nombreuse des composés oxygénés du soufre. Le potassium, lui-même, s'oxyde à son tour et abandonne du soufre qui se dissout dans la masse des divers composés sulfurés contenus dans le liquide. C'est ainsi que MM. Delachanal et Mermet ont trouvé, dans cette dissolution multiple, le soufre engagé dans cinq composés différents, et qu'ils ont dû, pour arriver à le doser successivement et avec exactitude, faire preuve d'habileté expérimentale.

Le procédé, que les chimistes emploient d'habitude pour analyser un semblable mélange, consiste à accélérer, par l'emploi d'un agent d'oxydation énergique, le jeu de l'oxydation naturelle et à amener rapidement, en les attaquant tour à tour, chacun des composés sulfurés à l'état d'oxydation complète, c'est-à-dire à l'état d'acide sulfurique, corps très-nettement caractérisé et dont le dosage est facile.

L'eau de Javel est un agent oxydant qu'on a souvent employé pour cet objet. MM. Delachanal et Mermet ont eu une heureuse pensée qui donne à leur travail sa valeur originale : celle de substituer à l'eau de Javel fabriquée avec le chlore, l'eau de Javel que l'on fabrique avec le brome et d'utiliser ainsi, dans ce corps simple, des propriétés qui sont très-rapprochées de celles du chlore, ainsi que l'avait démontré notre savant maître et regretté vice-président, M. Balard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'eau de Javel au brome, ou hypobromite de potassium, est un réactif très-approprié aux analyses, par la simplicité de son mode de préparation et par la constance de sa composition. En versant dans une dissolution de potasse un poids déterminé de brome, on obtient en quelques instants un agent d'oxydation dont les effets se produisent avec une régularité qu'on ne pourrait atteindre avec l'eau de Javel préparée au chlore.

En employant ce réactif sur l'ensemble des composés sulfurés qui existent dans la dissolution d'un sulfocarbonate alcalin, MM. Delachanal et Mermet dosent d'abord, à l'état d'acide sulfurique, la totalité du soufre existant dans la liqueur, puis, éliminant sous forme de vapeur le sulfure de carbone, ils procèdent dans les mêmes conditions à un nouveau dosage du soufre restant dans la dissolution, et déterminent ainsi, par différence, le soufre afférent au sulfure de carbone et, par suite, la quantité de ce corps. — Les autres principes sulfurés sont, par des procédés de même ordre, successivement séparés de l'ensemble et dosés. A la fin de l'opération, on observe que la totalité du soufre contenu dans la liqueur dépasse, d'un certain excédant, la somme des quantités de soufre trouvées dans les composés analysés. Cet excédant représente le soufre libre existant dans la dissolution.

En suivant cette méthode dont nous n'avons fait connaître que les traits principaux, MM. Delachanal et Mermet sont arrivés à des résultats numériques qui présentent un tableau très-complet de la composition d'un sulfocarbonate alcalin industriel.

Il nous semble que ces chiffres doivent être mis sous les yeux des fabricants et qu'ils sont de nature à appeler leur attention sur les altérations que subissent les sulfocarbonates et sur les moyens de les prévenir. — Les échantillons analysés ne contiennent que de 11 à 12 pour 100 de sulfure de carbone, tandis qu'ils renferment en quantité notable de l'acide hyposulfureux et des polysulfures qui paraissent être des produits de décomposition et qui se sont probablement formés par l'action des agents atmosphériques. L'influence de ces agents a été étudiée avec le plus grand soin par M. Dumas en vue du traitement de la vigne. Il résulte de cette étude que le sulfocarbonate n'est une matière toxique pour le phylloxera qu'à la condition de subir dans le sol, sous l'influence de l'eau, de l'acide carbonique et de l'oxygène, une décomposition qui mette en liberté le sulfure de carbone et qui infecte progressivement l'atmosphère souterraine. Les effets de cette médication lente sont plus sûrs que ceux que l'on obtient par l'emploi du sulfure de carbone seul. Sans doute, ce corps est un insecticide puissant, et c'est à juste titre que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Paul Thénard l'avait signalé à l'attention des viticulteurs lorsque la véritable cause du fléau fut découverte; mais, malheureusement, il possède la propriété d'exercer sur les végétaux une influence délétère et lorsque l'emploi en est fait sans mesure ou dans des conditions qui facilitent sa diffusion, il produit sur les plantes et en particulier sur la vigne un dépérissement suivi de mort dans certains cas.

C'est pour éviter cet inconvénient, que M. Dumas conseille de substituer à l'emploi du sulfure de carbone celui du sulfocarbonate de potassium qui est de nature à fournir peu à peu le poison au phylloxera, sans nuire à la vitalité du cep et qui, par son élément alcalin, donne en outre à la vigne un engrais particulièrement favorable.

Le traitement de la vigne établi, selon ces principes, par les expériences de MM. Mouillefert, Duclaux, Marès et autres savants ou viticulteurs, repose donc en partie sur l'action insecticide du sulfure de carbone, et l'on conçoit, dès lors, que les viticulteurs aient été conduits à estimer la valeur d'un sulfocarbonate industriel d'après la quantité de sulfure de carbone qu'il contient et à demander aux chimistes, pour la détermination de cette quantité, un procédé d'analyse plus expéditif que le procédé général et méthodique que nous avons précédemment décrit.

Pour satisfaire à ce vœu, MM. Delachanal et Mermet ont proposé un mode de titrage des sulfocarbonates qui est très-sommaire et qui peut être exécuté par des praticiens peu exercés et dans des laboratoires modestement pourvus.

Il consiste à dégager de la matière, et à l'état de vapeur, le sulfure de carbone pour le condenser immédiatement dans une dissolution alcoolique de potasse : le nouveau composé qui se produit par cette condensation, le xanthate de potassium, est en rapport d'équivalence avec le sulfure de carbone mis en œuvre; il est, en outre, décomposable par l'iode et susceptible, par conséquent, d'être titré par les procédés d'analyse qui ont l'iode pour base. Ces procédés, qui sont connus de tous les chimistes, se recommandent par leur netteté et leur simplicité, et répondent parfaitement au but que les auteurs avaient en vue.

Pour comprendre tout l'intérêt qui s'attache aux expériences que nous venons de décrire, il suffit de fixer son attention sur ce fait que le sulfocarbonate est une sorte de médicament pour la vigne et que, comme tel, il doit être appliqué à des doses raisonnées et bien nettement déterminées, si l'on veut asseoir la méthode de traitement sur une base solide. Ces doses, en effet, doivent être mesurées selon l'âge du cep et selon le degré de développement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de son système radiculaire; elles doivent être calculées sur une composition constante et normale du sulfocarbonate : toutes conditions qui nécessitent un dosage exact de l'insecticide employé. D'un autre côté, les fraudes sur la matière étant faciles, il faut nécessairement demander à l'analyse les moyens d'éviter les mécomptes ainsi que les faux jugements qui résulteraient de l'emploi d'un agent sophistiqué.

MM. Delachanal et Mermet ont, par conséquent, rendu un véritable service en faisant connaître un procédé pour déterminer la composition des sulfocarbonates ou pour constater les falsifications dont ils sont l'objet. Ces chimistes auront contribué, pour leur part, à former cet ensemble d'études sur le phylloxera qui a été entrepris dans toutes les directions des arts agricoles, sous l'inspiration de la commission de l'Académie, et dont les résultats font le plus grand honneur à la science française.

Nous estimons, en conséquence, qu'il y a lieu de remercier MM. Delachanal et Mermet de leur intéressante communication, et nous avons l'honneur de vous proposer de voter l'insertion du présent Rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé : BÉRARD, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 22 *février* 1878.

TÉLÉPHONE.

SUR UN PERFECTIONNEMENT APPORTÉ AU TÉLÉPHONE PAR MM. POLLARD ET GARNIER, PAR M. LE COMTE DU MONCEL, MEMBRE DU CONSEIL (1).

Le téléphone de Graham-Bell (2) n'a été arrêté dans sa forme et sa composition que vers le mois d'août dernier, et il est déjà connu et répandu partout. Mais il n'est pas le seul appareil de ce genre qui mérite l'attention des physiciens. On pourrait le nommer *téléphone à courants d'induction*, en raison de l'agent électrique qu'il emploie. Il y a aussi un autre instrument de ce genre, qu'on doit appeler *téléphone à pile*, parce qu'il met à contribution un courant voltaïque ordinaire produit par une pile; cette autre classe

(1) Communication faite dans la séance du 22 février 1878.
(2) Voy. *Bulletin* de 1877, p. 733.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'appareils est l'objet d'études suivies tant en Amérique qu'en Europe. C'est à ce second genre que se rapportent les modifications trouvées par MM. Pollard et Garnier, ingenieurs à Cherbourg.

Le *téléphone à pile* du système de M. Edison a pour organe transmetteur une plaque métallique mince en contact avec la pointe d'un crayon de graphite ou de charbon de cornue, placée dans le trajet d'un courant d'une pile qui passe par le crayon, la plaque et un fil de transmission. Ce fil part du bord de la plaque et aboutit à un récepteur téléphonique qui a été varié, mais qui peut être du système de Graham Bell, où le courant se ferme et qui sert d'organe récepteur placé contre l'oreille de l'auditeur. Quand la voix frappe la surface supérieure de cette plaque mince, l'auditeur entend dans son téléphone les paroles prononcées.

Ce phénomène provient de ce que le graphite, le charbon de cornue et quelques autres corps ont la propriété d'avoir leur conductibilité modifiée par la pression, et de modifier, par conséquent, l'intensité du courant qui les traverse suivant le degré de la pression qui agit sur eux; et, ici, cette pression est celle qui est exercée par la lame métallique mince, pendant qu'elle vibre sous l'action des ondes sonores produites par la voix. Il en résulte des changements très-petits, mais brusques et très-rapides, dans l'état du courant, lesquels, en arrivant avec lui à la bobine de l'appareil récepteur, produisent un effet pareil à celui des courants induits du téléphone Bell et font, comme eux, rendre des sons à cet appareil.

Les *téléphones à pile* avaient été imaginés dans le but d'augmenter la distance des transmissions, et on croyait que, possédant ainsi un générateur, dont on pouvait augmenter la puissance à volonté, on en pourrait augmenter les effets dans le même rapport; mais on a reconnu que, par suite de l'altération des contacts au transmetteur, cette augmentation de puissance du générateur ne peut s'effectuer que dans des limites très-restreintes, et finalement on a eu moins d'avantages avec ce système qu'avec celui fondé sur l'emploi des courants induits.

MM. Pollard et Garnier se sont alors demandé si, en faisant réagir les courants de pile du système d'Edison sur un appareil capable de fournir des courants d'induction, on ne pourrait pas obtenir les effets des relais, c'est-à-dire rendre sensibles au téléphone des courants incapables d'agir sur lui directement en raison de leur faiblesse de tension, et ils ont, en conséquence, interposé dans le circuit, près du récepteur, le fil inducteur d'une petite bobine de Ruhmkorff, dont le fil induit était relié à la bobine du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

récepteur lui-même. Ils ont ainsi obtenu des résultats tout à fait satisfaisants et inattendus. Ainsi, lorsque le courant d'un élément de Daniell, agissant sur un téléphone Bell ordinaire, ne produisait aucun son, ce même élément, réagissant par l'intermédiaire de la bobine d'induction, transmettait admirablement la parole. En employant six éléments à bichromate de potasse ou douze éléments Léclanché, la parole a pu se faire entendre à 50 ou 60 centimètres de l'embouchure du téléphone et les sons musicaux ont pu être perçus à plusieurs mètres de distance. On voit donc que cette modification du téléphone s'annonce comme un progrès important, duquel on peut espérer des applications utiles dans l'avenir.

Je ferai remarquer, à cette occasion, que les avantages des courants induits sur les courants voltaïques dans les transmissions téléphoniques tiennent, surtout, à ce que les courants induits étant instantanés sont, pour ainsi dire, indépendants de la longueur du circuit et ne subissent pas les effets qui sont la conséquence de la période variable de la propagation électrique. Les effets magnétiques sont alors seulement fonction des variations de l'intensité du courant et non de la durée de ces variations et de la longueur du circuit. Ils se prêtent, en conséquence, beaucoup mieux à des vibrations multipliées que des courants voltaïques. D'un autre côté, il faut remarquer que les vibrations produites sur le transmetteur sont, sans doute, très-différentes de celles produites sur le récepteur; car, d'après les expériences de MM. Page, Henry, Wertheim, l'action, sur une tige magnétique, d'un solénoïde traversé par un courant fréquemment interrompu, peut provoquer des sons qui sont la conséquence de vibrations moléculaires dues à des effets de rétraction et de dilatation moléculaires magnétiques.

Les téléphones de Reiss, de Cécil et Léonard Wray, d'Elisha Gray ont été fondés sur ce principe et les expériences faites dernièrement par M. A. Breguet et par plusieurs physiciens, qui prétendent qu'il n'est pas besoin d'une lame vibrante magnétique pour faire fonctionner le téléphone, semblent le démontrer. Ce n'est donc pas vraisemblablement à la lame vibrante constituant l'armature électro-magnétique que le téléphone récepteur doit sa faculté de reproduire la parole, mais à l'action exercée sur le noyau magnétique enveloppé par l'hélice; de sorte que l'armature en matière magnétique n'est utile que comme un moyen d'amplifier les sons produits, par suite de la réaction qu'elle exerce sur le noyau magnétique lui-même. Il n'y aurait pas de lame vibrante au récepteur, qu'il serait probablement possible de percevoir la parole, puisqu'on la perçoit bien en mettant un téléphone à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ficelle en rapport avec le noyau magnétique et même avec les autres parties de l'instrument qui, toutes, participent à la vibration générale.

ARTS PHYSIQUES.

QUELQUES MOTS SUR LES APPLICATIONS LES PLUS RÉCENTES DE L'ÉLECTRICITÉ AUTRES QUE CELLES RELATIVES A LA TÉLÉGRAPHIE, PAR M. LE Dr SIEMENS (1).

Jusqu'ici l'électricité nous a rendu les services les plus précieux, en servant à transmettre la pensée à de grandes distances, pour ainsi dire instantanément; mais son domaine s'agrandit tous les jours et la voilà qui, peu à peu, devient un agent capable de produire les effets en quantité (*quantitative effects*) qu'on était en droit d'espérer.

On a déjà beaucoup écrit sur l'application de l'électricité à l'éclairage, et l'on sait que la compagnie française *l'Alliance* et la compagnie Gramme ont, depuis quelques années, construit des machines magnéto-électriques qu'on emploie, non-seulement pour les phares des côtes françaises, mais encore dans l'industrie de la galvanosplatie.

Grâce à une ingénieuse combinaison de deux machines magnéto-électriques avec des armatures de Siemens, M. Wilde, de Manchester, est parvenu à augmenter d'une manière très-notable les effets produits par des moyens purement mécaniques ; mais les résultats les plus remarquables dans cette direction ont été obtenus de 1866 à 1867 par l'application du principe dynamo-électrique, qui permet d'accumuler le courant dans le circuit et de lui donner une intensité maxima proportionnelle au pouvoir conducteur du fil employé. M. le professeur Tyndall et M. Douglass, ingénieur en chef à *Trinity Board,* en parlant récemment de ces machines et de leur application aux phares, ont montré qu'une machine ne pesant pas plus de 3 cwt (152k,35), était capable de produire une lumière d'intensité égale à celle de 1 200 bougies par chaque cheval dynamique dépensé. Admettant que la production de chaque cheval dynamique donne lieu à une dépense de 3 livres (1k,360) de charbon par heure (ce qui est excessif), il en résulterait que une livre de charbon (0k,453) suffirait pour entretenir, pendant une heure, une lumière égale à celle de 400 bougies. La même quantité de lumière pourrait être obtenue en brûlant 139 pieds cubes de gaz (3m3,890) à 18 bougies d'intensité, lesquels 139 pieds cubes exigeraient la consommation de 30 livres de houille (13k,60). Si, sur cette quantité, on estime qu'après la distillation 50 pour 100 sont re-

(1) Extrait d'un discours prononcé à la Société des ingénieurs télégraphistes de Londres par son président, M. le Dr Siemens.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouvés sous forme de coke, on voit qu'il reste une dépense nette de 15 livres de houille (6ᵏ,80) pour obtenir, avec le gaz d'éclairage, un résultat égal à celui que fournit la consommation d'une seule livre de combustible dans le cas de l'éclairage électrique, d'où le rapport de 15 à 1 en faveur du dernier mode d'éclairage. Si, aux avantages que présente la lumière électrique, tant sous le rapport de son entretien que sous celui du capital restreint qu'elle exige, nous faisons entrer en ligne de compte ceux qui résultent de sa supériorité et de l'absence des défauts qu'on reproche au gaz qui a, comme on sait, l'inconvénient de chauffer et d'altérer l'atmosphère dans laquelle il brûle, on peut conclure avec assez de probabilité qu'avant peu elle remplacera celui-ci dans quelques-unes de ses applications. Pour les phares, pour les opérations militaires, pour l'éclairage des grandes usines et des monuments publics, on peut dire que la lumière électrique a fait déjà des progrès réels, tandis que, dans certaines applications domestiques, la bougie Jablochkoff ou le même système modifié semblent destinés à résoudre le problème de la division de la lumière, et, par conséquent, à remédier aux inconvénients qu'a présentés, jusqu'ici, un foyer unique comme celui d'une lampe électrique ordinaire. La solution est loin, cependant, d'être complète, et, en somme, les expériences n'existent encore que sur une échelle relativement trop restreinte pour qu'on puisse se prononcer d'une manière définitive.

La machine dynamo-électrique a été également appliquée avec grand succès à certains procédés métallurgiques, tels, par exemple, que la précipitation du cuivre dans la méthode de traitement dite par *voie humide*. L'effet d'un cheval dynamique, appliqué à mettre en mouvement une machine de ce genre convenablement construite, est de précipiter 21 livres (9ᵏ,50) de cuivre métallique par vingt-quatre heures, résultat équivalent à celui que produirait une dépense de 72 livres de charbon (32ᵏ,60), en admettant une consommation de 3 livres de charbon (1ᵏ,360) par cheval et par heure.

L'application de l'action électrolytique à la séparation des métaux ne semble pas, cependant, devoir se borner aux solutions aqueuses; peut-être cette action est-elle appelée à jouer également un rôle dans la séparation à l'état de fusion des métaux de faible densité comme l'aluminium, le calcium et même de ceux plus rares, tels que le potassium, le sodium, etc. Les recherches déjà faites à cet égard par M. le professeur Himly de Kiel et par d'autres savants suffisent pour montrer ce qui peut être tenté dans cette voie, bien qu'il reste encore un certain nombre de difficultés pratiques à vaincre et principalement celles qui résultent de la destruction rapide des appareils contenant les matières en fusion ; néanmoins ces dificultés ne paraissent pas insurmontables.

Dans le discours que j'ai eu l'occasion de prononcer, il y a un an environ, à l'*Iron and steel Institute*, j'ai appelé l'attention de l'assemblée sur une autre application importante du courant dynamo-électrique, application consistant à transmettre de la force motrice, surtout celle que fournissent les chutes d'eau, à des distances où cette force peut être utilement employée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Depuis lors, des expériences ont été faites en vue de déterminer la quantité de force motrice qui peut être ainsi utilisée à distance, et ces expériences ont conclu en faveur du mode de transmission électrique. Une petite machine du poids de 3 cwt (152ᵏ,35) a été reconnue capable de fournir une force de 2,3 chevaux mesurée au frein de Prony, pour une dépense de 5 chevaux à l'extrémité de départ du fil conducteur; ce qui prouve que plus de 40 pour 100 de la force dépensée au point de départ peut être transmis à distance. Quant aux 60 pour 100 de perte, ils sont produits, d'une part, par les frottements des machines dynamo-électriques et électro-motrices. par la résistance du conducteur, et, d'autre part, par la double conversion réalisée aux deux extrémités, c'est-à-dire au départ par la conversion de la force mécanique en électricité et à l'arrivée par celle de l'électricité en force mécanique. Cette perte semble considérable et serait encore augmentée si le fil conducteur était d'une longueur plus grande, car la résistance en serait elle-même augmentée ; mais, d'un autre côté, on doit se rappeler que la puissance d'une force motrice naturelle, comme celle d'une chute d'eau, peut être recueillie sans dépense de combustible, et qu'une petite machine calorique, qu'un moteur électrique est destiné à remplacer, consomme généralement beaucoup de charbon. Il est encore une autre considération qu'il ne faut pas perdre de vue, c'est qu'un moteur électrique est facile et peu coûteux à installer; en outre, il est toujours prêt à fonctionner dès qu'on ferme le circuit électrique, et c'est là une facilité que n'offrent pas, au même degré, les machines à vapeur ni même les machines à gaz.

Laissons, quant à présent, de côté l'utilisation qu'on peut faire des forces de la nature, et supposons seulement qu'il s'agisse d'utiliser la force d'une machine à vapeur, de 100 chevaux par exemple, dans vingt stations différentes réparties dans un rayon de 1/2 mille (804 mètres) et d'appliquer cette force soit à la production de la lumière, soit à celle d'un travail mécanique.

Si la machine est construite dans des conditions économiques, la force de 100 chevaux-vapeur peut être obtenue avec une consommation de 250 livres (113ᵏ,25) de houille par heure, ce qui, pour chaque station, représente une dépense de $\frac{250}{20} = 12^{l},50$ (5ᵏ,65).

S'il s'agit de produire de la lumière, on aura, d'après ce qui a été dit plus haut,

$$2,3 \times 1\,200 = 2\,760,$$

c'est-à-dire, en chiffre rond, qu'on produira à chaque station, un foyer lumineux d'une intensité égale à celle de 2,000 bougies.

S'il s'agit, au contraire, de produire une force mécanique, on en développera une de 2,3 chevaux.

Dans l'un ou l'autre cas, la dépense de combustible aura été la même, c'est-à-dire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

12l,50 de houille par heure ne coûtant pas plus d'un penny (0 fr. 10), en calcul sur le taux de 15 sh. la tonne (18 fr. 75).

Le diamètre extérieur du câble électrique conduisant à chaque station n'aura pas plus de 1/2 pouce (0m,0125) ; sa pose et son entretien seront de bien peu d'importance, si on les compare à ceux des conduites d'eau ou de gaz qu'il faudrait établir pour arriver aux mêmes résultats par les moyens jusqu'ici employés.

Du temps de Franklin, de Galvani, de Volta, l'électricité n'était guère considérée par les esprits spéculatifs que comme une simple distraction ; avec Œrsted, Ampère, Gauss, Weber et malgré leurs immortels travaux, elle resta dans le domaine de la science. Ce n'est, véritablement, que vers le milieu de la carrière de l'illustre Faraday qu'elle a commencée à prendre une importance remarquable dans le domaine de la télégraphie, en servant à transmettre notre pensée, soit par terre, soit par mer, à des distances qui n'ont aujourd'hui pour limites que celles de notre globe. On sait, en effet, qu'elle peut transmettre non-seulement le langage en signes conventionnels, mais encore des fac-simile d'écritures ou même de dessins. Aujourd'hui, elle fait plus encore, elle reproduit le son de notre voix, longtemps même après qu'il a été émis.

Dans les arts, l'électricité joue, depuis longtemps, un rôle important, grâce à l'illustre Jacobi, le créateur de la galvanoplastie, et c'est par une application du même principe qu'elle est devenue la base de procédés métallurgiques dont l'application se fait maintenant sur une grande échelle. La voilà qui, de nos jours, se pose en rivale des anciens procédés d'éclairage à l'huile et au gaz, affirmant déjà sa supériorité sur eux en permettant au photographe de se passer de la lumière solaire pour obtenir ses images. Enfin, on vient de voir les services qu'elle est peut-être appelée à rendre pour la transmission et l'utilisation de la force mécanique ; de ce côté, l'avenir n'est-il pas plein de promesses (1) ? (*Engineering*.)

(M.)

GAZ D'ÉCLAIRAGE.

SUR LA MÉTHODE D'ESSAI DU POUVOIR ÉCLAIRANT ET DE LA BONNE ÉPURATION DU GAZ A PARIS, PAR M. F. LE BLANC.

Cette méthode pratique, proposée après des études suivies, par MM. Dumas et Re-

(1) Nous rappellerons, au sujet de l'emploi de l'électricité pour transporter de la force à distance, que M. Hervé Mangon a parlé en 1876, dans une séance de la Société d'encouragement, d'expériences de ce genre auxquelles il a assisté dans les ateliers de M. Sautter. (Voy. *Bulletin* de 1876, 3e série, t. III, p. 331.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gnault, a été adoptée pour vérifier la qualité du gaz fourni par la Compagnie parisienne. Le traité de la Ville avec cette Compagnie oblige celle-ci à fournir un gaz présentant une pureté et un pouvoir éclairant déterminés.

Aujourd'hui, le gaz de houille, livré à Paris par les sept usines de la Compagnie qui alimentent la Capitale, est examiné, chaque soir, par les essayeurs du service municipal de Paris, dans onze bureaux, ou chambres noires, réparties sur divers points.

D'après le traité de 1861, confirmé, à cet égard, par celui de 1870, la Compagnie doit fournir un gaz tel : que, brûlé dans le bec réglementaire (c'est un bec d'Argand du système de M. Bengel) sous la pression de 2 ou 3 millimètres d'eau, il n'exige que 25 litres ou $27^{lit.},5$ de gaz, au maximum, pour posséder un pouvoir éclairant équivalent à celui d'une flamme de lampe Carcel, de dimensions réglementaires, et brûlant, pendant le même temps, 10 grammes d'huile de colza épurée (ce qui équivaut à une consommation de 42 grammes d'huile à l'heure, pour la lampe). Au-dessus de cette limite de $27^{lit.},5$, il y a déficit de pouvoir éclairant, et les conséquences en sont prévues par le cahier des charges.

Il est concédé pour les essais une tolérance de $\frac{1}{10}$ en sus pour la consommation du gaz et $\frac{1}{10}$, tant au-dessus qu'en dessous, pour la consommation de l'huile ; mais les essayeurs exercés savent régler leur lampe Carcel de manière à ne pas atteindre cette limite de tolérance.

MM. Dumas et Regnault, auteurs de la méthode d'essai que nous avons à décrire, avaient été amenés à définir de la manière suivante le système d'appareil de vérification qui devait satisfaire au but proposé :

Deux flammes d'égale intensité étant données, l'une produite par une lampe Carcel (brûlant dans des conditions fixées), l'autre par une lampe à gaz, brûlant, autant que possible, dans les mêmes conditions : déterminer les consommations respectives d'huile et de gaz, dans un temps donné, par l'un et l'autre de ces appareils.

MM. Dumas et Regnault furent conduits à choisir comme bec *type*, pour le gaz, celui qui, par sa forme, se rapproche le plus de la lampe Carcel, brûlant 42 grammes d'huile de colza épurée à l'heure, à fixer les flammes G et K (fig. 1 et 2, page 211) dans une position invariable, à la même distance du photomètre, de telle sorte que leurs pouvoirs éclairants étant maintenus égaux, en modifiant seulement la consommation du gaz, il n'y eût, en définitive, que deux éléments à déterminer, à la fin de l'expérience, savoir : le nombre de grammes d'huile brûlée et le nombre de litres de gaz consommés pendant ce même temps. Ces deux quantités devaient représenter aussi des nombres équivalents, eu égard au pouvoir éclairant des deux flammes.

L'expérience est faite dans les conditions du maximum de pouvoir éclairant, c'est-à-dire que la combustion du gaz, au bec type, s'effectue à la pression de 2 à 3 millimètres d'eau. Le photomètre employé Vc (fig. 1 et 2) est le photomètre de Foucault (1),

(1) Il fut imaginé par cet habile physicien pour examiner le pouvoir éclairant du gaz de la tourbe comparé à celui du gaz de la houille, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à plaques de verre amidonnées, auquel on a ajouté un tube noirci T (fig. 2), qui permet l'observation dans le sens de l'axe de l'instrument.

Le gaz, avant de se rendre au bec K (fig. 1), passe par un excellent compteur NS (fig. 2 et 3) qui permet d'évaluer la consommation, dans un temps donné, à 1/20 de litre près; il est muni d'un robinet d'une disposition particulière et très-sensible, qui permet de régler, à chaque instant, la dépense du gaz. L'obervateur, placé dans le compartiment obscur de la chambre, a l'œil au photomètre pour conserver à la flamme du gaz un pouvoir éclairant toujours égal à la flamme type de la Carcel, servant d'unité de lumière. Il lui suffit, pour cela, de modifier la dépense du gaz, à l'aide du robinet à tête circulaire.

L'axe du compteur porte deux aiguilles, l'une pouvant être rendue fixe ou mobile à volonté, l'autre étant constamment en mouvement lorsque le gaz passe dans le compteur; un système de levier, que l'on pousse, permet de faire partager, à un moment donné, à l'aiguille fixe, le mouvement de rotation de l'arbre du volant du compteur et détermine, simultanément, le départ des aiguilles des minutes et des secondes d'un petit compteur chronométrique O (fig. 2 et 3), implanté au-dessus du compteur à gaz.

Un bâti en fonte A, placé dans la chambre noire, derrière la cloison où est enchâssée la plaque C du photomètre (et où séjourne l'observateur dans l'obscurité), supporte à la fois le compteur à gaz, le bec de gaz E (1) et une balance particulière dont l'un des plateaux reçoit la lampe Carcel réglementaire G (l'autre plateau recevant la tare J).

Cette balance, construite avec un succès complet, par M. Deleuil, sur les indications fournies par MM. Dumas et Regnault, est représentée fig. 1 et 4 (page 211 et 212); l'aiguille porte un *marteau automatique* E (fig .4), qui ne peut tomber qu'à la droite de l'observateur; la balance indique, avec une précision de 1 centigramme, pour une charge de 3 kilogrammes dans chaque plateau, le moment où la lampe, préalablement équilibrée, a consommé une quantité déterminée d'huile, dans un temps qui est accusé par la course des aiguilles du compteur chronométrique.

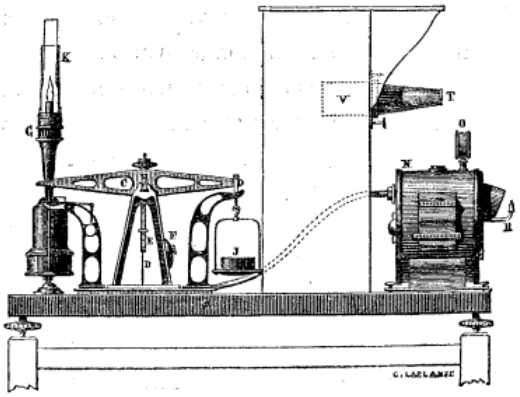
En effet, lorsque la lampe allumée a été équilibrée par sa tare dans le plateau opposé (2), une petite quantité d'huile venant à être brûlée, ensuite, l'équilibre est alors rompu; la chute du marteau sur le timbre F (fig. 4) indique à l'essayeur que l'expérience doit immédiatement commencer. Celui-ci, placé devant le photomètre et le compteur, met, immédiatement, en mouvement l'aiguille indicatrice du compteur à gaz, et, du même coup, les aiguilles du compte-secondes, lesquelles étaient au zéro, et cela, en poussant le levier. Il relève, alors, le marteau et place, du côté de la lampe G, un poids de 10 grammes. Lorsque 10 grammes d'huile sont consommés, l'aiguille D de la balance s'incline (fig. 4), le marteau tombe sur le timbre F et avertit par là, l'opérateur que l'expérience est terminée. Celui-ci tire, alors, en avant le levier

(1) Le gaz, brûlé par ce bec, ne passe pas par le compteur.

(2) On peut voir que la disposition est telle, que le fléau de la balance ne peut être influencé par la chaleur de la combustion de la lampe.

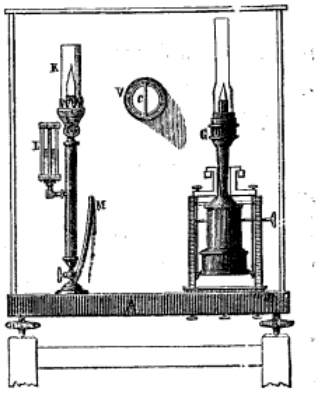
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1 à 4. — Appareil photométrique de MM. Dumas et Regnault pour la vérification du pouvoir éclairant du gaz.



Élévation.

Fig. 1.



Élévation dans un sens perpendiculaire à la fig. 1

Fig. 2.

Légende. — M K, bec à gaz type, fig. 2. L, manomètre à eau, indiquant la pression au bec, fig. 2. Le gaz, venant du compteur, arrive au bec par le tube M. La lampe Carcel G, fig. 2 est placée sur l'un des plateaux de la balance C D E F. Dans l'autre plateau est la tare J. La figure 4, à échelle amplifiée, indique la disposition du timbre F et du marteau *automatique* E, dépendant de l'aiguille du fléau C. *(Remarquons que cette aiguille est figurée ici un peu trop longue dans la figure; elle ne doit pas dans ses mouvements d'oscillation toucher le piquet inférieur. Les deux pointes étant sur une même verticale, il y a équilibre.)* Le marteau E, logé dans le creux de la partie supérieure de l'aiguille, ne peut se maintenir vertical (lorsqu'il a été relevé) que dans la situation verticale de l'aiguille; une goupille l'empêche de pouvoir tomber du côté opposé au timbre. Dès que le fléau s'incline à gauche, la tare devenant plus lourde que la lampe, le marteau ne peut conserver sa position d'équilibre instable; il tombe; le timbre résonne et l'opérateur est averti du moment où il doit commencer l'expérience, ou la terminer.

NS, compteur à gaz. O, chronomètre. R, bec-bougie à gaz, surmonté d'un capuchon à charnière, ce bec sert à éclairer le cadran, au moment de la lecture. *b*, tube amenant le gaz dans le compteur.

et arrête, simultanément, le mouvement de l'aiguille indicatrice du compteur à gaz et des aiguilles du chronomètre.

Le chemin parcouru par l'aiguille, sur le cadran du compteur à gaz, donne, en litres et fractions, la consommation, pendant le temps accusé par le compte-secondes, ce qui permet, aussi, de reconnaître si la combustion de l'huile s'est effectuée dans les conditions réglementaires.

Il est bien entendu que l'observateur, placé dans la chambre noire, applique, de temps en temps, l'œil au photomètre et maintient identique le pouvoir éclairant des deux flammes. Il a pour cela, à sa portée, la tête ronde du robinet d'admission du gaz dans le compteur, robinet d'une disposition particulière et dont la sensibilité est telle qu'elle permet de faire varier le débit du gaz de très-faibles quantités, en plus, ou en moins, à l'effet de rendre le pouvoir éclairant de la flamme K égal à celui de la flamme G de la Carcel. Celle-ci reste invariable, pendant la durée d'un essai, lorsque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la lampe Carcel a été bien réglée préalablement. (Voir page 211 la légende pour les

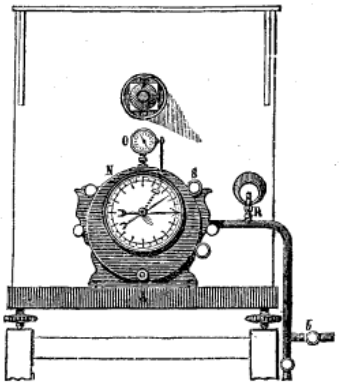


Fig. 3.

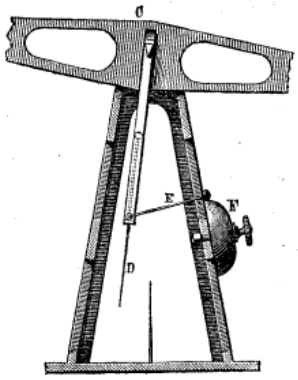


Fig. 4.

fig. 1 à 4. Ces figures sont extraites du *Dictionnaire de Chimie* de M. Würtz, publié par la librairie Hachette et comp.)

Vérification de l'épuration. — Le gaz de l'éclairage devant, aux termes du traité, être à l'épreuve de l'acétate de plomb, on vérifie sa qualité et l'absence d'acide sulfhydrique ou de sulfhydrate d'ammoniaque avec l'appareil représenté ci-contre (fig. 5).

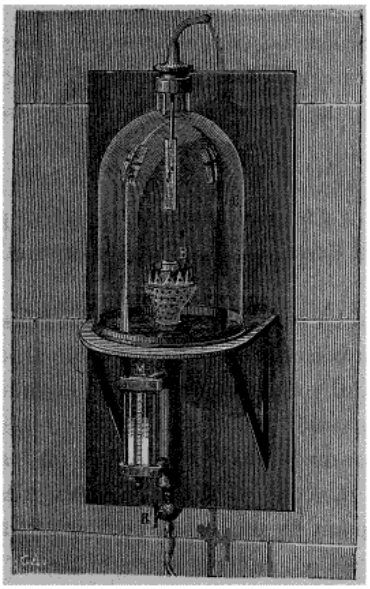


Fig. 5.

Le gaz arrive dans la cloche en verre par les trous circulaires d'un bec B (du système de M. Bengel) lorsqu'on ouvre le robinet R. On le fait écouler sous une pression de quelques millimètres d'eau, observée au manomètre M. Le gaz s'échappe hors de l'enceinte par un tube communiquant avec la douille de la cloche, ou bien il est brûlé lorsque la douille est terminée par un bec fendu. Une bande de papier *f*, préparée à l'acétate de plomb, est suspendue à une pince, dans l'atmosphère de la cloche. Le gaz est débité à raison de 100 litres à l'heure, environ. Le papier doit rester entièrement blanc pendant un quart d'heure de passage du gaz. Une couche d'eau, à la base de la cloche, communique au gaz qui s'écoule une humidité qui rend l'épreuve plus sensible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Gaz de Londres.

A Londres, le gaz, avant les derniers traités, était soumis, de temps en temps, à des vérifications; un magistrat pouvait requérir un chimiste, ou un ingénieur, pour vérifier la qualité chimique du gaz et son pouvoir éclairant, lorsqu'il survenait une plainte, émanant, soit de la municipalité, soit d'un consommateur privé. Il y a, d'ailleurs, à Londres, des gaz de diverses richesses ayant des canalisations spéciales.

Les expériences se faisaient avec un bec d'Argand réglementaire à 15 trous et à cheminée de 7 pouces de hauteur. L'unité de lumière, servant à la comparaison, est celle d'une bougie type en blanc de baleine; la consommation de gaz par le bec d'Argand, dans un temps donné, sous une pression déterminée, est fixe et doit être équivalente à un multiple spécifié de la lumière fournie par la bougie type.

Le photomètre le plus généralement employé en Angleterre, comme en Allemagne, repose sur le principe du *photomètre de Bunsen*, ou *photomètre à tache*. Les modifications diverses adoptées ne touchent pas à ce principe.

Il y a, à Londres, plusieurs gaz dont les qualités sont spécifiées par le traité uniforme imposé aux Compagnies. Brûlant sous le volume de 5 pieds cubes ($141^{lit.},5$) à l'heure, le gaz devait fournir une lumière équivalente à celle de 12 bougies (gaz ordinaire de Londres, *common gas*), de 20 bougies (gaz riche du *cannel-coal*), ou de 40 bougies (gaz de luxe du *boghead*).

L'essai chimique est fait à l'aide du papier d'acétate de plomb et du papier rouge de tournesol. De plus, les traités imposent que le gaz ne doit pas contenir plus de 20 grains de soufre, sous quelque forme que ce soit, par 100 pieds cubes de gaz (soit $0^{gr},40$ par mètre cube).

Le gaz ne doit pas présenter de réaction alcaline.

L'opérateur qui vérifie le pouvoir éclairant du gaz doit toujours se placer, pour opérer, à une distance d'au moins mille *yards* de l'usine (1 kilomètre, environ). Cette précaution est observée, aussi, à Paris.

Depuis les traités assez récents passés à Londres avec diverses compagnies fusionnées, constituant, notamment, la *gas light and coke company*, un système de contrôle permanent de la qualité du gaz a été organisé. Il y a trois commissaires supérieurs, dits *gas referees*, qui ont autorité pour l'interprétation des traités et pour régler le système des essais. Un *gas examiner* (vérificateur du gaz) a sous ses ordres un certain nombre d'essayeurs, qui opèrent, journellement, dans les divers bureaux d'essais établis. Ces essayeurs ont à examiner le gaz au point de vue de son pouvoir éclairant, de l'action sur l'acétate de plomb, sur le tournesol, et, enfin ils doivent s'assurer que la proportion de soufre, quel que soit son état, ne dépasse pas une certaine limite. Il existe un appareil réglementaire pour recueillir le produit de la combustion de ce soufre, qui est finalement dosé à l'état de sulfate de baryte. L'appareil *ad hoc* actuel

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diffère de celui qui était employé, il y a quelques années, par le Dr Letheby. Avec l'appareil perfectionné, on perd un peu moins de soufre dans le dosage.

Depuis les essais que pratiquait le Dr Letheby, avant la nouvelle organisation, le brûleur type a été changé, bien que le volume de gaz réglementaire pour les essais soit resté le même. Le brûleur actuel, bec Sugg n° 1, fournit un pouvoir éclairant supérieur à celui des brûleurs réglementaires précédents, à consommation égale. Il suit de là qu'un même gaz, au titre de 12 bougies autrefois, titre davantage aujourd'hui.

Nous croyons que le système français de vérification du pouvoir éclairant du gaz est supérieur, en exactitude, au système précité, en raison de la plus grande sensibilité des moyens photométriques et de l'emploi d'une unité de lumière moins sujette à variations. Il est en outre plus pratique, en ce sens, qu'il ne comporte aucune correction, et que l'opération n'exige pas qu'on ait recours à un physicien, ou chimiste, proprement dit, ainsi que cela a lieu à Londres. Chez nous, le type du brûleur à gaz n'a pas varié, depuis 1861, époque de la création du service de la vérification du gaz. Il en est de même pour l'unité de lumière. Au surplus, sans être encore devenue officielle, la lampe à huile commence à être substituée, en Angleterre, à la bougie, comme unité de lumière, par divers observateurs.

Le traité, à Paris, n'oblige pas à doser le soufre qui serait, par exemple, à l'état de sulfure de carbone et n'affecterait pas le papier d'acétate de plomb. Les houilles distillées à Paris sont moins pyriteuses; le sulfure de carbone (1), mieux condensé, par l'épuration physique, d'abord, finit par rester, en grande partie, dans les caisses à épuration, à l'état de sulfocyanure d'ammonium, ce que favorise l'état légèrement ammoniacal qui est toléré pour le gaz (2). Toujours est-il, que les chimistes de Londres, qui sont venus à Paris examiner le gaz, à ce point de vue, avec leurs appareils, ont trouvé la dose de soufre inférieure à la limite de tolérance imposée à Londres par le traité, et ont rendu compte du fait au comité du Parlement devant lequel la question du soufre dans le gaz a été agitée en 1877.

---

(1) MM. Vincent et Delachanal ont récemment démontré la présence du sulfure de carbone, en quantité notable, dans les huiles légères, provenant de la distillation fractionnée du goudron de houille. (Comptes rendus de l'Académie, t. LXXXVI, page 340 (1878).

(2) Plusieurs dosages de l'ammoniaque dans le gaz de Paris ne m'ont pas indiqué plus de 0gr,0001 par litre. Cette quantité doit se trouver encore abaissée par l'emploi du condensateur mécanique de MM. Pelouze et Audouin, qui fournit un goudron très-ammoniacal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 8 février 1878.

Présidence de M. Dumas, Président.

Correspondance. M. *Chevrot* (Pierre), rue de la Roquette, 115, à Paris. — Nouveau système de pompe. (Arts mécaniques.)

MM. *Turpin frères*, ingénieurs-constructeurs de machines, à Rouen.—Nouvelle machine pour l'encollage des chaînes du tissage, opérant le séchage d'une manière nouvelle. (Arts mécaniques.)

M. *Heuzé* (Louis), architecte ; projet pour un chemin de fer transversal, à Paris reliant la gare Montparnasse aux gares du Nord et de l'Est, par des procédés analogues à ceux qui sont employés à New-York pour le chemin de fer intérieur. (Arts mécaniques.)

M. *Morin* (A.), fabricant de machines à coudre, rue Lafayette, 2, à Grenoble, annonce qu'il construit une petite machine pouvant servir de moteur pour un petit atelier en chambre ; il en adressera des spécimens à divers industriels et les fera connaître à la Société d'encouragement quand ils seront prêts.

MM. *Petit* (Jules) et *Pinson* fils, courtiers-gourmets en vins et eaux-de-vie, envoient une exposition des moyens pratiques qu'ils emploient pour graduer les alcoomètres de Gay-Lussac. (Arts économiques.)

M. *Kuhlmann* (F.) fils ; Mémoire sur la condensation des vapeurs acides et sur des expériences pour mesurer le tirage des cheminées d'usine. (Arts chimiques.)

Le même auteur envoie une brochure sur les moyens à mettre en œuvre pour le ransport de certains liquides employés dans l'industrie, et sur un bateau particulier qu'il a construit pour transporter les hypochlorites liquides. (Arts chimiques.)

La Société Royale de la Nouvelle-Galles du Sud a demandé à la Société d'encouragement d'échanger les publications qu'elle fait contre le *Bulletin* de cette Société. Elle envoie en conséquence :

Le 10e volume de ses Proceedings (1876).

Une Notice sur les progrès et les ressources de la Nouvelle-Galles du Sud, par M. *Robinson* (Ch.).

Le climat de la Nouvelle-Galles.

Le Rapport annuel du département des mines pour 1876.

Un Rapport sur la construction et l'exploitation des chemins de fer dans la Nouvelle-Galles de 1872 à 1875 inclusivement.

Rapports des comités. — *Tulles-Guipures.* — M. *Laboulaye* lit au nom du comité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des arts mécaniques, un rapport sur la fabrication des tulles-guipures de M. *Babey* (Ch.) fabricant, à Calais.

Le rapporteur propose de remercier M. *Babey* de son intéressante communication, et d'insérer au *Bulletin* le présent rapport.

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil. (Voy. plus haut p. 169.)

Communications. — *Photographie. — Emulsions sèches.* — M. *Chardon* (Alfred) expose devant la Société les résultats qu'il a obtenus en perfectionnant les procédés photographiques par *émulsion sèche.*

En photographie on nomme *émulsion* la suspension, dans un liquide approprié, d'un sel d'argent insoluble et sensible, à l'état de sa plus grande division. C'est M. *Gaudin* qui, le premier, en 1853, comprit qu'il était possible de composer un collodion contenant en lui-même tous les éléments nécessaires pour l'impression de la lumière. « Tout l'avenir de la photographie, disait-il alors, me semble résider dans un « collodion argentifère composant la matière impressionnable, qu'on pourra mettre « en bouteille, étendre sur du verre, du papier ou une toile cirée, etc., pour obtenir « immédiatement ou le lendemain des épreuves positives ou négatives. »

Depuis cette époque, on a fait beaucoup d'études pour rendre pratique ce procédé par émulsion. M. *Chardon* en a étudié tous les détails, en a perfectionné les formules ainsi que les moyens d'opérer, et il est arrivé à une méthode qui donne des résultats excellents, et qui est d'une sûreté très-remarquable. Elle a obtenu le prix que la Société française de photographie avait proposé pour ce genre de recherches.

Son émulsion, préparée suivant les formules perfectionnées par lui, est précipitée par l'eau, lavée, puis séchée dans l'obscurité. Dans cet état elle peut se conserver longtemps, être transportée au loin, et être toujours prête à être employée, pourvu qu'elle soit rigoureusement garantie de l'atteinte de la lumière.

Lorsqu'on veut préparer une glace, on dissout cette matière sèche et floconneuse dans un mélange d'éther et d'alcool, on recouvre la glace bien nettoyée de ce liquide, et on la fait sécher dans l'obscurité. Une pareille plaque peut se conserver quelque temps et est d'une sensibilité qui ne laisse rien à désirer.

Les émulsions sèches de M. *Chardon* ont été conservées cinq mois et ont fait de très-longs voyages, sans que leurs propriétés aient été altérées.

M. *Chardon* montre devant l'assemblée de nombreuses photographies prises ainsi, soit à l'intérieur soit à l'extérieur; il fait voir aussi comment il opère. La matière qu'il emploie est tellement sensible que la lumière, très-jaune cependant, du gaz d'éclairage de la salle, suffit pour l'impressionner, mais dans de meilleures conditions, sa conservation serait assurée. (Renvoi au comité des constructions et des beaux-arts.)

Conserves de sardines à l'huile.— M. *Mangon* présente à la Société un Mémoire de M. *de Largillardaie* (Edouard), administrateur de la Société commerciale de Lorient, sur l'industrie de la sardine à l'huile, et les procédés perfectionnés de cuisson qu'il a employés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 1. L'industrie de la sardine à l'huile est de date récente. Elle a modestement débuté sur notre littoral vers 1834, époque à laquelle M. *Gillet* (A.), prédécesseur de la Société commerciale de Lorient, fonda l'usine située au Kernevel, rade de Lorient.

Cette industrie a fait des progrès constants; elle progresse encore et l'on compte actuellement plus de 130 usines échelonnées sur la côte ouest de la France, depuis Roscoff, à l'entrée de la Manche, jusqu'à Arcachon.

Fabrication. — § 2. La fabrication comporte les opérations suivantes :

A la sortie des bateaux de pêche, les sardines sont vidées et étêtées, mises au sel pendant quelques heures, puis lavées à grande eau.

Le poisson est alors placé dans des paniers spéciaux en fil de fer étamé, où on le laisse égoutter et sécher.

Pour opérer la cuisson, on introduit les paniers garnis de sardines, soit dans des bassines placées sur un fourneau et contenant de l'huile que l'on maintient à une température de 125 à 150 degrés, soit dans des fours chauffés au feu ou à la vapeur.

Après la cuisson, les sardines sont rangées dans des boîtes de fer blanc, puis recouvertes d'huile fraîche.

La boîte, ainsi remplie, est portée à la ferblanterie et fermée par un couvercle soudé.

Enfin, pour assurer la conservation, on porte la boîte soudée à la température de l'ébullition, en la maintenant pendant un certain temps dans une chaudière renfermant de l'eau chauffée à une température d'au moins 100 degrés.

Types de boîtes. — § 3. On livre au commerce des boîtes de diverses grandeurs, dites quarts, demies, quatre quarts et triples. Ces boîtes pesaient autrefois (contenant et contenu) 300 grammes, 500 grammes, 1 kilogramme, 3 kilogrammes. Actuellement, le poids des quarts et des demies est loin d'être fixé, et celui des quarts est le plus souvent réduit à 235 grammes et même au-dessous. Le quart, de 235 grammes, renferme 165 grammes en poisson et huile ; le poids de la boîte de fer blanc est de 70 grammes.

Moule du poisson, unité de convention. — § 4. Pour indiquer la grosseur du moule du poisson, on se rapporte au quart, au nombre de sardines entrant dans ce type de boîte. Ce nombre varie beaucoup suivant les années et les lieux de pêche. A de bien rares exceptions près, à un même moment de la campagne, le plus petit poisson se pêche aux Sables, et le plus gros à Douarnenez, et la grosseur diminue de ce dernier point au premier. Le moule moyen donne dix sardines au quart, mais, suivant les circonstances de la pêche, on fait des quarts de vingt poissons, et d'autres de quatre seulement.

Le quart sert aussi d'unité pour déterminer l'importance de la fabrication; la demie, suivant la grandeur, est comptée pour deux quarts ou deux quarts et une fraction; on calcule de même pour les autres types de boîtes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons cru devoir faire précéder de ces indications les chiffres et les renseignements que nous avons à donner sur la fabrication de la Société commerciale de Lorient.

Usine de la Société commerciale. — § 5. Les usines exploitées par cette société sont au nombre de cinq, savoir :

L'usine de Kernevel, à Plœmeur;
Celle du Passage, à Trégune;
Celle de Brigneau, à Moëlan;
Celle de Port-Maria, à Quiberon;
Celle du Port-Rhû, à Douarnenez.

Son type de quart pèse, brut, 335 grammes environ, et contient 165 grammes d'huile et de poisson.

Production. — § 6. Depuis 1851 jusqu'à la fin de la dernière campagne, elle a produit l'équivalent de 29 328 000 quarts.

Voici les chiffres de sa fabrication annuelle et l'indication du coût de cette fabrication, depuis qu'elle exploite ces cinq usines :

1873	production	2 724 000 1/4	nous revenant à fr.	1 088 060
1874	—	1 806 000	—	797 148
1875	—	2 576 000	—	847 939
1876	—	2 588 000	—	940 145
Production des quatre années.		9 694 000 1/4	revenant à fr.	3 673 292

Dépenses. — § 7. La campagne de 1876 peut être considérée comme une année moyenne aussi bien pour l'importance de la production que pour le coût de cette production, et peut servir à donner des indications sur l'importance des matières premières consommées par cette industrie, et sur les sommes qu'elle distribue en main-d'œuvre.

La somme de 940 145 fr. 65 c., pour les dépenses de 1876, se décompose comme suit :

Boîtes, achat de fer-blanc, de soudure et fabrication.	Fr. 232 916 »
Achat de 26,570,000 sardines.	331 470 60
Huiles, 141,357 kilog. d'huile d'olive.	194 864 95
Main-d'œuvre, sel et feu.	54 565 45
Emballage et étiquetage.	29 430 »
Frais généraux.	44 010 15
Intérêts de fonds.	28 477 15
Amortissement, entretien du matériel et des usines.	21 581 35
Dépenses au total.	Fr. 940 345 60

Les boîtes en fer-blanc fabriquées en 1876, sont au nombre de 811 000. Elles ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

employé 140 tonnes de fer blanc, 20 tonnes de soudure et ont donné lieu à une main-d'œuvre payée 80 769 francs.

Les sardines, employées dans cette fabrication, représentent la pêche faite par 100 bateaux environ. Le salaire que les pêcheurs en ont retiré doit être estimé à 114 000 francs, et les 300 tonnes de rogue qui y ont été employées ont coûté 147 000 francs.

Les tableaux de la douane permettent de se rendre compte de l'importance de cette fabrication. Ils constatent une exportation de 11 420 253 kilog.; la consommation intérieure étant de 15 p. 100 environ, la production correspond à 56 millions de quarts ou en moyenne 430 mille quarts pour chacune des 130 usines.

Cuisson. — Jusqu'aux perfectionnements apportés par l'auteur du Mémoire présenté à la Société, la cuisson était faite partout, soit dans des fours dont la manœuvre à une haute température est difficile, et qui exigent un triage de la sardine cuite à la sortie des fours, soit dans des bassines à fond plat, de 30 centimètres environ de profondeur, où les déchets des sardines, tombant sur le fond fortement chauffé, se carbonisent et altèrent le goût de la sardine, en altérant rapidement l'huile. Ces procédés sont encore employés dans un certain nombre d'usines.

M. *Lagillardaie* évite ces inconvénients en posant les paniers ou les grils chargés de sardines dans une chaudière spéciale, ayant une forme analogue à une selle ou plutôt à un bât, dans laquelle l'échauffement se fait par la partie centrale et supérieure, tandis que les deux bas-côtés, reposant sur la maçonnerie du four, n'ont pas une température de plus de 80 degrés. Les déchets tombent dans ces réservoirs latéraux, et, au besoin, sont évacués, sans avoir été carbonisés, en ouvrant un robinet de décharge placé à l'arrière de la chaudière.

Ce système remplace l'évaporation tumultueuse et pénible pour les ouvriers des bassines, par une faible ébullition presque sans odeur, et elle produit une économie considérable sur l'huile noire qui est retirée des bassines et qui a perdu les trois quarts de sa valeur. Cette production d'huile noire est réduite à 9 grammes par quart au lieu de 20 grammes.

Il y a donc à la fois, par ces procédés, amélioration dans la qualité des produits, économie d'huile et de charbon pour la cuisson, et soulagement pour les ouvriers employés à cette opération. (Renvoyé à l'examen du comité d'agriculture.)

Palais du Trocadéro. — M. *Davioud,* membre du Conseil, l'un des architectes du Palais du Trocadéro pour l'Exposition universelle, expose devant la Société l'historique des travaux de cette construction. (Cette communication paraîtra au *Bulletin.*)

M. *le Président* remercie M. *Davioud* d'avoir bien voulu exposer, devant le Conseil, la marche des travaux suivie pour l'exécution du monument splendide dont on vient d'enrichir Paris. Nous connaissions tous, dit-il, nous avions tous admiré les belles proportions et l'aspect imposant du nouveau palais de l'Industrie. Son émi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nent architecte a voulu nous faire assister à son anatomie, pleine de curieux détails et de sérieuses leçons.

Remercions l'Etat et la ville de Paris d'avoir garanti la durée d'une œuvre qui ajoute un nouvel éclat à la cité et qui est faite pour braver les coups du temps. Espérons que les nuages qui assombrissent l'horizon se dissiperont et que, en érigeant le palais de l'Industrie, on aura préparé le temple de la Paix, où les nations, renonçant aux victoires de la force, se réuniront seulement pour assister aux luttes de la science et des arts et pour proclamer le triomphe du génie.

Téléphone. — M. *Niaudet* expose devant l'assemblée les principes de la construction du téléphone de M. *Graham Bell*, et les principales applications qui en ont faites. (Voy. le dessin de l'appareil, *Bulletin* de 1877, 3e série, t. IV, p. 734.)

Cette intéressante communication peut être résumée ainsi qu'il suit :

Le but que l'inventeur s'est proposé est de transmettre le son de la voix à de grandes distances, en empruntant le secours d'un courant électrique. Il serait très-difficile de présenter ici toute la série des tentatives, en divers sens, qu'il a faites pour arriver à ce résultat, parce que, malheureusement, l'esprit humain, dans ses recherches sur un terrain nouveau, procède le plus souvent du composé au simple. Mais le résultat auquel il est parvenu est si satisfaisant et si peu compliqué, qu'il annule, dès à présent, tous les essais antérieurs.

Cet appareil est fondé sur l'action d'un petit barreau aimanté ; en face de son extrémité, et à une très-petite distance, est placé le centre d'une plaque circulaire très-mince en fer doux, et autour du pôle de cette même extrémité est une petite bobine d'induction, formée d'un fil fin en cuivre, qui est isolé, et dont les deux extrémités se prolongent jusqu'à l'appareil récepteur de la station avec laquelle on veut correspondre. Ces divers organes essentiels sont contenus dans une monture en bois qui soutient l'aimant, la bobine et son fil, maintient la plaque de fer en place, sans gêner les vibrations qu'elle peut avoir, et présente, en face de cette plaque, une embouchure devant laquelle on met la bouche qui parle ou l'oreille qui écoute. Les deux appareils pour le départ du son et pour son arrivée sont, en effet, identiques, la bobine du récepteur étant formée par le prolongement du fil de cuivre isolé qui a formé la bobine du transmetteur.

Pour se servir de cet appareil, qui est double, il faut parler nettement devant l'embouchure du téléphone qu'on tient à la main, pendant que l'auditeur, placé à la station d'arrivée, tient contre son oreille l'embouchure du téléphone récepteur. Celui-ci entend la voix, mais affaiblie, et il distingue même le timbre de celle de la personne qui parle. Ces deux appareils composent un circuit fermé par le double fil qui les relie ; mais un seul fil suffit pour une réalisation complète de la transmission, pourvu que les deux bobines soient mises en communication avec la terre, qui ferme ainsi le courant.

Les deux téléphones étant pareils, peuvent servir alternativement de transmetteur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou de récepteur pour faire une conversation à grande distance. On peut aussi, sur le même fil, mettre plusieurs téléphones, qui tous feront entendre distinctement et sans un plus grand affaiblissement du son, ce qui est dit à la station de départ. Pendant des expériences faites à Clermont, sur de grandes distances, aucun affaiblissement n'a été constaté, même après que le fil eût été chargé de sept téléphones. Cette multiplicité de communications n'est pas spéciale au sujet qui nous occupe : elle existe aussi pour la télégraphie qui peut mettre plusieurs récepteurs sur un même fil sans interrompre le courant ; mais, pour la transmission de la parole, on a tiré de cette faculté un parti important. On termine, aux deux stations extrêmes, le fil par deux téléphones sans interrompre le circuit, et, en appliquant chacun d'eux sur une oreille, on entend par les deux oreilles à la fois, ce qui donne plus de précision, de netteté et d'intensité à la perception, comme l'emploi des lunettes jumelles donne une vision plus distincte.

Sans avoir la prétention de donner, dès à présent, une théorie de cet admirable instrument, on croit cependant pouvoir faire comprendre comment il doit fonctionner et pourquoi, dans son extrême simplicité, il donne les merveilleux résultats qu'on en obtient.

Si le *parleur* et l'*auditeur* étaient dans des pièces contiguës, séparées par une cloison mince, le second entendrait la voix du premier, mais avec un peu d'affaiblissement ; il distinguerait le timbre de cette voix, et les notes des instruments de musique. L'élasticité de la matière de cette cloison transmet donc, d'une de ses surfaces à l'autre, la très-minime quantité de travail produite par les ondes sonores aériennes dont elle est frappée et qui émanent de la voix ; et cette dernière surface rend ce travail à l'air ambiant de la seconde pièce, d'où résultent des ondes sonores perçues par l'*auditeur*. L'expérience journalière constate que les choses se passent ainsi. On peut concevoir, cependant, que cette action de l'élasticité intérieure de la cloison, soit remplacée par d'autres agents, sans que la transmission du son d'une surface à l'autre cesse d'avoir lieu.

Il suffit, pour cela, que ce travail soit transmis instantanément et en quantités proportionnelles, à travers tous les organes de l'appareil intermédiaire quel qu'il soit.

C'est ce que M. *Graham Bell* a réalisé par la construction du téléphone. Les deux faces de la cloison hypothétique entre les deux interlocuteurs, ont été séparées et transportées à une grande distance l'une de l'autre et, pour la transmission du travail mécanique causé par le choc des ondes sonores, l'élasticité de la matière intermédiaire a été remplacée par l'action de deux appareils magnétiques semblables et éprouvant simultanément des variations pareilles. Pour établir cette simultanéité d'état, les deux appareils sont reliés par un fil formant un circuit fermé, dans lequel des courants d'induction transportent, instantanément et avec exactitude, toutes les variations d'état de l'un de ces appareils à l'autre.

Ainsi, les vibrations de la plaque de départ agissent directement sur l'état magné-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tique du barreau, auquel elle fait face, et auquel ses molécules sont liées mécaniquement par l'attraction magnétique qui s'exerce entre elles et lui. Ces variations dans l'état magnétique du barreau produisent dans la bobine des courants d'induction qui transportent instantanément ces variations d'état à l'appareil magnétique du récepteur, lequel est formé du deuxième barreau et de l'attraction magnétique qui le relie à la deuxième plaque de fer doux. Ces changements rapides agissent sur les molécules de cette deuxième plaque, laquelle n'est autre chose que la deuxième paroi de la cloison que nous avons supposée exister entre les deux interlocuteurs, et cette plaque, vibrant exactement comme la première, produit des ondes sonores perçues par l'oreille de l'auditeur.

On voit que, en définitif, cette reproduction du son est basée, d'une part, sur la liaison intime qui s'établit entre l'état dynamique d'un barreau aimanté et la position des molécules de la plaque de fer doux qui lui a été présentée, propriété connue depuis des siècles, qui constitue le magnétisme et, d'autre part, sur l'existence des courants d'induction qui se développent dans un circuit fermé, lorsqu'une partie de ce circuit est en présence des variations d'intensité magnétique d'un barreau aimanté. Ces courants ont été découverts, en 1832, par *Faraday*, et les mille applications, qu'on en a faites depuis quarante-cinq ans, ont toutes prouvé la précision et la sûreté de leurs effets.

M. *Graham Bell*, ou tout autre qui aurait poursuivi des recherches sur ce sujet, aurait donc pu trouver le téléphone quarante ans plutôt, c'est-à-dire bien avant l'établissement de la télégraphie électrique.

Un des phénomènes les plus frappants est l'extrême faiblesse des actions dynamiques mises en jeu et des courants qui parcourent la ligne. Ce sont certainement les courants les plus faibles qu'on ait eu occasion d'employer, et il est même difficile d'apprécier à quel degré de ténuité ils descendent. M. *Graham Bell* a fait, à ce sujet, des expériences intéressantes.

Il a interposé dans le trajet du courant, entre des portions interrompues du fil, des personnes tenant entre leurs mains les extrémités successives de ces portions de fils, de manière que le courant dût traverser leurs bras, et l'audition des sons par le téléphone n'en a pas été altérée. Dans une autre expérience, il s'est placé dans un jardin avec un de ses amis, aux extrémités d'un seul fil de 100 à 150 mètres, la terre servant à fermer le circuit. Le courant a très-bien passé à travers le fil, les corps des expérimentateurs et même leurs chaussures, lorsqu'ils était placés sur le gazon. La communication s'est maintenue lorsqu'ils se sont tenus sur un seul pied ; l'audition était moins facile lorsqu'ils marchaient sur le gravier. Pour aller à la limite, M. *Bell* s'est placé sur une planche de bois sec ; le courant a persisté tant que quelques brins d'herbe ont touché les chaussures de l'expérimentateur et même quand ils ont été réduits à une seule pétale de marguerite. Il était interrompu quand la transmission devait forcément se faire par la planche de bois sec.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On comprend, par là, que le son puisse être reproduit à de très-grandes distances, puisque le courant d'induction passe même quand il est entravé par d'aussi grandes résistances. Cependant on a voulu trouver jusqu'où pouvait aller cette facilité dans la transmission. On a intercalé sur le trajet du courant des résistances de 1 000 kilomètres, sans que la transmission cessât. Des expériences ont été faites entre Jersey et l'Angleterre, sur un câble sous-marin de 100 kilomètres, et elles ont donné d'excellents résultats. Une autre épreuve a été faite, entre Boston et New-York, sur un fil télégraphique de 400 kilomètres de longueur et la transmission a été complète. Une personne a dit à M. *Niaudet* avoir causé ainsi avec M. *Graham Bell*, sans l'avoir jamais vu. On voit donc que le téléphone peut atteindre de très-grandes distances et, s'il est encore dépassé par le télégraphe, rien ne démontre qu'il ne pourra un jour être en concurrence avec lui.

Les obstacles qu'on éprouvera pour des communications usuelles proviendront, surtout, de l'affaiblissement du son transmis, qui est essentiellement lié avec la valeur acoustique des deux appareils magnétiques vibrants. Quant aux courants d'induction, leur faiblesse les soumet à l'influence de toutes les nombreuses actions électriques qui se développent à chaque instant dans une région habitée ; mais ils paraissent subir ces influences, sans s'éteindre, et par suite être plus résistants qu'on ne pourrait le supposer.

La manière dont le fil du téléphone est influencé par les courants voisins, explique un phénomène très-curieux qui se passe entre eux. Si le fil du téléphone chemine côte à côte sur une ligne de poteaux avec un fil télégraphique qui transmet des dépêches, l'action de ce dernier sur le premier se transmet par les poteaux ou bien développe des courants d'induction assez nets pour que le tic-tac de la dépêche soit entendu par le téléphone et pour qu'une personne habituée à lire les dépêches Morse par le son qu'elles rendent dans le transmetteur, puisse lire par le téléphone ce qui passe par le télégraphe. De là des indiscrétions possibles et on conçoit qu'elles pourraient avoir une grande importance en temps de guerre. Un homme seul pourrait aller établir une ligne téléphonique parallèle à une petite partie du fil du télégraphe de l'ennemi et il recueillerait ainsi les dépêches qui seraient envoyées par ce fil.

A l'école d'artillerie de Clermont, on a établi à titre d'expériences, une communication téléphonique entre cette école et le champ de tir, qui est à une distance de 14 kilomètres. Une autre communication du même genre est établie entre l'observatoire de Clermont et celui du Puy-de-Dôme, à 15 kilomètres de distance. Ces deux lignes sont portées par les mêmes poteaux, sur un parcours de 10 kilomètres, et dans ce trajet, sur ces poteaux, se trouve un fil télégraphique ordinaire ; enfin, dans cet espace, les poteaux, pendant 300 mètres, portent aussi sept autres fils télégraphiques. Les deux fils téléphoniques sont éloignés à 0^m, 85 l'un de l'autre.

Dans ces conditions : 1° On a constaté que le téléphone de l'école lit très-bien, par le son, les dépêches Morse qui passent dans le télégraphe sur les deux fils qui l'avoi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sinent. Mais ce tic-tac dont on peut facilement faire abstraction, ne gêne en rien le passage ni l'audition de la communication verbale par le téléphone.

2° Les deux lignes téléphoniques *voisines*, *mais sans communication entre elles*, mélangent cependant leurs dépêches ; et il est arrivé qu'on a pu entendre à l'école, par le fil venant du champ de tir, des dépêches du Puy-de-Dôme et qu'on a pu y répondre, sans que nulle part la distance entre les fils des deux lignes fût moindre que 85 centimètres.

Ainsi, non-seulement ce courant d'induction que nous trouvons si faible et qui passe par un brin d'herbe, suffit pour porter le son de la voix à de grandes distances, mais il a la puissance d'influencer par des courants nouveaux induits par lui, des fils placés à près de 1 mètre de distance.

Pour exécuter des expériences sur le téléphone, on a soin d'établir, entre les deux stations, une sonnerie électrique qui sert d'avertisseur, afin d'appeler l'attention de l'auditeur et lui demander d'écouter ; par le même moyen, celui-ci annonce qu'il est prêt ; ces petits appareils sont trop connus pour qu'il soit nécessaire de s'y arrêter.

Mais M. *Niaudet* présente à l'assemblée un appareil nouveau qui lui est arrivé, dans la journée, d'Allemagne, et qui utilise le téléphone lui-même pour faire cet avertissement.

A l'état de repos, le téléphone de l'arrivée est remplacé par un système semblable qui est terminé par un cornet allongé en forme de porte-voix. Au poste opposé, se trouve un timbre en acier, de 12 centimètres environ de diamètre, qui peut être frappé aisément par un marteau en bois dur, monté sur un ressort. Perpendiculairement à la direction du choc et, un peu au-dessous du timbre, est placé en face de son ouverture, un barreau aimanté qui est en communication avec la ligne téléphonique par des bobines d'induction.

Lorsque le timbre, frappé par le marteau, entre en vibration en rendant un son strident, le barreau aimanté est influencé et transmet à l'autre station ce son qui a une intensité beaucoup plus grande que la voix humaine, et le pavillon du porte-voix, concentrant les vibrations aériennes résultantes, fait entendre ce son dans toute l'étendue de la pièce où est l'expérimentateur ; on est ainsi dispensé de l'emploi de la sonnerie électrique et de sa pile, qui sont tout à fait étrangères au téléphone.

Tel est l'état actuel des connaissances acquises sur cet instrument dont la simplicité est merveilleuse et qui donne des résultats qu'on n'eût jamais cru possibles. Son invention est toute récente et déjà il rend des services utiles ; les perfectionnements qu'il ne peut manquer d'obtenir, par les études qui en sont faites dans tous les pays, rendront son usage plus commode. Elles ouvriront aussi de nouveaux champs d'application, car la science ne peut pas manquer de tirer un grand parti du plus sensible des galvanomètres et des moyens d'investigation que cet appareil apporte dans l'étude des courants d'induction.

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

77e année. Troisième série, tome V. Mai 1878.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

PHOTOGRAPHIE.

Rapport fait par M. DAVANNE, *au nom du Comité des constructions et des beaux-arts, sur la* PRÉPARATION PHOTOGRAPHIQUE *présentée sous le nom d'émulsion sèche au bromure d'argent, par M.* CHARDON, *rue des Coudraies, à Sceaux.*

Messieurs, les opérations photographiques, comme les autres modes d'impression, se divisent en deux phases nettement séparées, et chacune d'elles pourrait constituer une industrie indépendante. Nous avons, en effet, d'une part, l'obtention du type que la lumière vient former dans la chambre noire sur une surface sensible spécialement préparée ; d'autre part, l'impression de ce type en un nombre illimité d'épreuves, par des moyens divers, dont plusieurs nous sont déjà connus, et qui tendent à s'unir de plus en plus avec ces méthodes de reproduction rapides et solides dites des encres grasses, telles que les impressions de la gravure, de la lithographie, de la typographie.

Les progrès et les améliorations, dans l'une et l'autre de ces deux parties de la photographie, ont une importance sensiblement égale ; car, s'il est nécessaire que le mode d'impression soit rapide, économique et solide pour que la photographie puisse vulgariser et répandre largement les images qu'elle a su créer, il est également important, sinon plus, que l'obtention du type premier soit aussi facile, aussi parfaite que possible, puisque ce type est la base de toutes les autres opérations.

Le procédé sec de M. Chardon a justement pour but de rendre facile la création du type premier, même dans les circonstances les moins favorables.

Actuellement, lorsque l'opérateur, tranquille dans son atelier, peut dis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poser à son aise de toutes les commodités d'une bonne installation, de toutes les ressources de rapidité que donne une préparation encore humide et faite au moment, l'opération, quoique délicate, est relativement facile. Mais les services que peut rendre la photographie ne se bornent pas à ce travail d'atelier ; les circonstances obligent souvent l'opérateur à s'en éloigner et quelquefois à s'en séparer complétement. Il faut, alors, modifier les méthodes opératoires et se résoudre soit à avoir un bagage compliqué et encombrant, pour porter partout avec soi un laboratoire ambulant, soit à se servir de préparations faites à l'avance, employées à l'état sec et demandant une toute autre étude, lorsqu'on veut réussir; car ces procédés secs entraînent quelques difficultés, trop oubliées souvent, par suite de l'inexpérience et de la conviction que l'épreuve photographique va se faire toute seule.

Si déjà les touristes, qui voyagent en pays civilisés, éprouvent de fréquents déboires pour rapporter quelques souvenirs de leurs voyages, les mécomptes sont bien plus grands pour les missionnaires de la science qui s'en vont explorer les pays déserts. Et, pourtant, quelle somme de richesses ne pourraient-ils pas nous rapporter, le jour où un procédé photographique simple et certain leur permettrait d'employer à coup sûr, mais après étude préalable, toutes les ressources que leur offre la chambre noire ?

M. le Ministre de l'instruction publique, qui, depuis quelques années, porte une attention particulière sur l'importance des missions scientifiques, a pensé qu'il avait un progrès à demander à la photographie pour ses missionnaires ; dans l'ensemble des projets qui ont pour but de former l'Ecole pratique des missions, nous trouvons un arrêté qui fonde le laboratoire photographique où les missionnaires recevront l'enseignement nécessaire, lorsqu'il sera construit et organisé, et, comme corollaire, des concours ont été créés pour développer et simplifier les moyens pratiques dont ils auront besoin. Parmi ces concours, se trouve le désidératum d'un procédé photographique dont l'emploi soit commode et certain sous toutes les latitudes et dans les conditions les moins favorables.

Telle est l'origine des recherches couronnées de succès qu'a faites M. Chardon.

Au lieu du procédé humide et de son encombrant bagage, au lieu des surfaces sensibles sèches qu'il faut préparer avant le départ et qui, trop souvent, sont altérées à l'arrivée, ou qui, pour être préparées en route, demandent toute une installation de bains, de cuvettes et une provision d'eau que l'on rencontre rarement assez pure, M. Chardon apporte une préparation sèche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dite : *émulsion au bromure d'argent pur*, qui simplifie considérablement toutes les manipulations.

Cette émulsion est un composé de collodion, renfermant dans ses pores la quantité convenable de bromure d'argent. Cette substance sèche, mise en flacons, se conserve à l'abri de toute lumière pendant un temps encore indéfini, même sous des températures élevées. Plusieurs expériences nous ont démontré que le produit, expédié en Chine et de retour en France, n'avait nullement été modifié en l'espace de neuf mois et après avoir subi deux fois les chaleurs excessives de la mer Rouge.

Lorsqu'on veut employer l'émulsion, on la dissout dans la proportion de 4 grammes environ pour 100 centimètres cubes d'un mélange à parties égales d'éther et d'alcool absolu ; après agitation et vingt-quatre heures de contact, on filtre le liquide et on en couvre les glaces qui, sans aucune autre préparation, sont mises à sécher ; aussitôt sèches, elles sont bonnes à employer et conservent leurs propriétés pendant des mois. Il faut connaître la complication des autres préparations photographiques, pour apprécier à sa valeur un procédé aussi simple qui, lorsque le produit premier est bon, permet d'obtenir toute une série de surfaces identiques.

Le développement de l'image peut être fait, soit immédiatement, soit longtemps après la pose; nous avons vu développer à Paris des épreuves prises à Aden ; il ne nécessite qu'une très-petite quantité d'eau, et le procédé se prête parfaitement aux méthodes qui permettent d'enlever l'image, soit sur une pellicule de gélatine, soit sur une feuille de papier, et qui la mettent ainsi à l'abri des chances de rupture, tout en rendant libres pour un nouveau travail ces glaces qui servent ainsi de support provisoire.

M. Chardon ne réclame pas entièrement l'honneur de l'invention : en 1853, M. Marc-Antoine Gaudin, calculateur au bureau des longitudes, avait eu cette idée de réunir, dans un même liquide, les deux réactifs qui engendrent le sel d'argent sensible à la lumière ; il avait donné à ce composé le nom de *photogène*, mais l'invention arrivait trop tôt : les études des délicates propriétés des divers sels d'argent étaient à peine ébauchées ; elles sont encore loin d'être complètes, et l'excellente idée du photogène donnait un produit impraticable, faute de connaître les conditions exactes qu'exigeait une préparation de cette nature.

L'idée fut reprise, et diverses formules d'émulsion liquide bonne à employer dans un temps assez court se répandirent parmi les praticiens photographes; mais elles ne présentaient que peu ou point d'avantages sur les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

anciens procédés : seule, une préparation secrète, ne réalisant pas encore toutes les conditions désirables de conservation et de qualité, se rapprochait néanmoins du but désiré.

Les recherches de M. Chardon nous ont donné, sans réserve, une formule pour la préparation d'un produit stable, répondant au désidératum de M. le Ministre de l'instruction publique. Les résultats obtenus ne le cèdent en rien à ceux que donnent les autres méthodes employées, et la simplicité des manipulations procurera à nos missionnaires scientifiques les moyens d'augmenter leurs richesses, en leur permettant de prendre facilement et rapidement des copies exactes, authentiques et minutieuses, dans presque toutes les conditions, où un dessin même longuement travaillé, n'aurait donné qu'une approximation.

Ce procédé marque une étape nouvelle dans ces progrès non interrompus qui, commencés avec Daguerre et Fox Talbot, viennent maintenant apporter leur aide à toutes les branches des connaissances humaines; le comité des beaux-arts et des constructions vous propose donc de remercier M. Chardon son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* avec les formules des préparations employées *dans ce procédé.*

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

PRÉRARATION ET MODE D'EMPLOI DE L'EMULSION SÈCHE AU BROMURE D'ARGENT.

1° *Préparation.* — On commence par préparer un collodion normal composé de :

Éther sulfurique à 62°.	800cc.
Coton poudre.	12gr.
Alcool à 40°.	400cc.

On doit employer de préférence un coton poudre très-désagrégé donnant des couches de collodion poreuses et régulières. Le pyroxyle, précipité par l'eau d'une dissolution antérieure dans l'éther et l'alcool, paraît d'un meilleur usage ; si le coton poudre est excessivement soluble on en augmente proportionnellement la dose.

A ce collodion normal on ajoute les bromures solubles suivants, en les pesant rigoureusement et après les avoir purifiés par dissolution, filtration et évaporation à sec :

Bromure double d'ammonium et de cadmium.	12gr.
Bromure de zinc purifié par dissolution et complète évaporation	12gr.

Le bromure double d'ammonium et de cadmium se prépare en dissolvant 9 gr. 70

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de bromure d'ammonium *pur*, 13,60 de bromure de cadmium *pur*, filtrant et évaporant le produit à parfaite siccité par une douce chaleur.

Il est bon que ce collodion bromuré soit préparé longtemps à l'avance, ses propriétés s'améliorent après plusieurs mois, parce que le temps favorise une désagrégation plus complète des fibres du coton.

Pour faire l'émulsion on prend la quantité nécessaire de ce collodion, mesuré bien exactement, et pour 100 c. on y ajoute le poids équivalent de nitrate d'argent nécessaire pour décomposer les bromures solubles et faire le bromure d'argent.

Dans les conditions indiquées, ce poids est de 3 gr. 15 d'azotate d'argent pur et fondu. Comme on doit tenir compte des imperfections de mesures, de pesée, d'évaporation de liquide, et par conséquent, de légères différences dans les quantités à faire réagir, c'est surtout par l'expérience qu'on pourra apprécier juste le poids d'azotate d'argent à ajouter pour une quantité donnée du collodion bromuré dont on fait l'emploi.

L'azotate d'argent doit être un peu en excès sur les bromures, mais il faut que cet excès soit aussi minime que possible. L'addition du nitrate d'argent donne naissance au composé sensible ; l'opération doit donc être faite à une faible lumière jaune.

L'azotate d'argent réduit en poudre fine, puis pesé exactement, est introduit dans un petit ballon, avec quelques gouttes d'eau distillée, en quantité suffisante pour le dissoudre à chaud ; on y ajoute de l'alcool rectifié, à raison de 25 cc. pour 100 cc. de collodion à sensibiliser ; on chauffe de nouveau pour redissoudre le précipité que l'alcool a produit, puis on verse le collodion dans la solution alcoolique de nitrate d'argent, en agitant vigoureusement, ou au contraire on verse la solution alcoolique de nitrate d'argent dans le collodion bromuré, mais on doit alors le faire par petites parties et toujours en agitant.

On laisse en contact, pendant trente-six heures, on facilite la réaction, en agitant de temps à autre, puis on prélève un petit échantillon que l'on précipite par l'eau distillée et, après filtration, on cherche dans cette eau, par l'addition d'une goutte d'eau salée, le minime excès d'argent nécessaire ; si cet excès n'existe pas, on ajoute au produit un peu d'une solution alcoolique de nitrate d'argent, et on recommence l'essai le lendemain.

L'émulsion étant faite, il faut décomposer le petit excès d'azotate d'argent en le transformant en chlorure, ce que l'on obtient en ajoutant pour 100 cc. d'émulsion 2 ou 3 centimètres cubes d'un collodion formé de :

Alcool à 40°.	80cc.
Chlorure de Cobalt.	10gr.
Coton poudre.	2gr.
Éther.	120cc.

Par une nouvelle analyse qualitative, on doit s'assurer qu'il y a un léger excès de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chlorure soluble, car il suffit d'un peu de nitrate d'argent libre pour produire des épreuves voilées.

Après avoir constaté que l'émulsion est en bon état, et 24 heures environ après cette constatation, on précipite le produit par l'eau distillée, en le laissant couler sous forme d'un mince filet que l'on reçoit en l'agitant dans l'eau chaude à 50° ou 60°; on peut également verser tout le collodion émulsionné dans une cuvette vernissée et y ajouter d'un coup une forte proportion d'eau chaude.

Dans l'un et l'autre cas, il faut se rappeler que l'alcool et l'éther se vaporisent ainsi d'un coup en grande quantité; que les vapeurs d'éther sont très-inflammables, lourdes, qu'elles coulent comme de l'eau ; cette opération doit donc être faite loin de toute flamme et de tout foyer ; le composé étant très-sensible à la lumière, on doit éviter tout éclairage autre qu'une faible lumière jaune orangé.

Le précipité est recueilli sur un linge fin, lavé abondamment à l'eau distillée, essoré et séché complétement, puis mis en flacon et conservé à l'abri de la lumière.

On recommande la mise en flacons, parce que plusieurs expériences ont démontré que le produit s'altérait dans des boîtes en carton : il y a donc lieu d'éviter le contact des matières organiques.

L'ensemble des manipulations qui précèdent forme la partie délicate du procédé ; il faut y apporter les plus grands soins. Mais, déjà, plusieurs fabricants spécialistes ont entrepris la préparation de l'émulsion sèche et les photographes seront certainement, avant peu, débarrassés de toute cette première série d'opérations.

2° *Mode d'emploi.* — Pour former sur les glaces la couche sensible d'émulsion sèche, on dissout :

Émulsion sèche.	4gr., environ.
Dans un mélange de :	
Alcool absolu.	50cc.
Éther rectifié.	50
Quinine précipitée.	0,20

Le tout, mis dans un flacon à l'émeri, est agité et laissé en contact pendant 24 heures.

Au moment de s'en servir, on filtre sur un tampon de coton qui retient les parties les plus grossières et on étend cette émulsion sur les glaces préalablement bien nettoyées, exactement comme on le fait pour le collodion ordinaire. Si on veut faciliter l'enlevage de l'épreuve sur gélatine ou sur papier gélatiné, la glace nettoyée doit avoir été saupoudrée avec un peu de talc, puis bien essuyée. La glace égouttée est mise à sécher sans aucune autre préparation; elle est bonne à employer et conserve sa sensibilité pendant un temps encore indéterminé.

Il est utile de badigeonner le dos de la glace avec une substance de couleur foncée, telle qu'un mélange de gomme arabique et de terre de Sienne ; on évite ainsi la réflexion de la lumière diffuse sur la face postérieure de la glace et le phénomène des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

auréoles ou halos qui, sans cette précaution, se produit dans les grandes ombres, sur les limites des vives lumières.

Le temps de pose est égal à deux ou trois fois celui qui est nécessaire pour le collodion humide.

Le développement de l'épreuve se fait facilement par les méthodes connues du développement alcalin. La couche sensible est d'abord mouillée à l'alcool, bien lavée, puis recouverte d'une solution aqueuse de carbonate d'ammoniaque à 2 p. 100, additionnée de 4 centigr. de bromure de potassium. Au moment de l'emploi, on y mélange un peu d'une solution alcoolique d'acide pyrogallique à 10 p. 100, soit 2 à 3 cc de cette seconde solution pour 100 cc de la première. L'image apparaît, s'accentue de plus en plus ; si le développement est trop lent, on l'accélère en ajoutant au révélateur un peu de sucrate de chaux, on obvie alors au voile qui pourrait se produire, en augmentant la proportion de bromure de potassium.

L'épreuve étant à l'intensité voulue, on la termine par un fixage, soit à l'hyposulfite de soude, soit aux cyanures ou sulfocyanures alcalins ; on lave et on laisse sécher.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878.

SUR L'ÉDIFICATION DU PALAIS DU TROCADÉRO, PAR M. DAVIOUD, ARCHITECTE, MEMBRE DU CONSEIL (1).

« Ayant l'honneur d'être un des architectes du Palais du Trocadéro pour l'Exposition universelle, j'ai pensé que la Société d'encouragement entendrait avec intérêt quelques détails sur l'historique des travaux de cette construction et sur l'ensemble des dispositions adoptées par M. le commissaire général sous l'approbation de M. le ministre de l'Agriculture et du Commerce.

« Je dois, tout d'abord, m'excuser de me présenter seul devant la Société. Malheureusement mon collaborateur et ami, M. Bourdais, a fait une chute dans le chantier, ce qui l'a mis dans l'impossibilité de se joindre à moi.

« S'il me fallait entrer dans le détail des constructions et des solutions préparées pour le bon acoustique de la grande salle du Palais du Trocadéro, et pour le chauffage et la ventilation de cette grande enceinte, une seule séance ne me suffirait pas; je suis donc obligé de me borner et de restreindre cette communication au côté historique et descriptif de l'opération. D'ailleurs, avec le concours de mon collaborateur, je demeure à la disposition de la Société pour l'exposition des études techniques qui ont été faites ; mais il me semble qu'au

(1) Résumé d'une communication faite par l'auteur dans la séance du 8 février 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

point où en sont les travaux, il serait préférable de n'aborder cet examen qu'après les résultats des expériences qui pourront être faites lorsque l'achèvement complet de la salle aura permis d'en entreprendre.

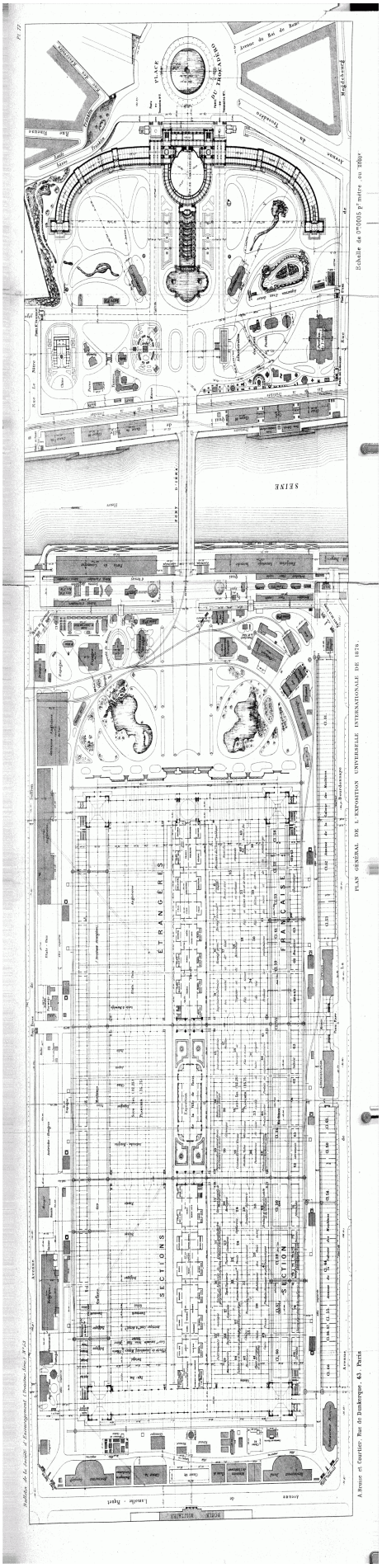
« Rappelons, tout d'abord, que le choix des meilleures dispositions à adopter pour l'Exposition universelle de 1878 a fait l'objet d'un concours public, clos le 15 mai 1876, et pour lequel 74 projets ont été adressés. Le projet présenté par M. Bourdais et par moi ayant obtenu un des premiers prix *ex æquo*, nous avons été invités à faire des études préliminaires, sous la direction de la sous-commission émanée de la commission supérieure de l'Exposition. C'est au mois d'août suivant, que nous avons été chargés définitivement par M. le commissaire général des études définitives de la partie des travaux à exécuter au Trocadéro. »

Après avoir décrit l'ensemble des constructions en cours d'édification pour l'Exposition universelle tant au Champ-de-Mars qu'au Trocadéro, M. Davioud explique, sur des plans exposés dans la salle des séances et que reproduisent en réduction les planches ci-jointes 76 et 77, l'usage et le fonctionnement de toutes les parties du Palais qui s'achève sur le coteau de Passy. Il fait remarquer que la forme curviligne des ailes était presque une nécessité pour le plus grand emploi du sol de l'ancienne promenade de Passy; il montre l'usage projeté de ces ailes, celui des portiques, des pavillons de tête, des perrons et escaliers qui les complètent. Il analyse la disposition des vestibules séparant la salle des fêtes des galeries d'ailes et celle des salles de conférences, situées au premier étage de ces vestibules.

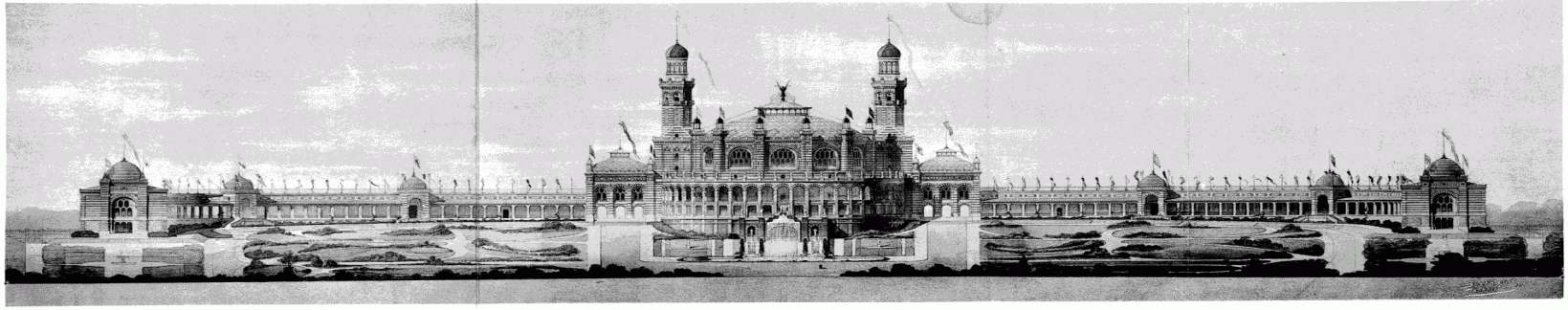
Passant à la description de la grande salle des fêtes et de ses annexes, il explique la forme de la salle, celles des gradins, loges et amphithéâtre, la disposition du cul-de-four devant recevoir l'orchestre et le grand orgue. Il fait comprendre l'ajustement des escaliers, couloirs et dégagements placés sous le rampant des amphithéâtres. Il analyse les portiques qui entourent la salle, la galerie qui réunit les vestibules, les galeries d'exposition sur la place du roi de Rome, les grands escaliers et les deux tours qui flanquent le pignon sur cette place. Il explique l'usage de ces tours, surmontées d'élégants belvédères, ainsi que le fonctionnement des ascenseurs. « Je ferai remarquer, dit M. Davioud, que les tours de Notre-Dame ayant 66 mètres du sol à la plate-forme, les tours du Trocadéro les surpassent de 14 mètres, sans tenir compte des 24 mètres de différence de niveau entre le quai de Billy et le sommet du Trocadéro. »

M. Davioud termine sa description en ajoutant l'exposé des dispositions de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Impression à l'encre grasse. Berthaud

PALAIS DU TROCADÉRO.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la cascade, des objets d'art qui doivent la décorer et de la quantité d'eau qu'elle doit déverser sur ses bassins.

Passant ensuite à l'exposé des difficultés rencontrées dans l'exécution, M. Davioud rappelle que la première adjudication a eu lieu en octobre 1876, et que les travaux ont commencé en novembre suivant. Il décrit les variétés de sol trouvées sous les ailes et la salle des fêtes, les carrières remblayées, dont le ciel était maintenu par des piliers, et les carrières effondrées qu'il a fallu consolider ou déblayer. Il expose le système général de construction admis pour les fondations, la nature du mortier de ciment employé à cette occasion et le dosage qui a été suivi et fixé proportionnellement aux charges supérieures.

M. Davioud dit ensuite l'importance des dépenses faites dans les divers mois qui se sont succédé et il rend compte du traité intervenu entre la Ville et l'Etat, qui assure la conservation du Palais du Trocadéro; traité dont l'intelligente rédaction satisfait tous les intérêts, puisqu'il laisse la faculté d'option à la Ville de Paris, sans pour cela compromettre le principe de l'utilisation de constructions élevées à grands frais.

M. Davioud reprend en détail, et par nature d'ouvrage, l'exposé du mode de construction aussi économique que solide employé pour l'édification de ce monument, dont la surface est de près de 16,000 mètres carrés et dont les dépenses n'excèdent pas 9 millions.

En ce qui concerne la maçonnerie, il indique quelles sont les parties construites en petits matériaux hourdés en mortier de ciment, celles en pierre dure et en pierre tendre ; il dit que toutes les assises sont réglées de hauteur, les linteaux exécutés en pierre d'un seul morceau et que les voûtes des dômes sont en brique. Il explique également que les bandes, qui séparent de deux en deux le moellon piqué apparent, sont des bancs de roches de Sampans (Jura), susceptibles de recevoir le poli et que l'on conserve ainsi afin de maintenir le ton actuel qui a paru satisfaisant. Il ajoute que la cascade et son château d'eau, qui avaient été prévus primitivement en meulière enduite de ciment ont pu être exécutés en roche de Bellevoye des carrières de M. Violet et que l'exécution de ce travail, accomplie à Bellevoye (Jura), ne laisse rien à désirer; les pierres arrivent de l'usine toutes taillées et sont posées en place sans retouche.

« La charpente de tout l'édifice, continue M. Davioud, est exécuté en fer forgé et assemblé; les planchers sont en partie apparents; les vides du fer sont décorés en staff, plâtre moulé. Le comble de la grande salle, qui n'a pas moins de 50 mètres de diamètre, est un travail remarquable. Il se compose de douze fermes en tôle et cornières sans entraits, surmontées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une lanterne à jour, portant à son sommet une statue en cuivre repoussé au marteau, dont le modèle a été modelé par le sculpteur Mercié. Les fermes des galeries des ailes sont exécutées également en fer forgé et tôle découpée; elles sont posées sur des corbeaux en pierre et sont sans entraits.

« Toute la couverture du Palais du Trocadéro est en forte ardoise anglaise, posée à crochet avec arêtier en plomb; les chéneaux sont en métal; les petits portiques des ailes doivent être couverts en tuiles grand modèle, faites exprès et émaillées.

« Les dallages sont généralement exécutés en mosaïque de marbre, d'un dessin simple, mais en harmonie avec la décoration générale.

« La menuiserie est en chêne ciré partout où la peinture n'est pas nécessaire.

« Les grilles, les rampes, les marquises sont en fer forgé, exécutées avec art sur modèles spéciaux; on prépare également des modèles de candélabres pour être fondus en bronze.

« La simplicité extérieure des lignes du Palais du Trocadéro exigeait une décoration colorée qui, tout en enrichissant certaines parties, accentuerait les formes monumentales. Cette décoration, qui devait être primitivement en faïence, est définitivement en mosaïque de verre, dite mosaïque de *Murano*. Ce procédé, nouveau dans notre pays, est appelé à un certain succès et les architectes du Trocadéro sont heureux d'avoir coopéré avec l'architecte de l'Opéra à la remise en honneur de ce puissant moyen de décoration.

« La peinture décorative des galeries et de la grande salle s'exécute en ce moment; c'est elle qui fait l'objet des plus vives préoccupations des architectes; ils espèrent, grâce au talent des artistes éminents qui ont accepté ces travaux, pouvoir l'amener à bien.

« En résumé, les travaux du Trocadéro marchent avec mesure et régularité; il y a tout lieu d'espérer qu'ils seront accomplis dans la limite de temps qu'on a accordée (1). Le résultat obtenu jusqu'ici est dû à la haute et bienveillante direction de M. Duval, directeur général des travaux de l'Exposition, de M. de Dion ingénieur des constructions métalliques et tout particulièrement au dévouement, au zèle des agents du bureau des études et des entrepreneurs, dont quelques-uns, notamment, ont fait preuve d'une intelligence exceptionnelle. Une œuvre comme celle-ci, entreprise dix-huit mois seu-

(1) L'inauguration de l'Exposition au 1er Mai a montré que ce programme a été à peu près complétement rempli; malheureusement la mort est venue subitement frapper M. de Dion au moment où son œuvre était terminée (M).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lement avant son inauguration, est un fait exceptionnel dans l'histoire de la construction; mais il ne faut pas oublier qu'elle s'exécute à Paris où l'esprit d'initiative, la concurrence et le talent existent au plus haut point ; il suffit de les exciter et de les grouper. Paris n'est pas seulement la capitale géographique et politique du pays, c'est véritablement la capitale de l'intelligence française. »

CHEMINS DE FER.

SUR LES TRAMWAYS ÉTABLIS A PARIS ET DANS LE DÉPARTEMENT DE LA SEINE, PAR M. ROUSSELLE, MEMBRE DU CONSEIL (1).

L'origine des tramways remonte très-probablement à une époque aussi reculée que celle des chemins de fer. Nous ne nous proposons pas de traiter d'une manière générale des questions qui se rapportent à leur construction ou à leur exploitation; car si nous nous imposions cette tâche, nous dépasserions les limites dans lesquelles notre communication doit se renfermer. Nous voulons seulement indiquer, d'une manière concise, dans quelles circonstances ce système de voies ferrées a été appliqué à Paris et dans le département de la Seine; comment ces voies sont exploitées et quel peut être l'avenir du nouveau mode de locomotion. Cette étude, ainsi restreinte, nous semble présenter un certain intérêt.

A Paris, en effet, l'affluence exceptionnelle des piétons et des voitures, ainsi que les habitudes prises par la population, qui était déjà dotée de très-bons véhicules pour le transport en commun, réclamaient des dispositions spéciales. Sans doute, lorsqu'on y a construit des tramways, on s'est inspiré des exemples fournis par les ingénieurs anglais, américains et belges; mais l'on s'est trouvé, en même temps, contraint d'adopter des systèmes nouveaux en les appropriant aux convenances locales, aux besoins et aux goûts de la population parisienne.

C'est en 1853 que les tramways ont fait leur première apparition à Paris. M. Loubat, qui avait vu fonctionner ce mode de transport à New-York, et qui s'appliquait avec la plus louable énergie à l'importer en France, obtint, par une décision ministérielle du 16 août de cette année, l'autorisation

(1) Communication faite dans la séance du 27 juillet 1877.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'expérimenter son système sur le quai de Billy. Le 18 février suivant, il recevait la concession d'un réseau de voies ferrées à traction de chevaux s'étendant de Sèvres à Vincennes avec embranchement sur le rond-point de Boulogne, sur un développement de 29 kilomètres. Malheureusement, les efforts de cet inventeur, ou plutôt de ce propagateur, furent peu encouragés. Le gouvernement impérial redouta les inconvénients que l'établissement de rails pouvait présenter sur les quais de la partie centrale de Paris et dans la rue et le faubourg Saint-Antoine. M. Loubat ne put établir ses voies qu'entre la place de la Concorde, Sèvres et Boulogne. En 1874 et 1875 seulement, la Compagnie des omnibus, à qui, de guerre lasse, il avait cédé son entreprise, fut autorisée à compléter le réseau.

Il n'est pas surprenant que, réduite à sa partie la moins fructueuse, l'entreprise de M. Loubat ait peu prospéré et qu'elle n'ait que fort peu attiré l'attention du public. L'importation des tramways n'obtint donc, dans ses débuts, aucune vogue à Paris et il fallut que près de vingt années s'écoulassent, que les nouvelles voies ferrées se propageassent dans presque toutes les grandes villes de l'Amérique, de l'Angleterre et de la Belgique pour que l'on songeât sérieusement à les développer à Paris.

Enfin, en 1872, un projet fut préparé, sur la demande du Conseil général de la Seine et, le 18 août 1873, le département devenait concessionnaire de vingt lignes de tramways, formant un réseau de 105 kilomètres. Ce réseau comprenait d'abord une ligne circulaire se développant sur tout le périmètre des boulevards qui entouraient l'ancienne enceinte de Paris, puis quinze lignes rayonnantes ayant leurs points de départ sur les places de l'Étoile, Saint-Augustin, Moncey, de la Chapelle ; au Château-d'Eau, à la place de la Bastille, à la place Walhubert, au square Cluny, à la place Saint-Germain-des-Prés et desservant les villages les plus importants de la Banlieue : Neuilly, Courbevoie, Suresnes, Clichy, Asnières, Gennevilliers, Saint-Ouen, Saint-Denis, Aubervilliers, Pantin, Montreuil, Saint-Mandé, Charenton, Saint-Maurice, Ivry, Vitry, Villejuif, Montrouge, Châtillon, Fontenay-aux-Roses, Issy, Vanves et Clamart.

La construction et l'exploitation de ces lignes furent divisées entre trois Compagnies. La Compagnie des omnibus ajouta au réseau qu'elle tient de M. Loubat les boulevards du Nord entre la place de l'Étoile et celle du Trône. La Compagnie des tramways Nord se chargea des lignes rayonnantes entre la place de l'Étoile et celle du Château-d'Eau. La Compagnie des tramways Sud prit les autres rayons avec le réseau de la ligne circulaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces voies ferrées sont aujourd'hui terminées ou sur le point de l'être. Les lignes déjà livrées à l'exploitation, et qui ont quelques tronçons communs, présentent déjà un développement d'environ 120 kilomètres. Chaque jour, pendant la saison d'été, près de 180 000 voyageurs sont transportés dans les voitures des trois Compagnies. Le nouveau mode de transport est donc maintenant bien accueilli par la population, et l'on trouve la preuve de son succès en constatant la progression continue du trafic. Aussi, pendant que le réseau départemental tend à s'accroître, grâce à l'impulsion des Compagnies exploitantes et aux vœux manifestés par les populations non encore desservies, l'Administration municipale a-t-elle projeté, de son côté, des lignes nouvelles destinées à favoriser la circulation urbaine. Six de ces lignes sont sur le point d'être concédées; cinq autres, dont les tracés sont conçus en vue d'amener au Champ de Mars et au Trocadéro les nombreux visiteurs de l'Exposition universelle de 1878, vont subir la formalité des enquêtes. Dès aujourd'hui, l'on peut calculer qu'au moment de notre grande solennité industrielle, 180 kilomètres de tramways seront en exploitation à Paris et dans sa banlieue, et qu'ils seront parcourus, chaque jour, par 250 000 ou, peut-être, 300 000 voyageurs.

Nous venons de montrer quelle importance les tramways ont pris ou paraissent devoir prendre à Paris. Expliquons, maintenant, comment ils y sont construits. Un tramway se distingue des autres voies ferrées en ce que les rails, au lieu d'être établis sur un terrain qui leur est spécialement réservé, sont encastrés dans les chaussées, trottoirs ou bas côtés des rues ou des routes, de manière à laisser ces chemins ou trottoirs complétement libres pour la circulation ordinaire. Les rails ne doivent donc former aucune saillie sur le sol. Il est nécessaire de les munir d'une gorge dans laquelle s'engage le boudin qui maintient les roues des véhicules; mais cette ornière doit être assez étroite pour que les jantes des voitures ordinaires ne puissent y entrer. Ces conditions déterminent la forme des rails de tramways; ceux-ci présentent, à leur partie supérieure, une gorge de $0^m,035$, bordée, sur un côté, par une table de roulement de $0^m,04$ et, de l'autre, par une oreille de $0^m,015$. La largeur totale est donc de $0^m,09$.

A la partie inférieure, le rail est pourvu de deux oreilles verticales symétriques, à l'aide desquelles il peut coiffer la longrine destinée à le supporter. Les rails sont en fer ou en acier, ont ordinairement 6 mètres de longueur et pèsent de 16 à 20 kilogrammes par mètre courant. Les longrines sont en chêne; elles ont 3 mètres de longueur et la même largeur que les rails.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ceux-ci sont assemblés sur les longrines au moyen de tire-fonds ou y sont rattachés avec des crampons, placés latéralement et pourvus de deux branches, dont l'une pénètre dans l'oreille inférieure du rail, tandis que l'autre est enfoncée dans le bois de la longrine.

Pour maintenir l'écartement, l'on a employé d'abord des traverses analogues à celles des chemins de fer; la voie avait ainsi une assiette très-solide; mais, avec ce système, les pavés placés sur les traverses ne peuvent être séparés de leur face supérieure que par une mince épaisseur de sable. Ces pavés tassent donc moins que les voisins, et, après quelques mois d'usage, la chaussée offre entre les rails une succession de vallonnements qui la rend d'un parcours difficile. On évite ce défaut en supprimant les traverses et en maintenant les rails à la distance normale au moyen d'entretoises formées de lames de fer posées de champ pour se placer entre les rangs du pavage. Ces entretoises sont fixées invariablement à l'une des longrines. La seconde extrémité, de forme cylindrique, traverse l'autre longrine et reçoit deux clavettes anglaises, par le jeu desquelles l'on peut, à volonté, rapprocher et éloigner la longrine et le rail qu'elle supporte. Grâce à cette combinaison, le règlemement des voies se fait sans difficulté au moment de la pose et toutes les fois que l'on exécute des travaux d'entretien.

Pour les voies qui ont été construites par la Compagnie générale des omnibus, l'on a pu se dispenser de la précaution que nous venons de décrire à cause d'une disposition spéciale des voitures.

L'écartement des rails a été fixé à $1^m,54$ lors de la concession Loubat. Dans la concession de 1873, l'on s'est appliqué à adopter la largeur de $1^m,44$ qui est celle des voies des grands chemins de fer. On a été guidé dans ce choix par l'espoir de faire circuler sur les tramways les wagons des chemins de fer et de profiter des nouvelles voies ferrées pour mettre les usines en communication directe avec les grandes gares. Disons, en passant, que cette espérance semble chimérique; car l'épais boudin des grands wagons ne peut trouver sa place dans une gorge de $0^m,035$; de plus, les wagons ne sauraient tourner dans des courbes de moins de 100 mètres de rayon, et il est impossible, sur le tracé des tramways traversant des villes et des villages, de s'astreindre à observer de pareilles courbures.

Le principal avantage des tramways consiste dans la diminution du coefficient de frottement et dans la réduction de l'effort à produire pour remorquer les voitures. Ainsi, la Compagnie des omnibus peut, avec deux chevaux semblables à ceux qui, sur les voies ordinaires, transportent au maximum

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

28 voyageurs, en traîner 48 sur les tramways ; la Compagnie du Sud remorque 42 voyageurs avec deux chevaux de moindre force; la Compagnie du Nord en transporte 30 avec des chevaux pareils à ceux qui sont attelés à nos voitures de place.

Il y a donc, sur les frais de traction, une économie qui peut compenser l'intérêt du capital engagé dans la construction de la voie ferrée et les frais d'entretien de cette voie, si le nombre des voyageurs est suffisant. Ajoutons que toutes les Compagnies de tramways ont profité de la diminution de l'effort de traction pour rendre leurs voitures plus commodes et plus agréables aux voyageurs. Les compartiments intérieurs sont assez vastes pour que l'on s'y tienne debout et que l'on passe facilement entre les banquettes; les impériales, quand il y en a, sont accessibles au moyen d'escaliers, ce qui permet d'y admettre les femmes et de faire jouir celles-ci du tarif de la 2e classe.

L'économie réalisée dans les frais de traction a permis également de fixer à un taux peu élevé le prix du transport. Dans le département de la Seine, le prix moyen du transport d'un voyageur à 1 kilomètre est de 6 cent.,3 en 1re classe et de 4 centimes en 2e classe. Ces prix ne sont guère que la moitié de ce qui est perçu sur les chemins de fer, et ils sont d'autant plus avantageux qu'ils comportent la délivrance gratuite ou à prix réduit de billets de correspondance pour les omnibus de l'intérieur de Paris et les tramways rencontrés.

En regard des avantages que nous venons de signaler, les tramways présentent divers inconvénients qu'il est impossible de contester. L'on avait craint, à leur début, que la circulation des voitures ordinaires ne fût sérieusement entravée par des véhicules spéciaux obligés de suivre une direction invariable sans sans pouvoir se ranger à la rencontre des autres voitures. L'expérience a dissipé ces appréhensions, et l'on voit aujourd'hui les nouvelles voitures circuler dans la rue de Rivoli, dans la rue du Faubourg-Saint-Antoine sans causer aucun trouble ni aucun accident notable. Mais il est certain que la présence des rails sur les chaussées gêne la marche des voitures ordinaires, surtout de celles qui ont des allures rapides et des jantes étroites. D'autre part, s'il est possible d'abandonner à la circulation générale les emplacements occupés par les rails des tramways, l'on ne saurait permettre, sur ces emplacements, le stationnement continu de voitures attendant des voyageurs, chargeant ou déchargeant des marchandises. Lorsque les chaussées sont larges, on laisse un espace libre de 3 mètres entre la bordure du trottoir et le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rail le plus voisin, les voitures ordinaires peuvent alors stationner au long des maisons riveraines. Mais, lorsque les chaussées deviennent étroites, l'on ne peut conserver cet écartement, et il devient nécessaire de supprimer sur l'une des rives la faculté du stationnement. L'Administration supérieure a considéré cette privation comme tellement grave qu'elle a décidé qu'elle ne pourra être faite qu'avec le consentement unanime des habitants, ou après une enquête de *commodo* et *incommodo*. Cependant, dans plusieurs localités, les avantages des tramways ont semblé assez considérables pour que la construction des voies ferrées fut sollicitée par les populations, même avec la suppression du stationnement.

Les véhicules employés pour le transport des voyageurs varient suivant les Compagnies. La Compagnie des omnibus se sert de voitures ayant une certaine ressemblance avec celles qui sont affectées à son ancien service. La caisse contient 20 personnes, l'impériale 22; 6 voyageurs sont admis sur la plateforme. La voiture pèse 2 950 kilog. vide et de 6 000 à 6 500 kilog. pleine. Un siége est placé à l'avant pour le cocher. Cette voiture doit être retournée à chaque extrémité de la course. Pour effectuer cette manœuvre, le cocher rend l'essieu de l'avant-train mobile en levant la clavette qui le fixe sur le châssis; puis on opère ce que l'on appelle le braquement de la voiture, c'est-à-dire que l'on fait tourner l'avant-train au moyen d'un effort latéral imprimé par l'attelage. La clavette est ensuite descendue dans sa nouvelle position. Ainsi modifiée, la voiture, en raison de l'angle formé par les deux essieux, se meut suivant une courbe de $7^{m},80$ de rayon. Des rails en forme de boucles ayant cette courbure uniforme sont disposés à chaque terminus. Ce qui distingue, en outre, le matériel roulant de la Compagnie des omnibus, c'est que les rails ne sont munies de boudins que sur un seul côté. Les roues qui en sont dépourvues roulent sur le rail comme s'il était plat. Ces agencements présentent un double avantage : celui de ne pas exiger un écartement exact des deux rails et celui de permettre le déraillement facile de la voiture lorsqu'un obstacle se rencontre sur une voie publique.

La Compagnie des tramways Nord emploie le *car* américain; la caisse intérieure, affectée à la 1re classe, a 16 places assises; les plate-formes ont chacune 8 places debout pour la 2e classe. La voiture est symétrique et ne se retourne pas; le cocher et l'attelage changent de côté à chaque extrémité du parcours. Le poids du véhicule est 1 625 kilog. quand il est vide, et de 4 500 à 4 800 kilog. quand il est plein. Ce système de construction réduit au minimum le poids mort par voyageur; mais il a l'inconvénient d'obliger les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voyageurs de la 2e classe à rester debout, ce qui est fort gênant pour les longs parcours, et d'obstruer l'entrée du compartiment de 1re classe.

Le matériel roulant de la Compagnie du Sud participe des deux systèmes précédents. Les voitures sont symétriques et ont deux plate-formes; elles ont, en outre, des impériales auxquelles on accède par deux escaliers. Leur poids, quand elles sont vides, est de 2 200 kilog.; il s'élève de 5 000 à 5 200 kilog. quand elles sont pleines. La Compagnie a établi, pendant l'hiver, des appareils de chauffage dans la caisse intérieure de plusieurs de ses voitures.

Chaque voiture est desservie par 8, 10 ou 12 chevaux parcourant de 16 à 20 kilomètres par jour; elle parcourt elle-même de 85 à 90 kilomètres par jour. Lorsque les inclinaisons des voies publiques dépassent 0m,035 par mètre sur une longueur notable, l'on renforce l'attelage par un cheval côtier.

Toutes les voitures sont munies de freins au moyen desquels la vitesse est modérée dans les côtes et le véhicule est complétement arrêté quand un voyageur doit monter ou descendre. Des expériences comparatives ont démontré que, sur les voitures des tramways Nord et Sud, l'arrêt complet peut être obtenu en parcourant de 8 à 10 mètres après le signal donné. Avec le matériel des omnibus, les voitures parcourent, après le serrage du frein, de 16 à 20 mètres.

Des essais ont été faits en vue de reconnaître si les voitures de tramways peuvent être, avec avantage, remorquées par des moteurs mécaniques.

Les engins essayés avec l'autorisation du Ministre des travaux publics et sous le contrôle d'une commission désignée par lui, sont de trois espèces, savoir : la machine Harding; la locomotive sans foyer de M. Léon Francq, la machine à air comprimé de M. Mékarski. Cette dernière a été soumise à l'appréciation de la Société d'encouragement et motivera sans doute un rapport de votre comité des arts mécaniques. Nous n'en parlerons donc pas; mais nous croyons devoir expliquer brièvement comment les deux autres machines sont disposées.

Le système de M. Harding constitue une application de la locomotive ordinaire aux tramways. La machine, construite par MM. Merry-Weather, de Londres, est logée dans une caisse en menuiserie qui la dissimule; les organes inférieurs sont masqués par des plaques de tôle qui descendent au ras du sol et qui empêchent les roues d'atteindre les personnes qui seraient renversées sur les rails. La machine est chauffée au coke et la vapeur sor-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tant des corps de pompe est renvoyée sous le foyer, en sorte qu'il ne s'en échappe qu'en faible quantité sur la voie publique. La chaudière a 1m,70 de longueur et 0m82 de diamètre; elle est traversée par 114 tubes de 0m,90 de longueur et de 0m,025 de diamètre, produisant, avec le foyer, une surface de chauffe de 9 m.q. La machine a une force de 6 chevaux. Le mécanisme est constitué par quatre roues en fonte du Canada ondulée circulairement, de 0m,62 de diamètre, montées à l'extrémité de deux essieux en acier, dont l'un est coudé. Le mouvement est donné à ce dernier essieu par deux cylindres à vapeur horizontaux de 0m,155 de diamètre et de 0m,24 de largeur. L'écartement des essieux est de 1m,40 et le mouvement est communiqué à l'essieu droit par deux bielles extérieures. Le frein est formé par un levier qui opère le calage de toutes les roues et que le mécanicien manœuvre au moyen d'une pédale.

Le poids de la machine avec la bâche pleine d'eau et un approvisionnement de 60 kilog. de coke est de 3 200 kilog.

Cet appareil a d'abord été essayé sur les lignes de Fontenay-aux-Roses et de Courbevoie; puis il a été affecté à un service régulier entre la gare du Montparnasse et la place Walhubert; enfin M. le Ministre des travaux publics a autorisé son emploi entre la place de la Bastille et la gare du Montparnasse. Les essais, nous devons le dire, ont donné lieu à bien des craintes et des hésitations. On a redouté les accidents que la marche rapide d'une machine à vapeur dans les rues de Paris peut causer; l'on a craint l'effroi que les chevaux ne pouvaient manquer d'éprouver. Ces appréhensions parfaitement légitimes et auxquelles plusieurs ingénieurs étrangers se sont associés, sont aujourd'hui presque complétement dissipées. La traction mécanique s'opère d'une manière exclusive sur le tramway de la Bastille à la gare du Montparnasse; le service se fait avec régularité; les voyageurs ne manifestent aucune crainte et les accidents causés sur la voie publique passent inaperçus, parce qu'ils ne sont ni plus graves ni plus nombreux qu'avec les autres modes de locomotion.

Nous serions entraînés trop loin si nous comparions, au point de vue de la dépense, la traction par la machine Harding avec la traction par chevaux. La question est, du reste, très-complexe et l'expérience est trop récente pour qu'il soit facile de se prononcer. Nous ne pensons pas que, jusqu'à présent du moins, une économie ait été obtenue; mais, avec le temps, l'on pourra diminuer certains frais qui sont excessifs. L'on parviendra peut-être aussi à remorquer, les dimanches et jours de fête, deux voitures avec une seule ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chine; des expériences sont commencées dans cet ordre d'idées. Quoi qu'il en soit, il est, dès à présent, établi que les voitures de tramways peuvent être traînées par des machines à vapeur, même dans les rues fréquentées de Paris, avec des vitesses atteignant 16 kilomètres à l'heure. C'est là un point très-important et un problème intéressant aujourd'hui résolu.

Nous donnons le dessin d'une machine du système qui vient d'être décrit et qui est aujourd'hui en construction. Elle diffère, en certains points de détail, des engins actuellement employés, l'expérience ayant fait reconnaître l'avantage de diverses améliorations que M. Harding s'est efforcé de réaliser.

La machine de M. Léon Francq est imitée de celle qui a été employée par le docteur Lammon à Chicago et à New-York. Le spécimen qui a été construit en premier lieu offrait plusieurs imperfections qui ont rendu son fonctionnement assez médiocre. Mais, sous l'incitation de la Commission nommée par M. le Ministre des travaux publics, M. Francq a fait construire par M. Cail une machine nouvelle qui semble devoir donner de bons résultats. Cette locomotive, sans foyer, consiste en un réservoir d'eau dans lequel l'on emmagasine de la vapeur à grande pression fabriquée dans une chaudière fixe, vapeur que l'on utilise en la détendant au moyen d'un régulateur et en la faisant agir sur des pistons qui actionnent eux-mêmes les roues motrices.

Les roues ont $0^m,75$ de diamètre; l'écartement des essieux est de $1^m,30$, ce qui permet à la locomotive de passer dans des courbes de 15 mètres de rayon. Les pistons, qui sont inclinés, ont $0^m,23$ de diamètre et $0^m,25$ de course.

La chaudière est constituée par un cylindre de 2 mètres de longueur et de 1 mètre de diamètre surmonté d'un dôme; elle est en tôle d'acier de $0^m,014$ et enveloppée d'une couche d'air de $0^m,03$, d'une carapace de liége de $0^m,15$, et d'une couverture extérieure en bois de $0^m,035$. Elle peut contenir 1 700 kilogr. d'eau chaude et est timbrée à 15 kilogr. par centimètre carré.

La vapeur se rend de la chaudière au régulateur au moyen d'un tube de $0^m,15$ de diamètre traversant la chaudière.

Le régulateur consiste en une boîte en bronze dans laquelle pénètre un tube en forme de T. Les extrémités de ce T constituent le siége de deux soupapes, de même diamètre, actionnées en sens inverse : l'une par la pression de la vapeur dans le réservoir, l'autre par la pression de la vapeur dans le régulateur. La tige commune des deux soupapes porte un piston qui se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

meut dans un petit corps de pompe; elle repose sur un levier actionné par une balance dont on règle le mouvement à l'aide de deux vis à filets carrés, l'une horizontale, l'autre verticale. Au moyen de ce mécanisme l'on fixe, avant la mise en marche, la pression *maxima* de la vapeur dans le régulateur, en tenant compte de l'effort à produire sur les parties les plus difficiles du tracé. Le mécanicien peut, en outre, régler l'admission de la vapeur avec une pression moindre toutes les fois qu'il le juge utile. La vapeur sortant du piston passe dans une caisse en fonte, puis se répand dans un condenseur disposé à la surface du réservoir avant de s'échapper dans l'atmosphère; l'on évite ainsi le bruit qui est, ordinairement, produit par l'échappement.

L'emploi de la locomotive sans foyer peut faire espérer les avantages suivants :

1° Production de la vapeur à bas prix attendu qu'elle sera faite dans une chaudière fixe avec de la houille, au lieu d'être fabriquée avec du coke, comme dans la machine Harding;

2° Diminution du poids mort, puisque l'on n'aura pas à transporter le combustible;

3° Utilisation d'une forte pression pour franchir les rampes; suppression de toute dépense de vapeur dans les pentes;

4° Réduction du nombre des mécaniciens, un seul homme pouvant conduire la machine et observer la voie qu'il doit parcourir.

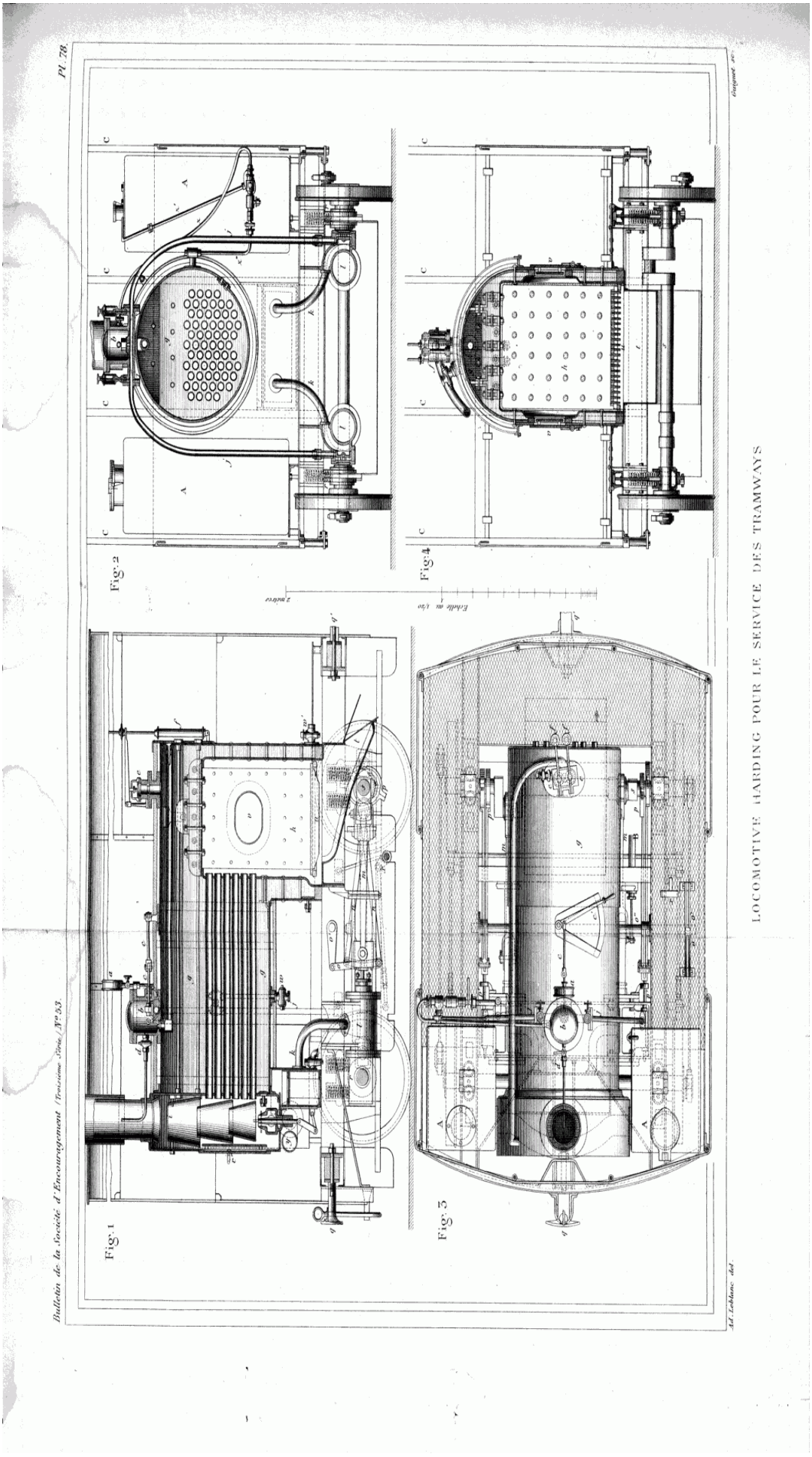
Les expériences qui paraissent devoir être prochainement commencées démontreront jusqu'à quel point ces espérances sont fondées.

Nous n'irons pas plus loin, du moins pour aujourd'hui. Nous avons seulement voulu montrer quelle est la situation actuelle de l'industrie des tramways. Elle est, sans nul doute, encore dans la période de l'enfantement; mais des résultats importants ont déjà été obtenus, et un avenir, peu éloigné, nous réserve probablement des améliorations sérieuses. A ce titre, et en raison des services considérables que le nouveau mode de transport rend aux populations, la question que nous avons traitée nous a paru digne de retenir, pour quelque temps, l'attention des membres de la Société d'encouragement.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 78 REPRÉSENTANT LA LOCOMOTIVE DE TRAMWAY, DU SYSTÈME HARDING.

La locomotive du système Harding a été employée jusque dans ces derniers temps

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par la Compagnie des tramways-sud, sur la ligne de Montparnasse à la Bastille ; aujourd'hui elle fait le service entre la Bastille et Saint-Mandé.

Fig. 1. Section longitudinale de la machine et de la caisse qui la renferme.
Fig. 2. Section transversale passant par les cylindres.
Fig. 3. Plan de la machine.
Fig. 4. Autre section transversale passant par l'axe coudé.
a, manomètre (fig. 1 et 2).
b, dôme de prise de vapeur.
c, *c*, bielles du régulateur.
c', levier du régulateur avec son secteur.
d, robinet souffleur avec tuyau.
e, *e*, soupapes de sûreté.
f, *f*, régulateurs des soupapes de sûreté.
g, corps cylindrique de la chaudière avec ses tubes.
h, boîte à feu.
i, boîte à fumée avec sa porte *i'*.
j, *j*, tuyaux conduisant la vapeur dans les cylindres.
k, *k*, tuyaux d'échappement.
l, *l*, cylindres à vapeur.
m, *m*, bielles motrices des tiges des pistons.
n, *n*, glissières.
o o', levier commandant le changement de marche.
o'', arbre du changement de marche.
p, *p*, excentriques.
p', *p'*, tiges des tiroirs.
q, *q'*, tampons de choc et de traction.
r, coussinets, boîtes à graisse avec ressorts de suspension pour l'essieu d'arrière.
s, essieu coudé moteur avec coussinets, boîtes à graisse et ressorts de suspension.
t, cendrier.
u, barreaux de la grille du foyer.
v, porte du foyer.
w, *w'* robinets de vidange.
x, levier du sabot du frein.
y, tuyau de communication des bâches.
z, tuyau de prise de vapeur pour l'injecteur (fig. 2).
z', tuyau de prise d'eau pour l'injecteur.
z'', tuyau d'alimentation pour l'injecteur.
A, A, bâches à eau.
B, pompe (fig. 2).
C, colonnes supportant les panneaux (fig. 4).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici quelques dimensions :

La grille a $0^m,53$ de longueur sur $0^m,57$ de large.

Le nombre des tubes de la chaudière est de 64 ; leur diamètre extérieur est de $0^m,044$ et leur épaisseur de $0^m,002$.

La chaudière a un diamètre extérieur de $0^m,70$; elle est timbrée à 8 atmosphères.

Le diamètre des cylindres à vapeur est de $0^m,15$ et la course des pistons de $0^m,23$.

La machine vide pèse 3 800 kilog. ; avec son chargement d'eau et de coke, le poids est de 4 760 kilog. (M.)

ARTS CHIMIQUES.

SUR LA PRÉSENCE DE L'OXYGÈNE DANS L'ARGENT MÉTALLIQUE; PAR M. DUMAS.

« L'Académie a suivi avec un vif intérêt la discussion savante qui s'est élevée dans son sein, il y a peu de temps, entre quelques-uns de nos plus éminents confrères, au sujet des principes sur lesquels repose la théorie atomique. Deux points sont demeurés douteux parmi ceux qui sont de nature à être contrôlés et jugés par des expériences que l'état actuel de la Science permet de rendre précises et décisives.

« 1° Ainsi que je l'avais trouvé, il y a longtemps, pour le chloral hydraté, existe-t-il des composés qui puissent fournir 8 volumes de vapeur en prenant la forme gazeuse?

« 2° L'excès de densité que présentent certaines vapeurs, comme celle de l'acide acétique monohydraté ou celle du soufre dont j'ai signalé autrefois le caractère anormal, au voisinage du point d'ébullition de ces corps, doit-il être expliqué par un changement rapide du coefficient de dilatation de la vapeur à l'approche de son changement d'état, ou par une condensation polymérique des molécules du corps, qui ferait, par exemple, du soufre à 500 degrés, l'ozone du soufre?

« Depuis un demi-siècle ces questions sont posées, et si elles n'ont pas encore été résolues, c'est qu'il manquait à nos laboratoires certains instruments, et à la discussion des expériences certaines données physiques qu'on possède aujourd'hui. Maintenant leur solution ne se fera plus attendre, et il est naturel d'en laisser le soin aux habiles expérimentateurs qui poursuivent ces délicates études.

« Une troisième question qui intéresse au plus haut degré toute conception sur la nature de la matière reste encore en litige, et le moment me semble venu de ramener sur elle l'attention des personnes qui s'intéressent aux progrès de la Philosophie naturelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Tandis que les équivalents des corps simples, comparés à celui de l'oxygène, ne laissaient apercevoir entre eux aucun rapport facile à saisir, il a suffi autrefois de prendre l'hydrogène comme unité pour reconnaître, par exemple, que l'équivalent du carbone pouvait être considéré comme étant égal à 6, celui de l'oxygène à 8, celui de l'azote à 14, celui du soufre à 16, celui du calcium à 20, celui du fer à 28, etc.

« Les équivalents des corps simples semblaient donc représentés par des multiples en nombres entiers de celui de l'hydrogène. Pour les personnes qui croient à l'unité de la matière, ces résultats de l'expérience donnaient une grande force à leur opinion et permettaient de supposer, en effet, que les divers corps réputés élémentaires pouvaient résulter de la simple agrégation de molécules semblables variant en nombre ou en arrangement pour chacun d'eux. Ces résultats ont été mis en doute.

« Au point de vue pratique, les chimistes pouvaient se contenter des notions acquises sur le poids des équivalents. Il n'en était plus ainsi sous le rapport purement philosophique, et il était nécessaire que l'expérience vînt prononcer sur ce point : les équivalents des corps simples sont-ils ou ne sont-ils pas des multiples, par des nombres entiers, d'une même unité fondamentale ?

« Il n'est pas inutile à l'objet de cette discussion de rappeler qu'à cet égard on n'a jamais été trahi par la balance, instrument le plus parfait de tous, et que dans ces sortes de déterminations, on l'a été bien souvent, au contraire, par des négligences de calcul et surtout par des erreurs involontaires relatives à la pureté des corps employés.

« Berzélius, le créateur de la chimie numérique, convaincu, et il en avait le droit, de la précision de ses expériences, en maintenait volontiers la rigueur jusqu'à la troisième décimale. Il suffisait, cependant, de ramener au vide le poids apparent des corps sur lesquels il avait opéré, correction qu'il avait négligée pour modifier les dernières décimales de ses chiffres.

« En ce qui concerne les gaz, toutes les déterminations de densité effectuées dans les premières années du siècle, comparées à celles de l'hydrogène, s'écartent un peu des rapports simples qu'elles auraient dû présenter. L'oxygène aurait dû se montrer seize fois plus lourd que l'hydrogène, l'azote quatorze fois, l'acide carbonique vingt-deux fois, etc. L'expérience donnait bien des résultats rapprochés de ces nombres, mais on observait cependant des différences qu'on n'aurait pas dû rencontrer. On n'avait pas remarqué que tout gaz qui a été recueilli sur un liquide a perdu sa pureté et que, pour opérer sur un gaz pur, il faut le diriger sans intermédiaire de la source qui le produit à l'appareil qui doit l'utiliser. Cette modification opérée, les poids de l'azote, de l'oxygène et de l'acide carbonique pour le même volume sont devenus, on peut le dire, des multiples exacts par des nombres entiers du poids de l'hydrogène.

« On laisse de côté, pour le moment, la question de savoir si cette unité doit être l'hydrogène même ou le double de son poids, c'est-à-dire 1 ou 2, circonstance qui n'a pas d'importance, puisqu'il ne s'agit que de rapports et non de nombres absolus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Ne doit-on pas considérer comme exprimant des rapports en nombres entiers les chiffres suivants, déterminés par l'expérience?

Hydrogène.	1
Carbone.	6,02
Lithium.	7,02
Oxygène.	8,00
Azote.	14,04
Soufre.	16,02
Calcium.	20,01
Sodium.	23,04, etc.

« N'y a-t-il pas là l'indication d'une loi de la nature? Les irrégularités, quand il s'en présente de plus grandes, ne doivent-elles pas être attribuées plutôt à une insuffisance de l'expérience qu'à la constitution même des corps? Je n'ai jamais cessé de poursuivre la pensée qu'après avoir reconnu la nécessité d'employer, pour fixer les rapports absolus de poids entre les équivalents : 1° des corps très-purs, 2° des réactions très-simples, 3° des pesées réduites au vide, il y avait encore à prendre quelques précautions ignorées.

« Je crois pouvoir ajouter aujourd'hui que, lorsqu'il s'agit de poursuivre la précision jusqu'aux dernières limites, on ne peut, dans beaucoup de cas, considérer le poids des corps comme exact qu'autant qu'ils ont été *maintenus dans le vide à une température élevée, jusqu'à ce qu'ils ne dégagent plus rien et que le baromètre en rapport avec l'appareil se maintienne à la hauteur normale.*

« Il ne suffit pas que les corps aient séjourné longtemps dans le vide à froid ou pendant un temps court dans le vide à chaud, ou bien enfin qu'ils aient été portés au rouge sous la pression ordinaire; je vais le montrer par un exemple.

« Parmi les composés qui ont joué un rôle prépondérant dans la détermination des équivalents, le chlorure d'argent figure au premier rang. Le rapport du chlore à l'argent semble si facile à déterminer; l'insolubilité du chlorure d'argent permet de transformer avec tant de précision tout chlorure soluble en chlorure d'argent, qu'on trouvait dans ces réactions l'instrument presque général de la fixationdes équivalents des corps élémentaires.

« Cependant, si l'on compare les diverses synthèses du chlorure d'argent, on trouve des différences absolument inexplicables. On a, en effet, par synthèse, pour 100000 d'argent :

D'après	Berzélius.	132,700 de chlorure,
—	M. de Marignac.	132,842 —
—	M. Stas.	132,850 —
—	M. Dumas.	132,870 —
—	Gay-Lussac.	132,890 —
—	H. Rose.	133,014 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Parmi ces nombres, quel est le vrai? Mettre en doute l'habileté des expérimentateurs qui les ont obtenus, personne n'y songerait. Il fallait chercher dans les circonstances mêmes de l'expérience les causes de leur divergence, et, après bien des études à ce sujet, il m'a semblé qu'elle se trouvait dans l'état de l'argent métallique employé pour en opérer la conversion en chlorure. Effectuées dans mon laboratoire de l'École Centrale, mes expériences à ce sujet ont été répétées à l'École Normale.

« Notre confrère M. Debray avait préparé, à ma demande, 1 kilogramme d'argent pur, en employant les procédés usités pour la fonte de ce métal et sa conversion en grenaille, c'est-à-dire la fusion avec addition d'un peu de borax et de nitre, opération que lui ont fait subir la plupart des expérimentateurs qui en ont déterminé l'équivalent ou qui s'en sont servis pour en déterminer d'autres.

« J'ai placé cet argent dans un ballon de porcelaine vernie, mis en communication avec une trompe de Sprengel.

« J'ai chauffé le ballon et bientôt, la température étant élevée vers 400 ou 500 degrés, il s'est dégagé un gaz qui a continué pendant 6 heures à se rendre dans les éprouvettes destinées à le recueillir sur le mercure, le ballon étant maintenu vers 500 ou 600 degrés, sans dépasser le rouge sombre. Lorsque le dégagement s'est arrêté, on a extrait tout ce que l'appareil contenait de gaz. On a élevé la température jusqu'à la fusion de l'argent. Aucun nouveau dégagement de gaz ne s'est manifesté.

Après le refroidissement du ballon, on y a trouvé un culot d'argent bien cristallisé. La voûte du ballon et la partie du col voisine de la panse étaient recouvertes de globules d'argent distillé. Il n'y avait pas trace de la teinte jaune qui décèle la formation du silicate d'argent.

« Le culot, soigneusement nettoyé, possédait une densité égale à 10,512, supérieure par conséquent à la densité attribuée généralement à l'argent pur.

« Le gaz dégagé était de l'oxygène pur, sa quantité s'élevait à 57 centimètres cubes à zéro et 0,76 pour 1 kilogramme d'argent.

« Il résulte de cette expérience que le kilogramme d'argent soumis à l'expérience contenait 82 milligrammes d'oxygène et $999^{gr},918$ d'argent seulement.

« Les quantités d'oxygène retenues par l'argent devraient s'élever plus haut, si l'on exagérait un peu l'influence de l'atmosphère oxygénée pendant sa fusion. J'ai préparé en conséquence un nouveau kilogramme d'argent maintenu en fusion pendant un quart d'heure, en ayant soin de projeter dans le creuset, de temps en temps, de petites quantités de nitre. Ce kilogramme a fourni, par l'action combinée du vide et d'une température de 500 à 600 degrés, une quantité d'oxygène pur qui s'est élevée à 158 centimètres cubes à zéro et 0,76, pesant 226 milligrammes. Le poids apparent de ce kilogramme d'argent ne représentait donc que $999^{gr},774$ d'argent réel.

« Il n'est pas nécessaire, d'après ce qui précède, de faire usage de vases en porcelaine pour ces expériences : un tube de verre dur suffit. La température ayant à peine atteint le terme qui correspond au ramollissement du verre, on a extrait de 1 kilo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gramme d'argent réduit du chlorure d'argent par le carbonate de soude avec addition de nitre, 174 centimètres cubes d'oxygène, représentant 0gr,249 de ce gaz (1). Le kilogramme d'argent n'en représentait donc que 999gr,751.

« Il résulte de ces épreuves que, dans les expériences très-nombreuses où l'on a fait intervenir l'argent pour la détermination des équivalents, les chimistes qui, après avoir donné à la purification de ce métal les soins nécessaires, l'ont converti en grenaille après l'avoir fondu en présence du borax, du nitre et de l'air, l'ont mis dans le cas d'absorber des proportions d'oxygène qui peuvent varier de 50 à 200 centimètres cubes par kilogramme, sans que les circonstances de la préparation aient été exagérées.

« Ces quantités sont de nature à exercer une influence notable sur les résultats déduits de la synthèse du chlorure d'argent ou des expériences très-nombreuses qui ont servi à fixer le poids des équivalents des corps en déterminant la quantité d'argent nécessaire à la décomposition de leurs chlorures. L'oxygène augmente le poids apparent de l'argent employé et diminue le poids du chlorure obtenu, puisqu'il est éliminé, dans les expériences de synthèse. Le rapport du chlore à l'argent en est donc nécessairement altéré. Les résultats obtenus par MM. de Marignac et Stas, ou même par Berzélius, au lieu du rapport 108 : 35, 47, donneraient le rapport 108 : 35, 50, que Gay-Lussac et moi nous avions trouvé, si l'on appliquait à leurs expériences la correction due à la présence de l'oxygène.

« Mais il reste encore d'autres objections à lever avant de considérer comme résolue la question de philosophie naturelle relative aux rapports de poids qui peuvent exister entre les équivalents des corps simples. Les travaux admirés et classiques de MM. de Marignac et Stas exigeront de bien autres efforts pour écarter les anomalies que ces deux éminents chimistes ont observées, si la loi dont j'ai pris la défense doit être adoptée.

« Les conditions de cette action réciproque de l'oxygène et de l'argent méritaient un examen particulier. Lorsqu'on porte ce métal près du rouge sombre dans le vide, il arrive un moment où tout le gaz qu'il contenait ayant été extrait, si l'on met l'argent en fusion et si l'on fait rentrer de l'oxygène dans l'appareil, celui-ci est absorbé rapidement. Le mercure remonte et se soutient à une hauteur de 48 à 50 centimètres, pendant des heures entières, même à la température à laquelle la porcelaine se ramollit. On peut déterminer de la sorte la tension de dissolution de l'oxygène dans l'argent fondu ou la tension de dissociation de la combinaison, si l'on considère le produit formé comme un composé chimique.

« Laisse-t-on refroidir l'appareil, l'argent se solidifie et un dégagement brusque

(1) Dans cette expérience, comme dans quelques autres, le premier gaz recueilli renfermait quelques centièmes d'oxyde de carbone, qu'on a confondu avec l'oxygène, la différence des densités étant très-faible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'oxygène a lieu ; mais ce métal, quoique ayant roché dans le vide, d'une manière inusitée, ne restitue pas à beaucoup près tout l'oxygène qu'il avait absorbé. La voûte du ballon reste colorée en jaune par la formation du silicate d'argent.

« Ainsi, d'après ces expériences, l'argent qui contient de l'oxygène ne le perd pas à froid dans le vide.

« Il le laisse dégager avec lenteur, de 400 à 600 degrés dans le vide.

« A partir de la température du rouge-cerise, le dégagement tend à cesser.

« Lorsque l'argent est ramolli et surtout lorqu'il est fondu, le phénomène est renversé et l'absorption de l'oxygène rapide.

« Le métal, en se solidifiant, perd une partie de son oxygène, mais il en retient des quantités considérables.

« Les expériences de Lucas, de Chaudet, de Gay-Lussac et de Graham avaient appris que l'argent possède le pouvoir de dissoudre de l'oxygène et d'en perdre une partie en rochant. Si, dans les recherches délicates auxquelles ce métal a été consacré, on a négligé de se rendre compte de l'influence qu'il pouvait exercer, c'est qu'on avait admis que l'oxygène se perdait à peu près complétement au moment de la solidification de l'argent.

« Les études pleines d'intérêt de M. F. Le Blanc sur la faculté que possède la litharge de dissoudre l'oxygène pendant la fusion et d'en perdre beaucoup pendant la solidification vont faire l'objet d'un examen comparatif, les deux phénomènes paraissant du même ordre. »

(*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

ARTS CHIMIQUES.

NOTE SUR LA COMPOSITION DES ÉTAINS EN FEUILLES, DESTINÉS SPÉCIALEMENT AUX FABRIQUES DE CHOCOLAT, PAR MM. CHARLES KOPP ET GUSTAVE ENGEL.

Le 5 mai 1876, à la suite d'un intéressant rapport de MM. Girardin, Rivière et Clouet, sur les étamages en général et en particulier sur les étamages destinés à la marine, la Société industrielle de Rouen adoptait les conclusions de ce Rapport qui étaient « que tout étamage doit être exempt de plomb ; qu'un mélange de plomb, « même en quantités très-faibles, était nuisible. »

Notre attention fut attirée sur un sujet analogue. Les fabriques de chocolat se servent, pour envelopper leurs produits, d'étains en feuilles. Certaines maisons en consomment pour cet usage jusqu'à 20 000 kilog. par an, et, à notre connaissance, il n'a été publié aucun examen détaillé, il n'existe aucun procédé pratique pour reconnaître le degré de pureté de ce produit, qui a cependant une importance commer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ciale bien plus considérable qu'on ne serait porté à le croire tout d'abord ; c'est à quoi nous avons tâché de remédier. Le fait suivant a donné lieu à nos recherches :

Il y a quelques mois, la maison Ph. Suchard, de Neuchatel, recevait des offres de services de plusieurs producteurs de France et de l'Étranger. Parmi les produits qui lui furent soumis, se trouvait un étain qui, à première vue, parut suspect; il présentait, en effet, une couleur bleuâtre, un poli très-brillant, un toucher gras et une déchirure franche, tandis que les feuilles d'étain, communément employées, sont d'une couleur jaunâtre, ont un poli mat, un toucher métallique et une déchirure irrégulière, dentelée.

Ces caractères étaient, jusqu'à présent, les seuls sur lesquels on se basât pour vérifier pratiquement la qualité des feuilles d'étain.

Des échantillons de ce produit suspect, ainsi que des autres qualités courantes furent envoyés à M. Ch. Kopp, avec prière d'en faire l'analyse et de chercher, en même temps, un moyen pratique qui permit de reconnaître, d'une façon rapide et certaine, le degré de pureté des étains du commerce. Désireux d'étendre le cercle de nos recherches, nous nous sommes adressés aux principaux fabricants de chocolat de Paris. MM. Menier, Devinck, Vinit et C^ie^, Dettviller et Leleu ont bien voulu répondre à notre appel et nous envoyer des types de leurs étains, de sorte qu'il nous a été possible d'opérer sur un ensemble de 9 échantillons de provenances différentes, que nous avons désignés, pour la commodité de nos opérations, par les lettres :

A. P. M. V. X. O. 2 O. D. E.

L'examen physique de ces feuilles est résumé dans le tableau n° 1, qui en donne les dimensions et la surface, leur poids, celui d'un centimètre carré et leur épaisseur.

Le poids d'un centimètre carré varie de $0^{gr},0062$ à $0^{gr},0076$ et l'épaisseur, de $0^{mm},0088$ à $0^{mm},0107$.

On admet généralement que la densité de l'étain pur est de 7,270; Pelouze et Frémy donnent 7,285. La densité moyenne des feuilles, trouvée par expérience et qui a servi de base à nos calculs, est de 7,273. Nous mentionnerons, cependant, que la densité de l'étain V laminé est de 7,270, tandis que le même étain martelé a une densité de 7,310.

Tous les étains examinés contenaient des quantités variables de matières étrangères, généralement moins de 1 0/0, mais allant jusqu'à 7 0/0 dans l'étain E. Le tableau n° 2 donne le résultat de nos analyses.

Nous ne pouvons attribuer à nos chiffres une exactitude mathématique, vu que la composition des étains varie légèrement d'une feuille à l'autre, parfois même d'un point à un autre de la même feuille, mais ils représentent une telle moyenne que nous pouvons la présenter comme très-satisfaisante.

Les matières étrangères, contenues dans les étains du commerce, se composent, généralement, de fer, de plomb, d'antimoine et d'arsenic, mais presque toujours en quantités si minimes (pour le fer environ 0,2 0/0, pour le plomb 0,3 à 0,4 0/0, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autres métaux à l'état de traces, tandis que dans l'échantillon E, nous trouvons 0,9 0/0 d'arsenic et 6 0/0 d'antimoine), que la principale difficulté a été tout d'abord de trouver un procédé d'analyse qui nous permît d'isoler ces différents métaux. Aucune des méthodes indiquées dans les ouvrages les plus récents ne permet de le faire. Le plomb se précipite en partie avec l'étain, le fer est également entraîné, ou bien ces deux métaux se trouvent en dissolutions si étendues qu'il est impossible de les doser. Après de nombreux essais, nous nous sommes décidés à scinder nos analyses, et ce n'est que de cette façon que nous avons obtenu un résultat satisfaisant.

L'étain, traité à froid par l'acide chlorhydrique pur et concentré, laisse un résidu noir s'il contient de l'antimoine ou de l'arsenic. La dissolution chlorhydrique contenant l'étain, le plomb et le fer, est neutralisée autant que possible par l'ammoniaque, puis précipitée par le sulfhydrate d'ammoniaque. Le précipité redissous dans un excès de réactif, laisse insoluble le fer et le plomb qu'il est facile de séparer par un lavage à l'acide chlorhydrique faible. Le plomb est ainsi dosé à l'état de sulfure, le fer à l'état de sesquioxyde.

Le résidu métallique noir, provenant de la dissolution chlorhydrique, contient, si on a pris la précaution d'éviter une élévation de température pendant l'opération et si la digestion dans l'acide a été d'au moins 24 heures, outre des traces d'étain, tout l'arsenic et l'antimoine.

Ce résidu nous a fourni l'occasion d'expérimenter une nouvelle méthode de séparation de ces trois métaux, et cette méthode, nous donnant de très-bons résultats, nous semble plus simple et plus expéditive que toutes celles qui ont été employées jusqu'à ce jour.

En traitant le résidu métallique par l'acide azotique fumant et en évaporant à siccité, nous avons transformé la presque totalité des métaux en oxydes; il ne reste d'inattaqué que des traces d'un corps noir qui, d'après Pelouze et Fremy, serait un alliage d'étain et de fer, difficilement attaquable par l'eau régale, insoluble dans les acides chlorhydrique ou azotique.

Par la fusion ou même la digestion prolongée à chaud avec de la potasse caustique, on transforme ces oxydes en stannates, antimoniates et arseniates de potasse.

L'antimoine est précipité, sauf des traces que nous retrouverons plus tard, par le chlorhydrate d'ammoniaque. Une calcination subséquente permet de le doser à l'état d'acide antimonique. En neutralisant par l'acide sulfurique la dissolution alcaline, on précipite les traces d'étain qui étaient restées indissoutes dans le résidu métallique. On étend la liqueur et on la sature *à froid* par l'hydrogène sulfuré. Les traces d'antimoine qui n'avaient pas été précipitées par le sel ammoniac, se séparent immédiatement, puis, après avoir acidifié davantage la liqueur, on la chauffe à l'ébullition et le sulfure d'arsenic ne tarde pas à se déposer en flocons.

Après avoir déterminé par l'analyse la quantité d'impuretés contenue dans les étains qui nous avaient été soumis, nous avons cherché un moyen pratique qui permît

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aux fabricants de chocolat de vérifier rapidement, par comparaison, la pureté des étains qui pourraient leur être offerts.

Un premier moyen excellent consiste à oxyder dans un petit creuset de porcelaine, sur une lampe à alcool, au moyen de quelques gouttes d'acide azotique, 25^{cc} de la feuille métallique.

On évapore doucement l'excès d'acide, puis on calcine légèrement : d'après la nuance que prendra le résidu, on jugera de la pureté de l'étain employé. Cette coloration varie du jaune pâle au gris foncé. En général, plus un étain sera pur, plus la coloration jaune sera pâle.

Un second moyen, plus simple mais moins exact, consiste à dissoudre un décimètre carré de chaque produit à essayer dans une liqueur composée de 1 partie d'acide azotique pur et concentré et 3 parties d'eau. On obtient ainsi un acide d'une densité d'environ 1,100 dans lequel l'étain se dissout très-rapidement à froid, en ne laissant qu'un résidu noir qui sera d'autant plus léger que l'étain sera plus pur. L'étain E seul, de provenance autrichienne, nous a donné un résidu considérable.

Un troisième moyen, enfin, consiste à examiner l'attaque de l'étain par une goutte d'acide sulfurique concentré. La trace sulfurique devient blanche pour les étains purs; l'étain E donne une trace noire.

Tels sont, les résultats pratiques que nous a fournis une longue série d'analyses. Nous devons remercier la maison Suchard d'avoir demandé une enquête scientifique, au moment où un produit aussi impur que l'étain E tentait de s'introduire dans la consommation, et de nous avoir ainsi donné l'occasion de déceler une véritable fraude.

TABLEAU N° 1.

CARACTÈRES PHYSIQUES.

	LARGEUR. cm.	LONGUEUR. cm.	SURFACE. c.q.	ÉPAISSEUR. mm.	POIDS. gr.	POIDS du cent. carré. gr.
A.	40	54	2160	0,0094	14,710	0,0071
P.	24	22.5	540	0,0100	3,922	0,0073
M.	24	22.5	540	0,0107	4,222	0,0076
V.	22	24	528	0,0104	3,987	0,0075
X.	24	22.2	533	0,0104	4,035	0,0076
2 O.	19	20.5	389	0,0086	2,432	0,0062
O.	19	20.4	389	0,0091	2,570	0,0066
D.	22.1	23	508	0,0088	3,245	0,0064
E.	23	24	552	0,0099	3,614	0,0066

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU N° 2.

COMPOSITION CHIMIQUE.

	A	P	M	V	X	20	O	D	E
Etain.	99,740	99,792	99,752	99,752	99,618	99,618	99.658	99,584	92,222
Plomb.	0,086	0,034	0,174	0,174	0,208	0,208	0,068	0,242	0,294
Fer.	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174	0,483
Antimoine. . . .	Traces	»	»	»	»	»	»	»	6,111
Arsenic.	Traces	»	»	»	»	»	»	»	0,889

ARTS CHIMIQUES.

EXPÉRIENCES RELATIVES A LA FORMATION DE L'OUTREMER ARTIFICIEL, PAR M. J. F. PLICQUE.

« La plupart des hypothèses qui ont été faites sur la constitution chimique de l'outremer reposent sur des analyses exécutées avec différents produits obtenus dans l'industrie. La composition centésimale des matières réagissantes est toujours rigoureusement déterminée ; mais comme, pendant cette fabrication, une partie seulement des composants sert à produire l'outremer, tandis que l'autre donne des produits solubles, éliminés ultérieurement par le lavage ; comme, d'un autre côté, les proportions de silice et d'alumine peuvent varier dans les mélanges sans que la couleur bleue soit sensiblement altérée, les facteurs qui dérivent de l'analyse sont tellement complexes, qu'il devient très-difficile d'en déduire une formule rationnelle.

« J'ai essayé de réaliser la synthèse de l'outremer par une méthode de laboratoire qui me plaçait dans des conditions bien différentes de la méthode industrielle, et me permettait d'employer à la formation du bleu des matières (silice, alumine, soude et soufre) chimiquement pures.

« En cherchant dans quel rapport la silice, l'alumine et la soude peuvent se combiner, je remarquai que le silico-aluminate de soude insoluble, obtenu par M. H. Sainte-Claire Deville et étudié depuis par M. H. Le Chatelier (1), présentait les mêmes proportions de silice et d'alumine que les mélanges employés dans certaines usines pour produire l'outremer bleu.

« Ce silico-aluminate de soude contient 44,6 de silice, 26,4 d'alumine, 16,3 de de soude et 12,7 d'eau. Les rapports de l'oxygène sont 6, 3, 1, 3. En le chauffant pendant trente heures au moufle avec 25 pour 100 de soufre et 2 pour 100 de résine,

(1) *Comptes rendus*, 1874, t. LXXVIII, p. 1046.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on obtient un outremer bleu d'une nuance parfaite; mais, désirant examiner les différentes réactions qui se produisent, j'ai opéré de la manière suivante :

« Le silicate de soude, préparé avec des produits purs, et l'aluminate de soude également pur, étaient mélangés en solutions équivalentes; le produit que j'obtenais, après avoir recueilli le précipité sur un filtre et l'avoir desséché rapidement à 110 degrés, contenait toujours un excès de soude. Ce composé présentait la composition suivante :

Silice.	31,105	31,150
Alumine.	18,402	18,410
Soude..	29,367	29,359
Eau.	20,750	20,749
	99,624	99,668

« On peut remarquer que les proportions de silice et d'alumine correspondent sensiblement à celles du silico-aluminate de soude de M. Henri Sainte-Claire Deville.

« La matière que j'ai employée pour mes expériences renfermait donc 60,86 pour 100 de silico-aluminate de soude, dans lequel les rapports de l'oxygène sont 6, 3, 1. Ce composé contenait de plus 18,01 de soude et 20, 75 d'eau.

« J'ai fait réagir sur cette molécule (3 Si O^2, Al^2 O^3, Na O) l'hydrogène sulfuré et l'acide sulfureux à la température du rouge sombre, environ 750 degrés; j'ai remplacé aussi l'hydrogène sulfuré par le sulfure de carbone et, en opérant pendant plusieurs jours, je pensais obtenir l'outremer cristallisé, signalé à l'Exposition de Vienne par MM. G. Grunzweig, et R. Hoffmann.

« 100 de ce silico-aluminate de soude, chauffés pendant quatre-vingt-dix heures dans la vapeur de sulfure de carbone, m'ont donné 96,840 d'un produit sulfuré, blanc, légèrement jaune, qui, exposé à l'air humide, absorbait l'oxygène avec rapidité en devenant bleuâtre; il se dégageait en même temps de l'hydrogène sulfuré. Ces 96,840, chauffés pendant dix heures dans l'acide sulfureux, jusqu'à ce que le poids fût constant, m'ont donné 107,6 de bleu d'outremer.

« L'acide sulfureux était absorbé en très-grande quantité, et il s'est dégagé, pendant cette seconde phase des opérations, une très-forte proportion de soufre qui s'est déposé dans les parties froides du tube de porcelaine. Le bleu, ainsi obtenu à une température d'environ 750 degrés, ne contenait pas de soufre libre, mais il renfermait 41,3 de sulfate de soude, qui ont pu être éliminés par un lavage à l'eau bouillante. On n'a pu constater de sulfure de sodium soluble.

Cet outremer, lavé soigneusement à l'eau distillée, était d'un *bleu pur* assez foncé, mais ne présentant pas les tons violets des outremers du commerce.

« L'analyse de ce bleu m'a donné les résultats suivants :

Silice.	46,810	3 Si O^2
Alumine.	27,702	Al^2O^3
Soude.	17,280	Na O.
Soufre.	5,217	»
Oxygène, par différence. . .	2,991	»
	100,000	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« En examinant ces chiffres, on voit que la silice, l'alumine et la soude trouvées dans ce bleu sont encore dans le même rapport que dans le silico-aluminate de soude insoluble. La soude en excès, contenue dans le précipité que j'ai employé, a été transformée intégralement en sulfate de soude.

« Comme je n'ai pas obtenu l'outremer cristallisé, je ne puis assigner avec ces données une formule à ce composé, mais on peut conclure de mes expériences :

« 1° Que, contrairement aux assertions de quelques auteurs allemands, l'outremer ne contient pas d'azote ;

« 2° L'outremer bleu proprement dit est formé par un composé oxygéné du soufre et il est probable que ce composé est fixé et sur le sodium et sur l'aluminium.

« En effet, pendant la première période des opérations, passage du sulfure de carbone, le soufre s'est substitué à une partie de l'oxygène dans la molécule de silico-aluminate de soude, et dans la soude en excès il a remplacé complétement l'oxygène. L'acide sulfureux, réagissant à son tour sur ce premier composé, s'est substitué à une partie du soufre de la molécule de silico-aluminate de sodium sulfuré, et, détruisant le sulfure de sodium qui n'était pas lié chimiquement à la silice et à l'alumine, en a fait du sulfate de soude, en vertu de l'équation suivante :

$$NaS + 2SO^2 = NaO,SO^3 + 2S.$$

« Pour obtenir ces résultats, il est nécessaire de maintenir la matière à 750 degrés dans la vapeur du sulfure de carbone pendant plusieurs jours. Si l'on élève la température à 1000 degrés, on obtient dans les mêmes conditions d'expériences ($CS^2 + SO^2$) un produit *noir*, aggloméré, qui, traité par l'eau, dégage de l'hydrogène sulfuré et se transforme en bleu d'outremer. Ce produit contient évidemment le sulfure d'aluminium décomposable de M. Fremy, et cette expérience permet de supposer qu'une partie du soufre peut se trouver dans l'outremer à l'état d'oxysulfure d'aluminium.

« En remplaçant l'hydrogène sulfuré par l'hydrogène sélénié et l'acide sulfureux par l'acide sélénieux, j'ai obtenu un produit *rouge*, analogue au bleu. Le tellure que nous avons essayé en 1875, à l'usine de Fleurieux-sur-Saône, dans des mélanges convenables de kaolin et de carbonate de soude, nous a donné un produit *jaune*. Je n'ai pas encore approfondi, mais je me réserve l'étude de ces nouveaux composés (1). »

(*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

---

(1) En terminant ce résumé de mes premiers travaux sur l'outremer, je me fais un devoir de signaler à l'Académie la collaboration bienveillante de M. Guimet, de Lyon, qui a bien voulu me permettre d'étudier le travail de son usine et d'y commencer ces recherches.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAUDIÈRES A VAPEUR.

SUR LA FORCE DE RÉSISTANCE DES CHAUDIÈRES A VAPEUR, PAR M. J. MILTON.

(Traduit d'un Mémoire lu par l'auteur à l'Institution des *Naval architects*.)

L'introduction des machines composées (*Compound engines*), en permettant sur une large échelle l'emploi de la détente de la vapeur, a réduit la consommation du charbon, pour les machines des navires, de 50 p. 100, et quelques personnes, haut placées dans le domaine de la science, disent qu'il n'y a encore que le dixième de la chaleur développée par le charbon qui soit utilisé. Le seul moyen pratique d'économiser encore le combustible semble être de développer encore plus l'emploi de la détente de la vapeur, et d'augmenter sa pression. La principale difficulté qui se présente alors est d'avoir des chaudières assez solides et d'un usage qui ne soit pas dangereux. Toutes les inventions les plus récentes, pour obtenir de la vapeur à une haute pression, appliquées sous la forme de chaudières tubulaires ou à compartiments, n'ont pas atteint le but proposé lorsqu'elles ont été employées sur mer, et, jusqu'à présent, la chaudière ordinaire cylindrique, malgré tous ses défauts, est la seule à laquelle on puisse se fier. Mais, avec cette forme de chaudière on a atteint un maximum de résistance; les plaques des foyers de ces chaudières ont été portées à une épaisseur de 3 centimètres, et, si l'on voulait dépasser cette épaisseur, on retomberait dans l'impossibilité, du moins avec les procédés connus aujourd'hui, d'avoir des joints étanches; il reste donc à savoir si elles sont susceptibles de produire de la vapeur à une plus forte pression, et ceci mérite une attention sérieuse. La démarche récente des ingénieurs de la Clyde auprès du président du *Board of Trade* semblerait indiquer qu'elles le peuvent, ou, en d'autres termes, que la solidité des chaudières des navires est trop forte ; cette opinion est sans doute le fruit de l'expérience.

Sir W. Fairbairn, qui jouissait d'une grande autorité en cette matière, ne dit pas d'une façon précise quel doit être le coefficient de sûreté. A la page 344 des premiers chapitres de son *Recueil sur les connaissances utiles pour les mécaniciens*, il dit : « Les chaudières à vapeur de tout genre doivent être d'une force suffisante pour résister à 8 fois leur pression normale. » A la page 52 il dit : « Chaque modèle de chaudière employée dans les manufactures, ou à bord des navires, doit être, suivant moi, construit d'une force suffisante pour n'éclater qu'à une pression de 28 à 35 kilogr. par centimètre carré, et les chaudières des locomotives, qui sont sujettes à une fatigue beaucoup plus grande, pour ne céder qu'à une pression de 49 à 56 kilogr. par centimètre carré. » Les chaudières des usines étaient employées alors avec une pression de $2^k,8$ à $4^k,9$ celles des navires, à l'exception de celles de quelques canonnières de la marine royale, avec une pression de $1^k,4$ et pour les locomotives la pression allait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à 14 kilogr. ; ceci indiquerait comme coefficient de sûreté de 6 à 12 pour certaines chaudières et 4 seulement pour les locomotives. A la page 51, chapitre Ier, en calculant la force des entretoises intérieures, il dit : « Le rapport de leur force à la pression sera environ comme 4,5 est à 1, ce qui est une bonne proportion. » A la page 103, chapitre III, en parlant du chiffre 6, il dit : « Ce n'est pas faire à la sécurité une part trop grande ; mais ce coefficient est suffisant, pourvu que les plaques soient de la meilleure qualité, et qu'elles aient été montées avec le plus grand soin. Le professeur Rankine, dans sa *Mécanique appliquée*, donne 3 comme coefficient de sûreté pour les constructions en fer forgé soumises à des efforts constants ; aucun effort ne peut être plus constant que celui de la pression de la vapeur, mais il pense que les chaudières à vapeur doivent avoir 8 pour coefficient. Maintenant, les expériences ont montré d'une façon concluante que, jusqu'à une température dépassant considérablement celle à laquelle il est pratique d'employer la vapeur, le fer ne perd pas de sa force ; et comme aucune partie d'une chaudière convenablement dessinée n'est soumise à une température plus élevée que celle de la vapeur qu'elle renferme, à moins d'être renforcée à cet effet, il n'y a pas de raison pour faire une si grande différence dans le coefficient de sûreté.

l'Association des *Steam Users* de Manchester, fondée par Fairbairn pour éviter les explosions des chaudières, considère que, pour des chaudières bien construites et soigneusement examinées à des époques périodiques, un coefficient de sûreté de 4 est suffisant ; l'exactitude de cette opinion est démontrée par l'absence d'explosions dans les chaudières garanties par eux ; mais nous ne pouvons évidemment conclure de là que le même coefficient serait suffisant pour les chaudières de la marine, qui souvent ne peuvent pas être soumises à un examen soigneux et régulier comme les chaudières de terre. Les vieux modèles de chaudières rectangulaires, produisant de la vapeur d'une pression de $0^k,70$ à $2^k,11$, avaient un coefficient de 4 seulement, et les accidents qui arrivaient étaient plus nombreux en proportion du nombre de chaudières employées qu'avec le coefficient plus fort 6, qui est généralement adopté maintenant dans le pays, quoique bien des améliorations dans la pratique aient mis les constructeurs de chaudières à même de faire mieux, et de présenter plus de garanties qu'autrefois. Quoique le coefficient actuel de sûreté soit nominalement 6 pour beaucoup de chaudières en usage aujourd'hui, il y a des parties qui, soit par suite d'erreur ou de besoin de connaissances plus étendues de la part de leurs dessinateurs, sont beaucoup plus faibles que d'autres, et qui réduisent, par suite, de beaucoup le coefficient de sûreté réel. Nous trouvons, cependant, que ces parties faibles sont souvent assez fortes pour le service qu'elles ont à faire, car, après un service de beaucoup d'années, elles ne montrent aucun signe de faiblesse. Si ces parties sont réellement assez fortes, la force exagérée du reste de la chaudière n'est alors qu'un excédant de poids inutile.

La question de fixer le coefficient de sûreté d'une façon définitive est, comme on le voit, d'une importance très-grande. S'il pouvait être en toute sûreté réduit de 6 à 4

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou 4,5, un grand pas serait gagné. Les chaudières qui sont chargées à $4^k,2$ pourraient l'être à $5^k,6$ ou $6^k,3$, et celles qui le sont à $4^k,9$, $5^k,3$ ou $7^k,0$, en se servant du facteur 3, qui était l'ancien, pourraient l'être pour des pressions plus fortes, et la nécessité d'employer des chaudières tubulaires, ou à compartiments, serait écartée pour l'avenir. Une question aussi importante que la détermination du coefficient lui-même est celle du procédé à employer pour le mesurer. Quel que soit, d'ailleurs, le coefficient exigé pour des chaudières neuves, il doit permettre un certain affaiblissement des plaques avant de forcer à réduire la pression. Certaines parties des chaudières s'oxydent beaucoup plus rapidement que d'autres, et même, pour le même degré d'oxydation, quelques-unes sont plus affaiblies que d'autres. Par exemple, la force de la partie cylindrique d'une chaudière, dépendant de son épaisseur, n'est pas aussi affaiblie par un certain degré d'oxydation que les plaques des extrémités dont la force est en raison du carré de leur épaisseur. Ainsi, pour la partie d'un joint où sont les rivets, la plaque souffre de l'oxydation, tandis que le rivet n'en souffre pas. Il est, par suite, juste de faire les parties d'une chaudière qui fatigue le plus très-fortes au début; de cette façon, lorsque la chaudière est sur le point d'être usée, la force de ses différentes parties est presque uniforme. Ceci nécessite un coefficient différent pour chaque partie de la chaudière, et comme la force d'une chaudière est celle de sa partie la plus faible, le coefficient d'une chaudière est le minimum des coefficients des différentes parties. Une chaudière faite suivant ce principe durerait aussi longtemps et serait aussi sûre qu'une autre faite avec un coefficient égal au maximum de ceux généralement en usage; il s'ensuit donc que le coefficient d'une chaudière neuve n'indique plus sa valeur ni son degré de sûreté lorsqu'elle a servi quelque temps.

Lorsqu'on a définitivement arrêté quelle doit être la force des différentes parties d'une chaudière, il est facile de déterminer l'épaisseur de ces parties, car les efforts qu'elles auront à supporter à l'intérieur sont, pour la plupart, faciles à calculer. Considérons, par exemple, la partie extérieure d'une chaudière cylindrique. Si nous prenons un anneau ayant l'unité pour longueur, et examinons les forces agissant sur des sections longitudinales faites aux extrémités d'un diamètre, nous voyons que toutes ces forces réunies seront égales à la pression intérieure multipliée par le diamètre, d'où la force totale par unité de longueur est égale à la pression multipliée par le rayon. La pression sur les extrémités d'une chaudière est presque toute supportée par les tirants; mais si cela n'était pas et qu'elle fût supportée entièrement par les plaques intérieures, l'effort serait la moitié de ce qu'il serait sur des sections longitudinales. Grâce à ce fait, nous trouvons relaté, dans les ouvrages sur la force des matériaux, que les joints placés sur des sections circulaires n'ont besoin que d'une seule rangée de rivets, tandis que ceux placés sur des sections longitudinales en ont besoin de deux ou de trois rangées. J'examinerai maintenant les efforts agissant sur ces joints.

Dans les chaudières ayant des côtés plats avec les parties supérieures et inférieures

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de forme demi-cylindrique, les parties courbes sont soumises au même effort que si elles faisaient partie d'une chaudière cylindrique de même rayon, et les côtés plats ont à suppporter un effort égal à celui qui agit sur les parties courbes.

Pour permettre à ces parties plates de garder leur forme, elles sont reliées entre elles par des tirants allant de l'une à l'autre en dedans de la chaudière ; il est à remarquer qu'elles sont sujettes aux mêmes efforts de torsion que les plaques des extrémités verticales de la chaudière, en les supposant étayées de même ; mais elles ont toutefois, en outre, à supporter la pression provenant des parties supérieures et inférieures.

Pour que ces côtés plats aient le même coefficient de sûreté que les parties circulaires du haut et du bas, elles ont donc besoin d'être solidement renforcées par des cornières en forme de **Z** ou de **T**, ou d'autres formes.

Dans beaucoup de ces chaudières, et principalement dans les chaudières de petits treuils à vapeur, ce point n'a pas reçu une attention suffisante, et c'est, par suite, leur point le plus faible. Telle est une des remarques sur les parties faibles des chaudières dont j'avais parlé plus haut.

Quelques ingénieurs semblent admettre que toute partie circulaire d'une plaque de chaudière est aussi forte que si elle faisait partie d'une chaudière cylindrique de même rayon. Mais ceci est vrai seulement quand les extrémités de cette partie circulaire sont maintenues de la même façon que si elles faisaient partie d'une chaudière cylindrique, c'est-à-dire par des forces tangentielles d'une intensité égale à la pression multipliée par le rayon. Un exemple intéressant de faiblesse provenant de cette cause est celui de deux jeux de chaudières, faites à Londres, en 1875. Il n'y avait pas de place pour mettre deux chaudières circulaires sur des navires ; elles furent faites de deux parties circulaires ayant le même rayon et placées l'une en dessus, l'autre en dessous, les côtés ayant été enlevés. Le diamètre du cercle, dont ces deux parties étaient des arcs, avait une longueur de 3 mètres. La corde de ces arcs, c'est-à-dire la largeur de ces chaudières, était de $2^{m},40$. Ces deux parties étaient reliées par trois rangées d'entretoises. Il fut supposé par le constructeur de ces chaudières que le haut et le bas étant circulaires, pouvaient être laissés tels quels et que les entretoises suffisaient amplement pour les parties plates. Si ces parties plates avaient pu être gardées parfaitement rigides une fois soumises à la pression de la vapeur, elles auraient fait équilibre à la tension supportée par les parties circulaires (puisque le haut et le bas avaient un même rayon) et il n'aurait pas été nécessaire d'ajouter des entretoises ; mais les parties plates cédèrent, la tension sur les parties circulaires les fit rentrer en dedans, en haut et en bas, comprimant ainsi les rangées supérieures et inférieures des entretoises.

Ces changements des formes furent si grands avec les variations de la pression, que les chaudières eurent toujours des fuites autour des bandes de cuir que l'on avait placées dans les coins. Ceci rendit leur faiblesse si apparente, que l'on demanda conseil pour savoir le meilleur moyen de les renforcer. Elles furent alors renforcées par des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cornières en fer de 10 centimètres de côté et de 1 centimètre d'épaisseur, placées à 60 centimètres l'une de l'autre, faisant tout le tour des chaudières et reliées par des étais très-rigides.

Les chaudières furent alors essayées à une pression double de la pression normale, et soigneusement examinées ; elles avaient bougé considérablement dans le haut, mais n'avaient pas éprouvé de déformation véritable ; elles donnèrent néanmoins beaucoup d'ennui par la suite, surtout pour les joints où étaient les bandes de cuir et pour les rivets assujettissant les cornières aux parties courbes.

Une autre cause de faiblesse sérieuse pour les chaudières est l'habitude de percer les trous d'homme dans l'enveloppe circulaire et de ne pas compenser cette diminution de force. Ces trous sont quelquefois placés avec leur plus grand diamètre dans le sens longitudinal, et dans le but de les renforcer, on place alors un anneau mince et étroit que l'on rive sur le bord. Il n'est pas rare, en effet, de trouver, dans les chaudières faites il y a peu d'années, des trous d'homme d'un diamètre de 40 centimètres, faits dans des plaques de 18 millimètres, renforcés par un anneau de 75 millimètres de largeur et de 12 millimètres d'épaisseur ; et dans ces anneaux les trous percés pour les rivets sont presque égaux en surface aux parties pleines qui restent de chaque côté. Ce fait n'a pas reçu une attention suffisante de la part du plus grand nombre des mécaniciens ; l'habitude consiste généralement à appliquer comme renfort une plaque de même épaisseur que celle de la chaudière et à l'assujettir le mieux possible, pour que tout effort se produisant se fasse sentir également sur cette plaque. Le procédé qui consiste à employer de larges montures pour trous d'homme, ou colliers, en fonte, présente aussi de graves inconvénients ; ils sont la source d'une grande faiblesse, même s'ils sont du meilleur modèle ; car, pour un même effort, la fonte se détend beaucoup moins que le fer, et si deux parties, l'une en fonte et l'autre en fer, sont appelées à s'étendre ensemble, la première viendra à casser bien avant la seconde.

Une autre erreur, bien commune au début, était de placer sur les chaudières des dômes cylindriques pour la vapeur, avec un dessus en forme de plat, surtout lorsqu'ils étaient d'un large diamètre. Le haut de ces dômes était sans doute, dans la plupart des cas, suffisamment fort, mais il n'en était pas de même pour le bas. Si nous considérons une portion cylindrique quelconque de l'enveloppe d'une chaudière, pour qu'elle soit soumise à une tension directe, il est nécessaire qu'une pression intérieure, uniforme, agisse sur elle et que ses extrémités soient maintenues par des forces tangentielles égales à la tension qui agit sur elle ; mais la partie de la chaudière qui est placée sous les dômes en général ne rentre pas dans ces conditions.

Les forces tangentielles agissent sur ses extrémités, mais comme la pression de la vapeur agit des deux côtés de la partie de la chaudière recouverte par le dôme, rien ne lui vient en aide pour l'empêcher de se déformer. Il tend par suite à s'allonger, comme un tirant qui serait plié, et en s'allongeant le bas du dôme tend à s'ouvrir et cause ainsi un grand effort de flexion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce qui vient encore affaiblir les chaudières dans cette partie est le trou d'homme qui y est pratiqué et qui n'y reçoit généralement rien pour le renforcer. Un grand nombre de chaudières faites de cette façon sont aujourd'hui en usage et doivent être certainement beaucoup plus faibles dans cet endroit qu'on ne le suppose.

Il serait cependant nécessaire de faire cette partie des chaudières aussi forte que le reste, car elle reçoit une pression égale à la pression de la vapeur uniformément répandue dans la chaudière.

Si l'on faisait le haut des dômes plat, en les étayant par des montants verticaux, on atteindrait presque le but nécessaire. La plupart des ingénieurs, lorsqu'ils placent des dômes verticaux, les font avec une partie contractée dans le haut comme un cou. Ces pièces en forme de cou sont faites en métal très-fort, de façon à compenser la perte de force produite en coupant le trou d'homme.

En disposant les différents éléments qui composent une chaudière, suivant les efforts qu'ils ont à supporter, il faut se rappeler qu'ils ne sont pas d'une force uniforme. Fairbairn semble avoir été le premier à attirer l'attention sur le fait que la force d'un joint n'est pas la même que celle des plaques qu'il relie, et il fit une série d'expériences pour déterminer la force exacte des joints. Les conclusions auxquelles il arriva furent que, pour des joints bien conditionnés : 1° la somme de la section des rivets devait être égale à la surface de la section de la plaque prise dans le sens de la ligne des rivets ; 2° il arriva à trouver que la force d'un joint était en raison directe de la surface de la plaque restant entre les trous des rivets ; 3° que la force par centimètre carré de la plaque, restant entre les trous des rivets, était considérablement réduite dans le cas d'une seule rangée de rivets, et l'était moins dans le cas où il y avait une double rangée de rivets ; 4° que, dans la pratique, les proportions sur lesquelles on pouvait compter en toute sûreté, comme représentant la force des joints, étaient à bord des navires, soit pour chaudières à vapeur, soit pour joints étanches contre l'eau, de 70 p. 100 pour les rivets doubles et de 56 p. 100 pour les rivets simples.

Ces expériences furent faites sur des plaques d'environ 6 millimètres seulement l'épaisseur habituelle des plaques de chaudières étant de 9 millimètres ou 11 millimètres.

On voit que le résultat de ces expériences se rapporte bien aux conditions qui se présentaient dans la pratique à cette époque. Fairbairn, dans plusieurs endroits de ses *Informations utiles*, constate que la force d'une rangée simple de rivets est de 56 p. 100, et celle d'une double rangée de 70 p. 100 ; sans dire toutefois que ces nombres ne sont exacts que lorsque les dimensions des rivets sont dans une proportion donnée par rapport à l'épaisseur de la plaque ; on en conclut, par suite, qu'il a posé un axiome vrai pour toute rangée simple et double de rivets. Il faut ajouter, cependant, que l'augmentation dans les pressions des chaudières et dans leurs diamètres ayant nécessité l'emploi de plaques plus épaisses, et le rapport des dimensions des rivets par rapport à l'épaisseur des plaques n'ayant pas été fixé, il s'ensuit que, dans beaucoup de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cas, les gros rivets étant difficiles à bien river, on a des joints qui deviennent très-faibles, quoiqu'on leur suppose les forces admises de 70 et 56 p. 100.

Fairbairn trouva en outre, par d'autres expériences, qu'en croisant d'une façon convenable les lignes des joints à rivets simples d'une chaudière, la force était de 2,390 kilogr. par centimètre carré, retrouvant ainsi un quart de la force perdue par chaque joint ; il semble donc naturel de supposer que, pour des joints à double rivet, on trouverait une augmentation de force analogue en les combinant convenablement.

Les expériences faites par l'Association des *Steam Users* de Manchester et par MM. J. Elder et comp. ne permettent pas cependant d'arriver à la même conclusion. En effet, dans les expériences qu'ils firent, les joints cédèrent, probablement au milieu d'abord, soumis à une force relativement faible qui montra que le croisement des lignes des joints n'avait pas augmenté leur force ; il est probable que les plaques employées par Fairbairn, dans ses expériences, étaient beaucoup plus étroites que celles employées par les autres personnes, et évidemment l'effet du croisement des lignes de joint doit être beaucoup plus sensible avec des plaques étroites qu'avec des larges. Lorsque les côtés plats des chaudières, tels que les extrémités, les foyers, les surfaces de chauffe, etc., sont exposés à la pression de la vapeur, il sont sujets à être pliés et tordus ; pour leur conserver leur forme, on les soutient par des tirants.

Le tirant qui soutient une plaque doit être alors assez fort pour résister à la pression qui agit sur la plaque ; il arrive généralement que, dans les chaudières des navires, il y a en face de chaque surface plate une autre surface plate de même surface qui lui est opposée. Si alors ces deux surfaces sont réunies par des entretoises, les pressions qu'elles supportent étant les mêmes, elles se soutiennent mutuellement.

Mais on voit quelquefois des chaudières dans lesquelles les parties plates opposées et reliées l'une à l'autre sont de surface inégale ; il est difficile alors que la plus petite puisse faire équilibre à la plus grande. Les parties plates d'une chaudière peuvent céder de deux façons : les entretoises peuvent se casser, ou les plaques peuvent céder entre celles-ci.

En disposant les entretoises, il est d'usage de ne pas tenir compte de la rigidité de la plaque, et de supposer que chacune d'elles supporte à elle seule la pression qui s'exerce sur la surface de plaque qu'elle a à soutenir ; sans doute là où les entretoises sont soigneusement ajustées, la pression est bien l'effort qui s'exerce sur elles, mais dans les cas où ces entretoises sont fixées par des chevilles, quelques-unes d'entre elles ont souvent un peu de jeu et ne supportent alors aucun effort ; la force est faite alors par leurs voisines. Les plaques entre les entretoises sont dans une condition analogue à celle d'une poutre uniformément chargée, qui serait supportée à ses deux extrémités par ces entretoises. Leur force de résistance doit être, par suite, directement proportionnelle au carré de l'épaisseur et, inversement, au carré de la portée. Les données expérimentales pour la force de ces plaques sont très-rares. Fairbairn fit quelques expériences sur des plaques plates ayant des entretoises, distantes de 10 à 12 centi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètres ; mais de ces expériences il ne sortit aucun résultat définitif quant à la force des plaques suivant leur épaisseur et la distance des entretoises, car elles ne réussirent pas pour des motifs entièrement différents. Les expériences faites à Portsmouth montrèrent qu'avec de plus grandes portées entre les entretoises que celles employées par Fairbairn, si celles-ci étaient vissées dans les plaques et simplement rivées par dessus, les plaques se coupaient autour d'elles, permettant alors de les retirer sans que les filets des vis aient été abîmés ; mais lorsque les entretoises étaient maintenues par des écrous, elles restaient fixées aux plaques qui fléchissaient et résistaient à une plus forte pression. Les parties des plaques qui ont le plus de tendance à se plier, sont celles qui se trouvent sur les lignes joignant les tirants ; ici, je tiens encore à faire ressortir un point faible pour beaucoup de chaudières. Dans les chaudières qui ont des chambres à combustion séparées, il y a un espace libre entre les différentes boîtes à tubes ; cet espace est généralement assez grand pour permettre à un homme de passer dedans, et comme la plaque de tête des tubes est étayée à chaque rangée de tubes, toute la surface de la plaque entre les tirants reste soumise à la pression, tandis que le long de la ligne des tirants, où la flexion de la plaque doit être la plus forte, il y a environ 70 p. 100 de sa surface enlevés. Pour ce qui regarde les fourneaux circulaires, je pense que l'on peut dire en toute sûreté que personne à présent ne connaît leur force. Fairbairn a fait une série d'expériences sur l'écrasement des tubes relativement à leur diamètre, leur épaisseur et longueur ; les résultats sont d'une extrême importance, car il montrent d'une façon concluante qu'avec le même diamètre et la même épaisseur, la force décroît avec la longueur. De ces expériences, il déduit des formules pour calculer la force d'un tube ou tuyau quelconque ; mais il donne comme limite que la longueur ne doit pas excéder 20 diamètres, et constate que, dans aucun cas, le diamètre ne doit excéder la moitié de celui de la chaudière, en supposant des plaques de même épaisseur et une même pression. On doit remarquer, dans ces expériences, qu'à l'exception des n^{os} 31 et 32, résultats qu'il rejette lui-même, seulement un, le n° 20, n'avait que 2,5 diamètres de longueur, c'est-à-dire à peu près la proportion habituelle des fourneaux des chaudières des navires, pendant que son épaisseur était seulement un quart de l'épaisseur habituelle. Il ressort, par suite, que nous ne pouvons appliquer rigoureusement les règles de Fairbairn aux fourneaux des chaudières des navires sans vérifier leur exactitude par des expériences sur les fourneaux actuels. Une application rigoureuse des règles de Fairbairn rend nécessaire, dans plusieurs cas, soit de subdiviser les fourneaux au moyen d'anneaux, ou d'employer des plaques plus épaisses que l'expérience n'a prouvé nécessaire de faire. Il est hors de doute que des anneaux de ce genre renforcent les fourneaux contre la pression de l'eau froide, mais qu'ils présentent bien des objections sous d'autres rapports. En mettont de côté l'emploi des joints d'Adamson, ils exposent, en effet, au feu une rangée de rivets de plus, ils sont difficiles à tenir propres et empêchent un accès facile dans les autres parties de la chaudière. En outre, à cause de certaines conditions qui se pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sentent dans la pratique, et auxquelles je fais allusion maintenant, il rendent les fourneaux plus faibles que s'ils n'existaient pas. Une nouvelle forme de fourneau a été dernièrement introduite par MM. Fox, de Leeds. Ils l'entourent d'une enveloppe ondulée qui forme ainsi une série d'anneaux qui rend la force indépendante de la longueur, n'ayant alors à résister qu'à une compression directe. MM. Fox proposent d'écraser par la presse hydraulique un de ces fourneaux conjointement avec un de ceux de forme et de dimension habituelles.

Cette expérience aura une grande valeur, comme apportant une vérification pour l'exactitude des règles de Fairbairn. La force des fourneaux des chaudières ordinaires verticales des petites pompes ou machines séparées mérite une attention très-sérieuse. Cette classe de fourneaux est généralement d'une très-faible longueur, comparée au diamètre. Ils sont faits avec des joints à simple rivet disposés dans le sens de la longueur, et les plaques ont généralement 9 ou 11 millimètres. Comme cette forme de chaudière a une très-faible surface de chauffe comparée au foyer, il est nécessaire d'avoir des plaques minces.

Quand ce genre de chaudières fut introduit, elles étaient de petite dimensions et certainement assez fortes, mais, dans ces dernières années, comme on a demandé de beaucoup plus grandes chaudières avec des pressions plus élevées, on a, pour ainsi dire, dépassé leur force. Avec ces dimensions et ces pressions plus fortes, l'enveloppe a bien été faite plus forte, mais pour le fourneau on a conservé des plaques de même épaisseur qu'avant. On semble avoir perdu de vue qu'un tube circulaire, exposé à une pression extérieure, est soumis à un effort de compression d'égale intensité à l'effort de tension qui serait produit par une pression intérieure de même force ; ajoutons en outre que, quoique le fer soit plus faible pour résister à la compression qu'à la tension, nous trouvons souvent les enveloppes extérieures des fourneaux, qui sont seulement de quelques centimètres plus larges, faites avec des plaques de 14 millimètres, à simple rivet, tandis que les fourneaux sont faits avec des plaques de 11 millimètres, à simple rivet également. Fairbairn dit d'une façon précise que si les plaques des fourneaux sont de même épaisseur que celles de la chaudière, la dimension des fourneaux ne doit pas exéder la moitié ou les 2/3 de celle de la chaudière. On trouve quelque-uns de ces fourneaux avec une rangée d'entretoises disposée au milieu de leur longueur ; ceci est, évidemment, pour se conformer aux règles de Fairbairn, quoiqu'elles ne puissent dans ce cas être rigoureusement appliquées. D'autres fabricants mettent des entretoises très-espacées les unes des autres dans tout le pourtour des fourneaux ; mais il est douteux que ces entretoises, ainsi réparties, soient une source de force. Si une plaque était d'une épaisseur seulement assez forte pour résister à une pression plus faible que celle à laquelle la chaudière doit servir, ce serait certainement une erreur de supposer qu'en mettant quelques étais de plus, on lui permettrait de résister à une pression plus forte. Le vrai moyen, suivant mon opinion, d'apporter un renfort sérieux serait de placer des entretoises aussi près que possible les unes des autres,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme pour des surfaces plates de même épaisseur. Les côtés circulaires des chambres de combustion rentrent dans le même cas ; aussi ces chambres sont-elles partout étayées de la même façon que si leurs côtés étaient plats.

Je pense avoir montré que, dans beaucoup de chaudières des navires d'aujourd'hui, il existe des points d'une faiblesse anormale, qui rendent le degré de sûreté plus faible que celui qu'on leur suppose ; mais néanmoins, quoique faible, il est quelquefois suffisant pour que l'emploi des chaudières ne présente aucun danger. Ceci montre, pour moi, que si nous pouvions être sûrs du coefficient de sûreté des chaudières, il pourrait être beaucoup plus faible que celui qui est jugé nécessaire aujourd'hui et permettre d'affirmer néanmoins que les chaudières sont exemptes des accidents habituels. Mais il y a certains efforts qui agissent sur les chaudières et qui, à certains moments, sont beaucoup plus grands que ceux produits par la pression normale et tout à fait indépendants du coefficient de sûreté que l'on a adopté. Je veux parler ici des efforts que cause l'inégale dilatation des différentes parties. Les plaques de fer ordinaire laissées libres se dilatent de 0,0000064 de leurs dimensions linéaires pour chaque degré Fahrenheit d'élévation de température ; mais si elles sont soumises à un effort, leur dilatation dépend de la qualité du fer ; plus le fer est souple, plus l'altération est grande en ce cas. Prenant comme valeur moyenne de E 29000000 (valeur donnée par Rankine), nous trouvons qu'une pression de 13 kilogr. par centimètre carré produira la même dilatation que 1 degré Fahrenheit. Si, maintenant, les extrémités d'une plaque sont fixées d'une façon rigide qui empêche toute altération dans sa longueur et qu'elle éprouve une augmentation de température de 1 degré Fahrenheit, elle aura à résister à un effort de compression de 13 kilogr. par centimètre carré, et si c'est un abaissement de température de 1 degré, elle subira un effort semblable de tension ; il faut remarquer que ces efforts sont complétement indépendants de la surface de la plaque. Dans le cas d'un fourneau, la partie au-dessus du feu, spécialement lorsqu'elle est recouverte d'une légère couche de sel préservatrice de l'oxydation, est considérablement plus chaude que la partie qui est en dessous des barres ; d'où le haut du fourneau tend à s'allonger beaucoup plus que le bas. Si donc les parties qui maintiennent les extrémités du fourneau étaient assez rigides pour forcer le haut et le bas à conserver la même longueur, le haut se trouverait resserré, le bas allongé, et chaque degré de différence dans la température produirait sur le haut et sur le bas un effort de $6^k,5$ par centimètre carré. Mais, dans la réalité, les parties qui maintiennent les extrémités du fourneau n'ont pas cette rigidité, et les efforts produits par les inégalités de dilatation ne se font pas sentir seulement dans ce sens, mais aussi au milieu du fourneau et c'est là que le plus grand effort s'exerce.

Il est évident que tous ces efforts ne sont pas uniformément répartis ; par suite, leur maximum doit être plus fort que leur moyenne, et, avec de grandes différences de température les efforts en jeu sont très-considérables. Si l'on place des anneaux dans les fourneaux, tout l'effort se produisant sur les plaques sera supporté par la surface

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une section faite dans le sens des trous des rivets, ou par des parties très-affaiblies quand le système d'anneau Adamson est employé. Dans ces exemples, les anneaux ont rendu les fourneaux plus faibles qu'ils n'étaient avant, quoique leur but soit de les renforcer. Sur un navire à vapeur, un certain nombre de fourneaux munis de joints Adamson furent mis complétement hors de service la première fois qu'on chauffa. Le seul moyen de renforcer les fourneaux serait d'empêcher, par suite, les différences de température ou de permettre à la couronne d'avoir un certain jeu. L'anneau de Bowling est supposé, lui, conserver un certain jeu, mais ce jeu est bien faible comparé à l'effort qui se produit. Le meilleur moyen serait de sertir la couronne du fourneau dans un tube de large rayon. Le rayon habituel des anneaux Adamson est beaucoup trop petit pour permettre à aucune dilatation appréciable d'avoir lieu. Dans le fourneau de Fox le grand nombre d'ondulations permet à la dilatation de se produire, sans qu'il en résulte sur le fourneau un effort trop considérable.

Considérons maintenant l'enveloppe de la chaudière. Lorsqu'on chauffe pour produire la vapeur, et longtemps après le moment où on a de la vapeur dans la chaudière, l'eau dans toute la partie qui est en dessous des barres du foyer reste froide, à moins que l'on n'emploie quelque moyen pour la faire circuler, tandis qu'au-dessus elle est de la même température que la vapeur. Le bas de la chaudière reste par suite froid, tandis que le haut, les fourneaux, les étais, les tubes ont la température de la vapeur ou une supérieure ; comme dans le cas des fourneaux, alors les parties du haut tendent à se dilater plus que celles du bas et éprouvent un effort de compression pendant que celles-ci ont à supporter une tension. Mais, d'un côté, la surface des parties supérieures excède celle des parties inférieures, de l'autre, l'effort de tension dépasse de beaucoup l'effort de compression (la différence de température de la vapeur à $4^k,9$ par centimètre carré et de l'eau d'alimentation à 100 degrés est 216 degrés Fahrenheit) ; il résulte, par suite, une torsion si considérable, que presque toujours on trouve les joints si fatigués dans le bas des chaudières qu'ils ne sont plus étanches, tandis que les joints des sections longitudinales sont, pour la plupart, en bon état. Ceci montre d'une façon concluante que les premiers ont à résister à des forces beaucoup plus grandes ; aussi voit-on la plupart des constructeurs mettre des rivets doubles à ces joints, qui n'auraient besoin que de rivets simples s'ils avaient à résister seulement à des pressions produites par de l'eau froide. Dans plusieurs chaudières, ces effets de dilatation inégale ont été si prononcés que, quoiqu'elles fusssent à double enveloppe dans leurs extrémités, les plaques ont été brisées entre les trous des rivets. Pour réduire ces effets, il faut se servir de fer doux et liant pour les plaques, qui fatigueront alors moins pour une déformation donnée ; de plus il faut rendre, autant que possible, les joints des sections circulaires aussi forts que les plaques elles-mêmes, et établir la circulation de l'eau à l'intérieur pour empêcher les différences de température qui se produisent lorsqu'elle n'existe pas. Pour ce qui concerne le premier de ces *desiderata*, je pense qu'il n'est pas douteux que l'acier de Landore, que l'on emploie maintenant pour les chaudières des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

navires, sera trouvé le meilleur, non-seulement à cause de sa force, mais à cause de sa souplesse.

Quand à la circulation de l'eau, plusieurs dispositions ont été adoptées. Par exemple, quelques mécaniciens installent une prise pour la pompe alimentaire en dessous de la chaudière, et dès que les feux sont allumés, ils mettent la pompe en marche au moyen d'une chaudière spéciale et retirent ainsi l'eau de la partie inférieure pour la renvoyer à la partie supérieure ; ils continuent ainsi jusqu'à ce que cette eau soit à la même température que celle du niveau supérieur. Il y a aussi comme circulateurs, ceux de Weir, qui ont également besoin d'avoir une pompe ayant une chaudière spéciale. Les tubes de Galloway sont placés quelquefois aussi dans les chambres de combustion pour activer la circulation de l'eau, ou remplacés par des tubes en cuivre ; d'autres personnes forment des espèces de tuyaux verticaux dans les espaces compris entre les chambres à combustion, en disposant des plaques entre les plaques arrière des tubes et la partie arrière de ces chambres. Je ne prétends pas dire lequel de ces procédés est le meilleur ; mais il est évident que, de deux procédés donnant les mêmes résultats, le meilleur est celui qui est obtenu par la forme de la chaudière, sans obliger le mécanicien à une préparation spéciale, telle que d'avoir, avant d'allumer les feux, de la pression dans une chaudière auxiliaire ; le premier de ces systèmes fonctionnera, en effet, de lui-même et l'autre seulement lorsque le mécanicien se sentira surveillé par son chef. (*Revue maritime et coloniale.*)

NÉCROLOGIE.

MORT DE M. LAMY, MEMBRE DU CONSEIL DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT (1).

La première perte que la Société d'encouragement a faite cette année est une perte douloureuse pour la Science et pour la jeunesse des écoles. M. Lamy, professeur à l'Ecole centrale des arts et manufactures, est mort à la suite d'une maladie relativement courte et en pleine activité d'une carrière déjà bien remplie.

Ses obsèques n'ayant pas eu lieu à Paris, nous donnons le discours qu'avait préparé l'un de ses collègues, M. Debray, ainsi que celui qu'à prononcé à Loos, où M. Lamy a été enterré, M. Violette, doyen de la Faculté des sciences de Lille.

Discours de M. Debray.

« Notre regretté collègue, M. Lamy, appartenait au comité des arts chimiques

(1) Lu dans la séance du 22 mars 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la Société d'encouragement depuis l'année 1869. Lorsqu'il y est entré, appelé par le suffrage unanime du Conseil, M. Lamy était déjà en possession de la notoriété que lui avaient si justement valu de brillants services dans l'enseignement, de beaux travaux scientifiques et une connaissance parfaite des industries chimiques. Sa compétence en matière de science appliquée venait d'être reconnue, si l'on peut dire, d'une manière officielle, par sa nomination à la chaire si importante de chimie industrielle de l'Ecole centrale. Tout nous faisait donc un devoir de l'appeler parmi nous et de faire profiter notre Société de son expérience et de ses lumières. Depuis 1869, sa science et son dévouement ne nous ont jamais fait défaut ; aussi sa mort prématurée laisse dans notre comité un vide difficile à remplir.

« Le moment n'est pas venu de rapporter en détail les nombreux services qu'il a rendus à l'enseignement, à la science pure et à l'industrie : il suffira aujourd'hui de retracer les principaux incidents de sa vie utile et bien remplie, pour montrer, s'il était nécessaire, l'étendue de la perte que nous venons de faire.

« Lamy (Claude-Auguste) est né dans une commune voisine de Champagnolles (Jura), le 15 juillet 1820, En 1842, il entra à l'Ecole normale où il devint le condisciple de MM. Pasteur et Lissajous et se dirigea, comme eux, vers les sciences physiques. Il en sortit en 1845, après avoir subi avec succès les épreuves difficiles du concours de l'agrégation des lycées. On l'envoya alors professer la physique et la chimie à Limoges, puis à Lille où s'est écoulé une grande partie de sa vie et où vont bientôt reposer ses restes mortels.

« Son enseignement dans ce dernier lycée, clair et substantiel à la fois, ayant été bientôt apprécié au dehors, il fut nommé par la municipalité professeur de l'un de ces cours publics, restés célèbres à Lille, où ils formaient une sorte de faculté industrielle, fondée en 1823, et illustrée par l'enseignement de trois savants de cette grande ville, correspondants tous trois de l'Académie des sciences : j'ai nommé notre vénéré collègue, M. Kuhlmann, le physicien Delezenne et le botaniste Lestiboudois.

« Ces occupations multiples n'éteignaient pas chez M. Lamy le désir de la recherche scientifique. En 1851, la Faculté des sciences de Paris recevait de lui deux thèses de doctorat sur les importants phénomènes de sursaturation, et sur une belle substance organique qu'il avait retirée des végétaux inférieurs. Aussi, lorsqu'en 1854, une Faculté des sciences vint remplacer les cours publics de Lille, Lamy fut choisi comme premier titulaire de la chaire de physique. Peu de temps avant, il entrait dans la famille de M. Kuhlmann,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui avait su apprécier à leur juste valeur les qualités sérieuses de son cœur et de son esprit. Je n'ai pas à parler ici d'une union que nous avons vue, il y a peu de temps encore, si heureuse et qu'une mort prématurée vient de briser avant l'heure; je dirai seulement que le mariage de M. Lamy lui imposait le devoir de diriger ses études vers les applications industrielles.

« En 1862, en suivant cette nouvelle voie, qui semblait l'éloigner de la science pure, il trouvait dans l'étude des dépôts des chambres de plomb l'occasion d'un travail bien remarquable.

« MM. Bunsen et Kirchoff avaient, en 1860, montré toute la fécondité de l'analyse spectrale dont ils avaient singulièrement simplifié l'emploi, en découvrant dans certaines eaux minérales de l'Allemagne deux nouveaux métaux alcalins le *Rubidium* et le *Cæsium*, que les méthodes ordinaires n'y avaient même pas fait soupçonner.

« En mars 1861, un savant anglais, M. W. Croockes, annonçait qu'un dépôt sélénifère du Hartz, soumis à l'analyse spectrale, lui avait présenté une raie verte caractéristique qui décélait l'existence d'un nouvel élément appartenant probablement, d'après lui, au groupe du soufre. Il lui donnait le nom de *Thallium*, pour rappeler la couleur de la raie brillante qui l'avait fait découvrir. Nos connaissances sur le nouvel élément en étaient restées à ce point, lorsque l'année suivante M. Lamy trouvait le thallium dans les boues des chambres de plomb et établissait du premier coup sa véritable nature. C'est un métal que sa densité considérable et ses autres propriétés physiques rapprochent du plomb, tandis que ses propriétés chimiques le placent à côté des métaux alcalins. Le grand travail de M. Lamy sur le thallium et sur ses nombreux et intéressants composés a occupé plusieurs années de sa vie; c'est une œuvre achevée, qui se place, par l'exactitude et l'abondance des détails, à côté des plus belles monographies que l'on ait jamais écrites sur les corps simples.

« La haute valeur du chimiste qui avait si heureusement exécuté une aussi belle recherche ne pouvait plus être mise en doute. En 1866, le Conseil de l'Ecole centrale l'appelait à la chaire de chimie industrielle, qu'il a occupée avec un succès toujours croissant, jusqu'aux vacances dernières, où il a ressenti les graves atteintes du mal qui l'a emporté. La Société d'encouragement, le Conseil de salubrité tinrent à honneur de le compter parmi leurs membres. Votre comité des arts chimiques l'a vu à l'œuvre; il a apprécié tout le prix de sa collaboration et il n'oubliera jamais les services qu'il lui a rendus. Le souvenir de ces services ne disparaîtra pas avec nous: notre *Bulletin* en conserve

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une trace durable. Lamy y a inséré, dans le peu de temps qu'il nous a appartenu, vingt-cinq rapports ou communications, la plupart d'une grande étendue et d'un haut intérêt, qui témoignent, mieux que mes paroles, des connaissances variées et approfondies que possédait notre regretté collègue, de la netteté et de la précision de son esprit. »

Discours de M. Violette, doyen de la faculté des sciences de Lille.

« Messieurs, j'ai la douloureuse mission de représenter près de cette tombe, si prématurément ouverte, la Faculté des sciences et l'Université, qui viennent de perdre un de ceux dont elles étaient fières.

« Bien que l'enseignement de l'Ecole centrale nous eût pris Lamy depuis douze ans, par le cœur, comme par l'esprit, il était resté l'un des nôtres. C'est à l'Université que revient, après sa famille, le devoir de le pleurer et l'honneur de dire, en face de sa tombe, ce que fut sa vie et ce qu'il a fait pour la science.

« Il y a quelques mois à peine (c'était aux vacances dernières) il m'écrivait ses projets. — Il partait, disait-il, pour son pays natal ; il allait se reposer dans ses chères montagnes du Jura ; avec quelque temps de repos, il retrouverait la santé. — Pouvions-nous croire alors que la mort fût déjà sur lui ? — Le mal fut implacable dans sa rapidité. — On le transporta à grand'peine jusqu'à Paris, et quelques mois après, il était enlevé à la science, à sa famille et à ceux qui l'aimaient.

« La mort est cruelle, Messieurs, quand elle nous prend brusquement un ami pour qui nous comptions encore de nombreuses années de vie et de glorieux labeur. — Elle est cruelle surtout quand, du même coup, elle frappe toute une famille en lui enlevant celui qui était son chef et son légitime orgueil.

« Le deuil qui entoure le cercueil de Lamy, la sympathie de toute cette ville de Lille, où le jeune savant commençait sa carrière et conquérait ses titres de gloire, tout cela peut-il rendre les larmes moins amères ? — Ne l'espérons pas, Messieurs. — Car cette mort éveille d'autres souvenirs douloureux : Comment ne pas penser à Kiener, mort aussi frappé dans la pleine activité de son travail ? Comment ne pas penser à Colson, tombé sur le champ de bataille de Reichshoffen ? — Après eux, c'est Lamy, tombé aussi sur un champ de bataille, celui de la Science.

« Les douleurs d'autrefois rendent plus lourde celle d'aujourd'hui, quand on revoit tous ces deuils, s'accumulant autour du chef illustre de cette grande famille. Hélas ! la sympathie publique, l'affection et le respect grandissant autour de lui, en même temps que la douleur, peuvent-il, Messieurs, espérer de pouvoir consoler jamais de tels chagrins ?

« Notre cher et ancien collègue Claude-Auguste Lamy, naquit dans le Jura, à Ney, le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

15 juillet 1820. C'était une famille de soldats où, de bonne heure, on apprenait à faire son devoir.

« Élève des colléges de Poligny et de Dôle, il entrait en 1842 à cette École normale qui a donné à notre pays tant d'hommes supérieurs. Il en fut un des plus brillants élèves ; il en emporta les grades de licencié dans les sciences mathématiques, physiques et naturelles et le titre d'agrégé.

« Professeur aux lycées de Lille et de Limoges à partir de 1845, docteur ès-sciences le 29 novembre 1851, il était nommé professeur de physique à la Faculté des sciences qui se créait à Lille en 1854.

« Ce n'est pas ici le lieu de raconter en détail ses travaux si nombreux et si variés. Vous savez quelles en furent les légitimes récompenses : officier de l'instruction publique en 1853 ; en 1863, chevalier de l'ordre de la Légion d'honneur, auquel devaient s'ajouter plusieurs ordres étrangers et notamment celui de François-Joseph à la suite des services rendus, en 1873, à l'Exposition universelle de Vienne. — En 1865, il succédait à l'illustre Payen dans la chaire de chimie industrielle à l'Ecole centrale.

« Mais, devant la tombe ouverte de ce savant qui a eu cette gloire d'attacher son nom à une découverte et d'arracher un secret à la nature, c'est un devoir, Messieurs, de parler de cette étude sur le Thallium qui à, elle seule, serait l'honneur d'une existence de savant ; et c'est une dette que doit payer la reconnaissance publique à celui qui a grandi la gloire de la science française.

« C'était, Messieurs, en 1862. En Angleterre, on contestait à Lamy sa découverte. Les droits de notre collègue furent défendus à l'Institut par l'illustre M. Dumas.

« Personne ne conteste, dit-il, que M. Crookes ait vu le premier, dès le 30 mars « 1861, la raie verte caractéristique du Thallium ; mais personne ne pourrait contester, « d'autre part, que M. Lamy, de son côté, ait le premier isolé le Thallium, et établi, « par suite, qu'il est non point un métalloïde analogue au Sélénium ou au Tellure, « comme le pensait M. Crookes, qui ne l'avait pas obtenu libre et pur, mais bien un « vrai métal. »

« Dès lors la question fut jugée.

« C'était, Messieurs, dans notre ville, dans les laboratoires de notre Faculté, dans la fabrique de M. Kuhlmann, que Lamy avait préparé son travail.

« Je me souviens encore de notre émotion quand, à la Société des Sciences de Lille (c'était le 16 mai 1862), Lamy nous apporta le premier lingot du métal inconnu, le Thallium, isolé, conquis ; quand nous pûmes voir de nos yeux cette découverte née près de nous, sortie des travaux d'un savant qui nous était cher ; et quand nous pûmes, en quelque sorte, toucher de nos mains la gloire naissante de notre ami.

« Aujourd'hui la mort est venue, et elle a frappé brusquement.

« Mais, regardons plus haut, Messieurs.

« Ne croyez-vous pas que la science doit donner à la mort du savant quelque chose de sa sérénité ?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Lamy a été un homme de devoir, de travail et de loyauté : que son souvenir reste entouré d'affection et de respect dans cette chère famille qu'il a quittée si vite ! Mais Lamy appartenait aussi à la science, et par la science son nom vivra.

« Il a été un créateur par ces nombreux élèves qu'il a formés, préparant ainsi de nouveaux soldats à la science et qui combattraient quand il ne serait plus là.

« Il a été un créateur par la découverte qu'il a faite, à laquelle son souvenir restera attaché ; car c'est une pieuse coutume de la science de garder le nom des savants à côté de la découverte.

« Messieurs, le nom de Lamy demeurera.

« Adieu donc, Lamy, le souvenir de ce que tu as été au foyer de la famille vivra parmi les tiens. Ton nom vivra aussi dans la science, parce que, au-dessus des choses qui passent, tu as été le serviteur glorieux de la vérité scientifique qui est immortelle. »

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

L'industrie du fer chez les Kouys du royaume de Siam. — C'est dans le voisinage des vallées, sur les pentes qui les bordent, que sont établis les Kouys-Hâh ou Kouys-Deck. Ils trouvent là, sous leurs mains, l'argile nécessaire à la construction des fourneaux, l'eau en abondance et la facilité de fabriquer le charbon de bois qu'ils emploient, en grande quantité, pour la réduction du minerai de fer.

Ce minerai vient d'une montagne peu considérable, nommée Phnom-Rhium, située à trois ou quatre journées de marche. Il gît là, en rognons ou en amas plus ou moins volumineux et empâtés dans une gangue d'argile rouge plastique ; sa richesse est remarquable. Les Kouys ne cherchent pas à découvrir les meilleurs gisements ; ils creusent, en quelque sorte au hasard, des trous peu profonds, au moyen d'une petite bêche à fer épais et étroit ; si le résultat est mauvais, ils se contentent d'aller plus loin et à l'aventure.

Les Kouys distinguent deux sortes de minerai : la pierre lourde, d'une grande richesse, et la pierre légère, espèce de gangue ferrugineuse, qui est rejetée généralement. Voici comment s'établit une exploitation nouvelle : une dizaine d'hommes, du même village, forment une sorte d'association, dont le plus vieux et le plus expérimenté est le chef, mais sans avoir aucun privilége dans les bénéfices. On établit un charbonnage de bois dans la forêt, et l'on construit la haute case qui va servir d'abri à ce rudiment d'usine.

A la montagne, l'extraction se fait, puis on réduit le minerai assez friable en fragments de la grosseur d'une noix. Cette opération s'exécute au moyen de marteaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fort curieux ; d'une assez grande légèreté, ils sont formés d'une lame de fer enroulée en cornet à l'extrémité d'une crosse de bambou. Une fois cassé, le minerai est immédiatement transporté aux voitures à buffles, dans de petits paniers portés en balance à la manière des terrassiers indo-chinois ; chaque voiture reçoit le contenu de dix paniers et forme un chargement qui représente une journée de chauffe. Le déchargement des voitures se fait comme suit : chacune d'elles est munie d'un double-fond en lattes de bambou, le fond inférieur présentant un trou carré ; en faisant glisser le fond supérieur, le minerai tombe à terre en tas réguliers et coniques.

Chaque village possède au moins un fourneau et tous sont construits d'une façon identique, c'est-à-dire formés d'une carcasse rectangulaire en bambou, de 2 mètres de long sur 1 mètre environ de large, laquelle est revêtue d'une épaisse couche d'argile jaune passablement réfractaire. La profondeur du fourneau est d'environ $0^{m},70$ et la sole est excavée dans son milieu, de manière à former une rigole. Au milieu des petits côtés et au niveau de cette sole, est ménagée une ouverture destinée à l'écoulement permanent des scories. Chaque muraille latérale, munie en outre d'une armature de fer, est percée pour donner passage à vingt-six tuyaux de terre à peine cuite, rappelant ceux qu'on emploie pour le drainage. Ces tuyaux se croisent au milieu du fourneau, en s'étalant en éventail; ce sont les tuyères destinées à recevoir le vent des soufflerie, placées l'une à droite et l'autre à gauche du foyer.

Le minerai est déposé en couches minces, alternant avec des lits de charbon concassé jusqu'à remplissage complet du fourneau.

Les soufflets constituent la partie vraiment originale du système. Chacun d'eux consiste en une sorte de grande cuvette triangulaire, à angles arrondis, formée de planches épaisses, recouvertes d'argile ; la planche, faisant face au fourneau, est percée d'ouvertures où passent de petits tubes de bambou qui viennent déboucher en regard des tuyères, dont il a été question plus haut, et à un centimètre de distance environ. Les bords de la cuvette sont formés d'un grand bourrelet arrondi en argile, sur lequel s'adapte une peau de cerf fermant hermétiquement et fixée par de grosses épingles en bois. A cette peau s'attache, un peu excentriquement, une corde tendue, dont l'extrémité est fixée au bout d'un arc de bois flexible, de 5 à 6 mètres de long, qui va s'enfoncer dans un massif de mâchefer déposé sur le sol. Un ouvrier, placé debout sur une étroite banquette, en dehors et tout près de la soufflerie, tient dans ses mains l'extrémité de l'arc sur lequel il tire, en rejetant le corps en arrière ; c'est ainsi que se produit l'aspiration de l'air. Pour le chasser dans les tuyaux, l'ouvrier penche le corps en avant et, appuyant l'un des pieds sur la peau de cerf, il la refoule avec force dans la cavité du soufffet.

Bien qu'agissant surtout par le poids du corps, on comprend que les ouvriers dépensent en pure perte une grande quantité de force, car le système ne présente aucune soupape ; l'air entre et sort par le même orifice, se perdant en partie. Il faut, pour les deux soufflets, huit hommes qui se relayent par couples toutes les quatre heures. C'est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

là un rude travail ; imparfaitement protégés par un mince écran de bambou contre le rayonnement intense de fourneau et les vapeurs qui s'en dégagent, ils sont souvent pris de vertige et de délire.

La chauffe dure depuis six heures du matin jusqu'à huit ou neuf heures du soir ; après quoi on démolit les parois du four, on jette sur le feu de grandes quantités d'eau et l'on retire une masse irrégulière de fonte, contenant beaucoup de charbon libre et d'impuretés. Quand l'heure de la démolition approche, les habitants du village arrivent tous avec des marteaux et, dès que le métal est dehors, ils se précipitent avec ardeur pour détacher le plus de fragments qu'ils peuvent, puis, ils empilent à la hâte les morceaux dans de petits paniers pour aller les vendre.

Le produit de chaque chauffe appartient, à tour de rôle, à l'un des hommes de l'association. Le chef seul ne travaille pas aux soufflets, mais il n'a droit qu'à une part comme les autres.

Le charbon de bois se fabrique par une méthode analogue à celle employée en Europe, avec cette différence, cependant, que la meule de bûches n'est recouverte de terre que lorsqu'elle est bien allumée.

La carcasse du fourneau est réparée dans la journée qui suit sa démolition, et le lendemain matin, dès l'aube, on travaille à sa réédification. On détache aussi les revêtements en terre de la soufflerie et on les remplace par de nouveaux revêtements humides, précaution indispensable pour empêcher le bâti en bois de se fendre. On change également la disposition de la peau de cerf, de façon à présenter au feu un côté n'ayant pas encore subi l'action du rayonnement ; une peau ne peut servir que trois fois, six au maximum.

Les scories sont abandonnées, quoiqu'elles soient très riches en métal.

Les Kouys ne se rendent aucun compte des frais et du produit de leurs opérations. Les seules dépenses réelles pour eux consistent dans l'achat des peaux de cerf, des tuyères en terre, etc. ; mais tout cela se paye en produits, soit des hachettes, soit des morceaux de fer, ce qui fait qu'ils sont incapables de fixer un prix.

La forge ne diffère en rien de ce que l'on voit en Cochinchine et au Cambodge ; ce sont les mêmes cylindres jumeaux de bois évidés, sans soupapes, où se meuvent des pistons garnis de plumes de paon imbriquées ; c'est la même petite enclume fichée dans un tronc d'arbre. Les Kouys sont d'ailleurs de médiocres forgerons. Pour forger un de ces petits lingots, du poids de 30 à 290 grammes, qui servent de monnaie aux Laos (contrée voisine), il leur faut trois chaudes et quatre hommes qui, travaillant toute la journée, ne peuvent faire qu'une cinquantaine de ces lingots au maximum.

(*Société de géographie de Paris.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 22 février 1878.

Présidence de M. le vice-amiral DE CHABANNES, vice-président.

CORRESPONDANCE. — MM. *Richomme-Deparis* et *Dunet*, fabricants d'enseignes, rue des Gravilliers, 72, à Paris. — Transparent pour indiquer le nom des rues. (Arts économiques.)

M. *Cochot* (Auguste), constructeur-mécanicien, rue Moreau, 14, à Paris, annonce qu'il tient à la disposition de la Société, pour être soumis à toutes les expériences nécessaires, un exemplaire de la machine à vapeur pour petits ateliers, qu'il a présentée, il y a un an, pour le concours de petits moteurs. (Arts mécaniques.)

M. *Brulé* (J. B. E.), constructeur-mécanicien, membre de la Société d'encouragement, à Amiens, présente un système de temple mécanique, à pinces élargisseuses, qui a pour objet de soutenir le tissu pendant le frappage, afin d'éviter les inégalités de tension qui donnent des nuances dans les velours, et qui, dans les tissus ordinaires, fatiguent les fils de lisière, de manière qu'ils se rompent très-souvent. (Arts mécaniques.)

M. *Chavinier*, rue Servandoni, 10 *bis*, à Paris, demande que la Société fasse examiner un nouveau système de fermeture des boutiques, et lui accorde, s'il y a lieu, une première annuité de brevet. (Arts mécaniques.)

M. *Balny* (J.), instituteur à Espaubourg (Oise) ; semoir de graines et d'engrais, pour le concours ouvert par la Société, pour 1879. (Agriculture.)

Le même instituteur présente une étude sur la maladie des pommes de terre, et les moyens pour en arrêter les ravages. (Agriculture.)

M. *Mottu* pour M. *Kingsett* (Charles), à Genève ; produit qu'il nomme *sanitas* et auquel il attribue des propriétés antiseptiques. (Arts économiques.)

M. *Faucher* (F.), rue des Trois-Maries, 8, à Lyon. — La savarine, nouveau produit alimentaire pour remplacer le chocolat. (Arts économiques.)

M. *Quequet* (V.), ancien pharmacien, rue de la Bastille, 6, à Paris ; procédé nouveau qu'il recommande pour l'extinction des feux des cheminées. (Arts économiques.)

M. *Bernard*, rue de la Fromagerie, 10, à Saint-Denis (Seine). — Enduit hydro-nitrofuge. (Constructions et beaux-arts.)

M. *le Ministre de l'agriculture et du commerce* envoie l'ouvrage de M. *Mauguin*, intitulé *Etudes historiques sur l'administration de l'agriculture en France*, qui a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

été imprimé par la Société centrale d'agriculture de France, 3 vol. in-8°, Jules Tremblay, libraire éditeur.

M. *Fayard* (Arthème), libraire-éditeur, rue des Noyers, 49, boulevard Saint-Germain. — L'A, B, C, du contribuable en matière d'enregistrement et de timbre, par M. *Charbalié* (A.), receveur de l'enregistrement, 1 vol., in-18, jésus.

M. *Davanne*, membre du Conseil, présente, de la part de M. *Latry*, fabricant d'éburine et de bois durci, membre de la Société, rue des Archives, 19, à Paris, un jeu de cartes préparées pour faciliter l'étude de l'histoire de France.

Déjà, il y a quelques semaines, M. *Latry* a présenté un jeu de cartes analogue pour faciliter l'étude de la géographie de France. Huit jeux, comprenant chacun une région du territoire français, par leurs combinaisons, par les emblèmes qui sont représentés sur les cartes, facilitent la revue complète du territoire et fixent dans la mémoire, par une mnémonique très-simple, tous les points dignes d'intérêt dans cette étude géographique. M. *Latry*, encouragé par ce succès, a voulu faire des combinaisons semblables pour l'histoire de France, dont la connaissance précise n'est pas moins nécessaire que celle de la géographie. Les cartes, que M. *Davanne* présente, sont disposées dans ce but ; l'instruction, qui est jointe à ce jeu, montre comment ses combinaisons obligent à retenir les faits historiques en les groupant d'une manière naturelle. Ce jeu peut, d'ailleurs, être employé par plusieurs personnes ou par une seule, en s'appliquant à former des réussites qui ne sont pas moins dignes d'intérêt et n'ont pas moins d'utilité que les parties entre plusieurs personnes. (Comité des arts économiques.)

M. *de Laboulaye* (Ch.), secrétaire du Conseil, présente, au nom de M. *Guiguet* (Louis), dessinateur-graveur, rue du Cherche-Midi, 21, un exemplaire du *Cours élémentaire et pratique de dessin industriel*, qu'il vient de publier en un grand volume in-8°, avec atlas in-folio (Furne, éditeur), conformément au cours de dessin qu'il professe depuis plus de quinze ans à l'Association polytechnique.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Titrage des sulfocarbonates.* — M. *Bérard* lit, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur une méthode pour l'analyse des sulfocarbonates alcalins, et autres produits industriels analogues, par MM. *Delachanal* et *Mermet*.

Le rapporteur propose de remercier MM. *Delachanal* et *Mermet* de leur intéressante communication, et de voter l'insertion du présent Rapport au *Bulletin*. Les conclusions de ce Rapport, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil. (Voyez cahier d'avril, 1878, p. 197.)

Etirage des tissus. — M. *Pihet* lit, au nom du Comité des arts mécaniques, un rapport sur la machine à détirer et déplisser les toiles de M. *Marcadier*.

Le comité propose de faire publier, dans le *Bulletin*, le dessin de cette curieuse machine avec sa description, et de remercier l'auteur de sa communication.

Les conclusions de ce Rapport, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil.

Nivelette à coulisse. — M. *Rousselle* lit, au nom du comité des arts économiques,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un rapport sur un perfectionnement aux nivelettes pour le tracé des pentes sur le terrain, que M. *Boillé* a fait connaître à la Société.

Le comité propose de remercier M. *Boillé* de sa communication, et d'insérer le Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Eclairage électrique. — M. le comte *du Moncel* lit, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur le régulateur de la lumière électrique de M. *Emile Reynier*.

Le comité propose 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 l'appareil.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Photographie. — M. *Davanne* fait, au nom du comité des constructions et des beaux-arts, un Rapport sur la préparation photographique présentée par M. *A. Chardon*, sous le nom d'émulsion sèche au bromure d'argent.

Le Comité propose de remercier M. *Chardon* de son intéressante communication, et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* avec les formules des préparations employées dans ce procédé.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voyez plus haut, p. 225.)

COMMUNICATIONS. — *Reproductions photographiques.* — M. *Pellet* (H.), ingénieur-chimiste, rue Bizet, 5, à Paris, expose devant la Société les procédés qu'il emploie pour faire, en traits bleus sur papier blanc, la reproduction photographique des dessins industriels, plans, cartes, dessins de machines, etc.

Ce procédé est fondé sur la propriété que possède le perchlorure de fer d'être décomposé par la lumière et réduit à l'état de protochlorure. Ce dernier sel n'est pas modifié dans une dissolution de prussiate de potasse, tandis que le perchlorure est immédiatement coloré en bleu.

M. *Pellet* sensibilise le papier, sur lequel la copie doit être reçue, par l'immersion dans un bain formé de 100 parties d'eau, 10 de perchlorure de fer, et 5 d'acide oxalique ; ce dernier acide peut être remplacé par des quantités équivalentes de plusieurs autres acides végétaux. Si le papier n'était pas suffisamment collé, on ajouterait, à cette liqueur, un épaississant quelconque (gélatine, isinglass, dextrine, etc.).

Ce papier, que l'auteur appelle *cyanofer*, est séché à l'abri de la lumière et peut être conservé ensuite pendant un temps très-long. Sa sensibilité est très-grande.

Pour reproduire un dessin fait sur papier transparent, on expose ce dessin à la lumière sous une glace et sur une feuille sèche de cyanofer. En été et au soleil, il faut de 15 à 30 secondes pour que la totalité du perchlorure de fer, qui n'est pas protégé contre la lumière par les traits du dessin, soit décomposée. En hiver, cette pose est de 40 à 70 secondes. A l'ombre, par un temps clair, l'exposition varie de 2 à 6 minutes ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

enfin, par un temps couvert, brouillard, pluie ou neige, elle exige de 15 à 40 minutes. La lumière électrique peut très bien, en cas de besoin, être employée pour cette insolation ; le temps de pose varie, en ce cas, avec l'intensité du foyer électrique et avec sa distance.

Après l'exposition, la feuille est posée dans un bain de prussiate de potasse (15 à 18 pour 100 d'eau), qui colore immédiatement en bleu toutes les parties dans lesquelles le perchlorure est resté intact, et qui est sans action sur les parties de la surface dont le sel a été réduit par la lumière. On lave ensuite, à grande eau, le dessin, et on le passe dans un bain de 8 à 10 pour 100 d'acide chlorhydrique, qui enlève le sel de protoxyde de fer ; on lave encore et on fait sécher.

Le dessin apparaît alors sur le fond très-blanc du papier en traits bleus, déliés et foncés, qui lui donnent tout à fait l'aspect d'un dessin fait à la main avec une encre bleue.

Si la pose a été assez longue, on peut laisser plus longtemps le papier dans le bain révélateur ; les traits seront plus nets et plus accusés. Si les lignes du plan ont été tracées avec une encre très-noire ou chargée de jaune, on peut prolonger le temps de la pose. Dans ce cas, le développement dans le bain de prussiate est plus long ; mais aussi la coloration bleue des lignes devient plus intense et paraît presque noire quand le papier est séché.

Ce papier, après la reproduction en bleu du dessin, peut recevoir toutes les teintes conventionnelles nécessaires. Mais ces teintes ne doivent pas être mises sur le dessin transparent à reproduire, parce qu'elles protégeraient les parties du papier qui doivent être blanchies par l'action intense de la lumière.

M. *Pellet* veut vulgariser ce procédé qui doit rendre de très-grands services aux constructeurs de machines, architectes, ingénieurs-experts, etc., et pour cela, en ce moment, il fait des expériences publiques toutes les semaines, le mardi et le vendredi, rue Bizet, 5, près le pont de l'Alma.

M. *le Président* remercie M. *Pellet* de cette intéressante communication, et il charge le comité des constructions et des beaux-arts d'en faire l'examen.

Téléphone. — M. le comte *du Moncel* donne, au Conseil, connaissance d'un perfectionnement remarquable qui vient d'être apporté au téléphone par MM. *Pollard* et *Garnier*, ingénieurs, à Cherbourg. (Voy. cahier d'avril 1878, p. 202.)

NOMINATION DE MEMBRES. — Le Conseil nomme membre de la Société : M. *Gonin* (E.), ingénieur-constructeur, à Paris.

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5;
J. TREMBLAY, GENDRE ET SUCCESSEUR. — 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. DUMÉRY, *au nom du comité des arts mécaniques, sur une* MACHINE A DRAYER LES PEAUX, *imaginée par* M. BRÉVAL, *rue Vicq-d'Azyr, 22, à Paris.*

Messieurs, votre comité des arts mécaniques nous a donné la mission de vous annoncer que l'important problème du drayage mécanique des peaux est enfin résolu par la machine que vient de vous présenter M. Bréval.

Drayer une peau, c'est la rendre uniforme d'épaisseur dans toutes ses parties, en l'étalant sur une surface plane et lui enlevant, à l'envers et à l'aveuglette, c'est-à-dire, plus par le toucher que par la vue, toutes les saillies qui rendent une peau inégale.

Cette espèce d'écharnage se pratique, dans le travail manuel, avec une lame méplate analogue à une lame de scie, sans dents, dont on aurait retourné le fil.

Or, dans cette industrie, les produits à travailler sont tellement irréguliers de formes, de dimensions, de nature et d'état, que, jusqu'à ce jour, aucun mécanicien n'avait osé se mettre aux prises avec eux ; et, sans M. Bréval, qui court sus aux difficultés et sait les réduire à néant, le traitement des peaux serait encore dans l'état où nos ancêtres nous l'ont légué.

Du reste, on peut juger l'état de la question par le simple énoncé des deux résultats obtenus.

Dans l'un : grands déchets, peu de travail, produits irréguliers et imparfaits.

Dans l'autre : sécurité, absence de déchets, travail précis et rapide ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en un mot, tout ce que peut donner de garanties l'application rationnelle des moyens dont dispose la mécanique moderne.

Dans toutes les machines qui contiennent une solution neuve, on rencontre presque toujours un point que l'on pourrait appeler le dénouement, le trait de lumière.

Chez M. Bréval, le trait de lumière a consisté dans la pensée heureuse et féconde, non plus de tendre, comme aujourd'hui, les peaux sur une surface plane, mais bien de leur faire décrire un angle plus ou moins aigu au sommet d'une sorte de dos d'âne ou chevalet, sur lequel s'opèrent, tout à la fois, la tension de la peau et son passage sur le sommet du triangle ainsi que sous les hélices divergentes étalant naturellement la peau.

Comme groupement, la machine de M. Bréval se compose de deux parties bien distinctes :

L'une, supérieure, garnie de ses appendices spéciaux : affûtage, réglage, etc. ; l'autre, inférieure, entourée de tous ses satellites, tels que compresseur de la peau, brisure ou tension angulaire de la matière à drayer.

La partie supérieure est fixe, c'est-à-dire, qu'elle fonctionne en conservant sa place de travail. La partie inférieure, au contraire, est mobile, c'est-à-dire qu'elle s'abaisse pour écarter les rouleaux et permettre d'alimenter la machine.

La machine, comme aspect, constitue donc une sorte de laminoir, dans lequel le rouleau supérieur serait remplacé par un cylindre garni de lames hélicoïdales.

Pour engager une peau dans ce laminoir, on l'ouvre, c'est-à-dire que l'on descend la partie inférieure de la quantité nécessaire ; on introduit la peau, puis on ferme le laminoir, c'est-à-dire que l'on rassemble, en les relevant, couteaux, peau et rouleaux.

Dans cet état, on embraye le moteur ; les rouleaux tracteurs attirent les peaux lentement, pendant que la lame hélicoïde tourne avec une vitesse de plusieurs centaines de tours à la minute.

On répète cette opération en la faisant partir toujours du centre de la peau, et dès que toutes les parties composant la surface de la peau ont passé sous les lames, le travail est terminé.

Lorsqu'après un certain nombre de peaux drayées la lame circulaire a besoin d'être affûtée, on amène au contact des lames un chariot porte-émeri, et la machine s'entretient d'elle-même en parfait état.

Les peaux qui sortent de cette ingénieuse machine sont uniformes d'é-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

paisseur et complétement exemptes des avaries que le travail à la main ne cesse d'y produire, au grand détriment d'une matière qui devient, chaque jour, plus précieuse.

En appelant l'attention du Conseil :

1° Sur l'extrême simplicité de l'ensemble du système ;

2° Sur la possibilité de faire exécuter, par des mains inexpérimentées, un travail professionnel qui exige, aujourd'hui, le concours d'ouvriers spéciaux et exercés ;

3° Sur la perfection du nouveau drayage obtenu, quelle que soit la nature de la peau ;

4° Sur la rapidité de la production ;

5° Sur la diminution du prix de la main-d'œuvre ;

6° Sur l'absence de tout déchet ;

7° Enfin, sur la facilité d'effectuer l'affûtage de la lame hélicoïde sur place et pendant un temps relativement insignifiant, nous aurons signalé les principaux avantages qui font de l'œuvre de M. Bréval, un ensemble parfait succédant, sans transition, au chaos, à l'obscurité.

Nous pourrions, considérant notre mission comme remplie, clore ici notre rapport ; mais nous ne pouvons résister au désir de vous entretenir des récents perfectionnements que M. Bréval a introduits dans sa presse à sécher la tannée.

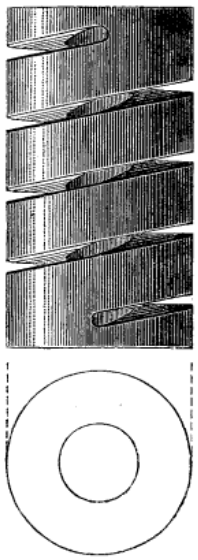
Dans la première édition de cette presse (1), pour réaliser sur les cylindres l'effort de 24 000 kilogrammes nécessaire pour obtenir la dessication instantanée, M. Bréval avait recours à des poids, des renvois, des leviers multiplicateurs, puis, à des fondations importantes et dispendieuses. Aujourd'hui, autant pour simplifier ses machines que pour les rendre moins encombrantes et moins coûteuses, il remplace toute cette complication de leviers, de renvois, de poids, etc., par deux simples ressorts agissant directement sur les coussinets du cylindre comprimant.

Seulement, si la pensée de cette modification paraît simple à énoncer, l'application, la réalisation le furent infiniment moins. Les fabricants de ressorts pour locomotives ne voulaient pas garantir les résultats ; ils consentaient bien à exécuter de très-puissants ressorts, mais aux risques et périls du demandeur. 24 000 kil., avec flexion de 10 à 12 millimètres correspondent à un travail plus que double des ressorts des plus puissantes locomotives.

(1) Voy. *Bulletin* de 1869, 2e série, t. XVI, p. 9.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans ces conditions, M. Bréval, pour économiser les délais, mit en fabrication, simultanément, deux systèmes de ressorts de principes essentiellement différents ; un ressort de locomotive ordinaire ; un ressort à boudin ou en hélice monolithe, comme celui qu'indique la figure ci-contre :



Ressort en hélice
(Echelle au 1/5)

Le ressort de locomotive, qui comporte seize à dix-neuf lames de $0^m,01$ d'épaisseur, a les dimensions suivantes : largeur, $0^m,100$; longueur, $0^m,55$ avec flèche au repos, de $0^m,080$.

Le ressort en hélice a $0^m,130$ de diamètre, $0^m,240$ de haut, avec hauteur de spire de $0^m,04$.

La matière engagée dans le ressort en hélice, est de.. 19 kilog.
La matière engagée dans le ressort à seize lames, est de . . . . . 46 »

Différence. . . . . 27 »

Le prix du ressort en hélice en exclut l'usage pour les travaux courants ; mais il nous a paru utile, M. Bréval s'y prêtant avec la plus parfaite bonne grâce, d'en signaler et d'en vulgariser l'existence. Ce bloc d'acier fondu, dans lequel on a creusé une hélice, est dans sa course, c'est-à-dire, dans ses écarts d'oscillation d'une sensibilité telle que l'on pourrait le supposer exécuté en caoutchouc.

En dehors de ce changement capital, M. Bréval a introduit, dans sa machine à tanner, plusieurs autres améliorations de détail, dont on pourra se rendre compte en consultant la planche qui accompagne ce rapport.

Ainsi, il a enlevé les joues qui faisaient corps avec ses rouleaux de pression tournants; il emploie des cylindres ordinaires, additionnés de joues fixes, ne laissant pas d'autre intervalle que le jeu nécessaire à la rotation des cylindres.

Les cylindres compresseurs, ou plutôt leur ajustage autour de leur axe, n'ont pu supporter l'énorme pression de 24 000 kilogrammes qu'en faisant effectuer, à chaud, la coulée du manchon directement autour de son axe. Aucun des anciens modes d'ajustage à froid : alésage, clavetage, etc., n'ont permis d'atteindre à ce chiffre. Ce n'est, comme nous le disions, que la coulée à chaud qui a permis de rester maître de la difficulté.

De ces modifications, il résulte que les nouvelles presses à tannée tiennent moins de place, sont plus efficaces, n'exigent aucune dépense de fonda-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions, sont plus économiques et produisent plus de travail. Pour avoir une idée de la révolution occasionnée par l'apparition de cette presse, il suffira d'énoncer que, sur les principaux chefs de dépense de l'exploitation d'une tannerie ordinaire, c'est-à-dire :

Sur la dépense de combustible, aujourd'hui supprimée et remplacée par de la tannée sèche convertie en combustible ;

Sur les charrois de l'intérieur de l'usine, pour répandre le tan et le faire sécher à l'air ;

Sur la suppression de location de terrains devenus disponibles ;

Sur la vente du surplus de la tannée sèche, obtenue en plus que celle de la consommation, on arrive à ce résultat, presque fabuleux, d'obtenir dans une tannerie d'importance moyenne, avec une dépense, une fois faite, de 9 000 francs, une économie annuelle de 35 000 francs. A quoi il faut ajouter les avantages prédominants et si intéressants qui en résulteront pour l'hygiène et la salubrité publique.

M. Bréval, plus préoccupé du bien qu'il allait faire que de ses propres intérêts, s'est borné à prélever sur ses presses un simple bénéfice de constructeur, alors qu'il aurait pu stipuler, pour lui, une part des économies produites, et arriver rapidement à une très-grande fortune.

Du reste, Messieurs, vous apprécierez plus complétement encore tout le prix que les hommes spéciaux ont attaché aux services rendus par l'usage des presses à tannée de M. Bréval, lorsque vous saurez que la corporation des tanneurs français et étrangers s'est spontanément réunie, en 1869, pour offrir à ce digne et ingénieux constructeur une œuvre d'art en témoignage de reconnaissance.

En résumé, M. Bréval vous soumet trois choses importantes :

1° La solution d'un problème de mécanique réputé insoluble ;

2° Des modifications de nature à faire généraliser l'emploi avantageux de sa bienfaisante presse à sécher la tannée ;

3° Enfin, la communication de tentatives technologiques du plus haut intérêt.

En 1868 vous avez, pour la seconde fois, constaté le mérite de M. Bréval, comme ingénieur mécanicien, en lui décernant une médaille de platine. Aujourd'hui, nous vous le signalons comme un bienfaiteur, auquel la salubrité de toutes les villes de France qui possèdent des tanneries, sera très-prochainement redevable de la suppression de toutes les causes d'insalubrité des tanneries actuelles et de la conversion de leurs déchets en un produit utile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous demandons au Conseil d'adresser des remercîments à M. Bréval, pour sa triple communication et d'ordonner l'insertion du présent Rapport dans son *Bulletin* avec les dessins de tout ce qui peut en faciliter l'intelligence (1).

Signé : Duméry, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 25 mai 1877.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 79, REPRÉSENTANT LES DEUX MACHINES DE M. BRÉVAL.

Machine à drayer les peaux.

M. Bréval construit trois modèles différents de machines à drayer les peaux.

Le premier modèle que représentent les figures 1 et 2 de la planche 79, s'applique au drayage des petites peaux de chèvres, moutons, petits veaux, etc.

Le deuxième modèle convient mieux au drayage des peaux plus grandes, telles que celles des petits chevaux, vachettes et veaux de Paris ;

Le troisième modèle est spécial pour le drayage des grandes peaux de bœufs, vaches, etc.

Fig. 1. Vue en élévation de face de la machine.

Fig. 2. Section transversale passant par le milieu.

A, table d'arrière, à angle supérieur presque aigu sur lequel passe la peau à drayer.

A′, table d'avant, sur laquelle descend la peau drayée.

B, cylindre portant quatre lames hélicoïdales divergentes, destinées à opérer sur la peau; il est animé d'un mouvement de rotation très-rapide.

C, traverse portant deux longs coussinets dans lesquels tourne le cylindre B.

D, D, bâtis verticaux, réunis par un chapeau D′ et supportant tous les organes de la machine.

E, châssis portant les tables A et A′ qui y sont articulées; il peut être levé ou baissé à volonté, au moyen du levier à béquille F. Ce châssis est guidé dans son mouvement par des coulisses angulaires menagées dans les bâtis D, D.

F, grand levier de commande du châssis et de la table, agissant sur l'arbre G.

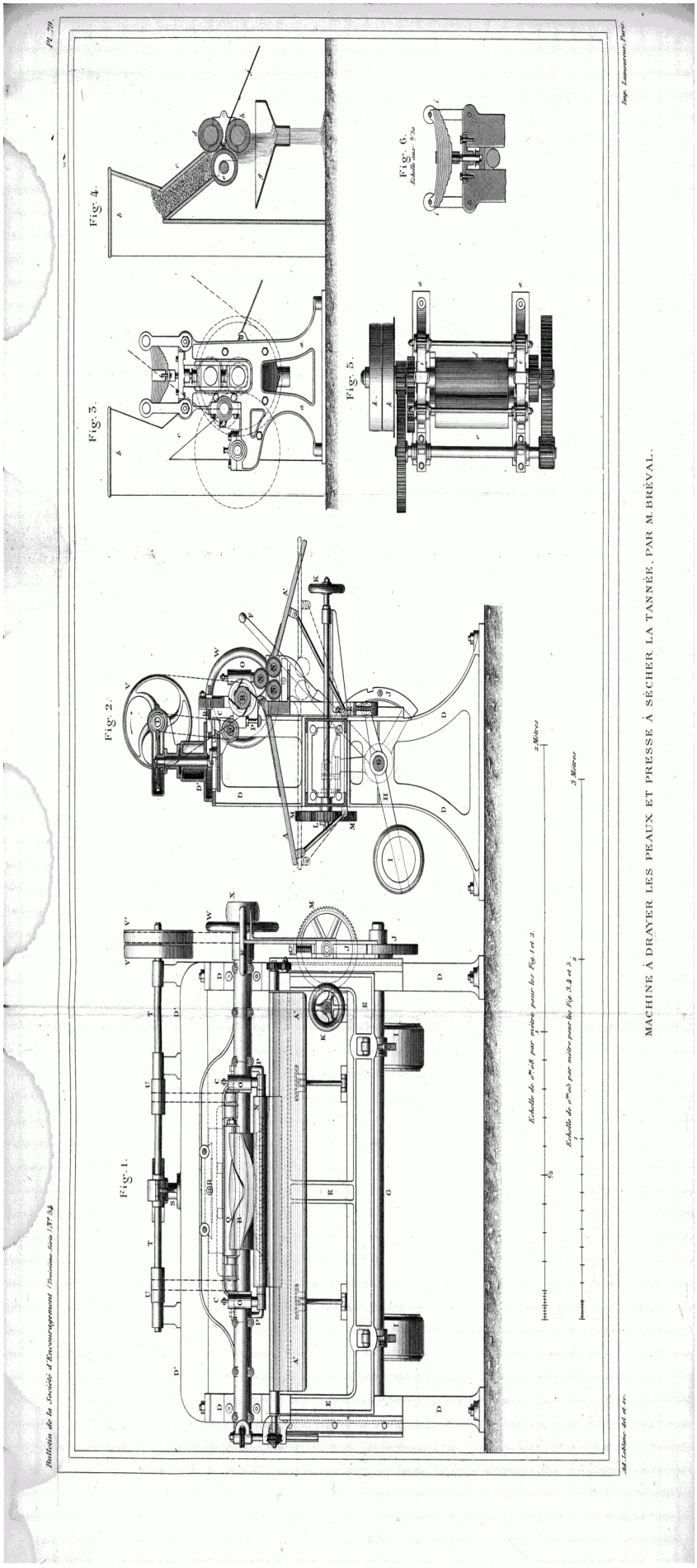
G, arbre de rotation du levier F, occupant tout l'espace compris entre les bâtis D, D qui le portent.

H, H, leviers portés sur l'arbre G, et transmettant le mouvement du grand levier F au châssis E.

---

(1) Depuis la rédaction de ce rapport, M. Bréval à encore simplifié sa presse, en remplaçant les ressorts par des vis de pression, ce qui, au point de vue du prix de la machine, réalise une notable économie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

I, I, contrepoids fixés à l'arrière du levier H, et destinés à équilibrer le poids du chassis E et de toutes les pièces qu'il porte.

J, secteur sur lequel sont disposés des crans et butées destinés à limiter la course du grand levier F.

K, petit volant que l'ouvrier tourne pour régler l'épaisseur de la peau à drayer.

L, pignon monté à l'autre extrémité de l'arbre du volant K, et engrenant avec la roue dentée M.

M, roue dentée, dont le moyeu sert d'écrou à une vis reliée par une chape au secteur J.

On comprend que le peu de mouvement que fait le secteur J, par la manœuvre du volant K, se transmet au châssis E et engage plus ou moins la peau sous les lames hélicoïdales. L'épaisseur étant déterminée à la première passe, toutes les parties de la peau sont naturellemant de même épaisseur puisqu'elles passent par le même espace existant entre l'angle de la table A et la circonférence des lames hélicoïdales.

L'angle de la table A doit pouvoir être rapproché aussi près que possible des lames hélicoïdales pour permettre d'obtenir les plus minces épaisseurs de peau ; mais il est arrêté à un quart de millimètre de ces lames afin d'éviter tout accident. Dans ce but on a disposé, sur le bras du secteur J et sous le point d'attache de la chape, une vis de butée que l'ouvrier règle après plusieurs affûtages des lames. Cette vis seule empêche tout mouvement du châssis E et limite sa levée extrême.

N, N, N, jeu de trois rouleaux à garnitures élastiques, opérant la traction de la peau. Les deux rouleaux inférieurs reçoivent un mouvement continu de rotation, au moyen de vis sans fin et d'engrenages disposés à cet effet. Le rouleau supérieur est monté sur des coussinets pressés par des ressorts et glissant dans des boîtes O, O ; il ne prend son mouvement que lorsqu'il se trouve intercalé entre les deux autres rouleaux, et c'est alors que la traction de la peau a lieu et que le drayage s'effectue.

P, barre placée en arrière des rouleaux N, et portant un clavier dont chaque touche est fixée sur un ressort tenant à cette barre ; la hauteur de la barre et par conséquent la pression des touches se règlent suivant la nature des peaux, au moyen d'écrous et de vis disposés à chaque extrémité.

Le but du clavier est de maintenir la peau à drayer sur la partie oblique de la table A, et de se prêter à toutes les inégalités d'épaisseur que les touches peuvent rencontrer pendant le passage de la peau sous le clavier.

Quand le châssis E est abaissé, les deux tables articulées A et A′ prennent la position horizontale indiquée en lignes ponctuées sur la ligne 2. L'espace qui existe alors entre la table A et les lames hélicoïdales permet à l'ouvrier de placer convenablement la peau qui doit être soumise au drayage.

Q, meule servant à l'affûtage des lames hélicoïdales ; elle tourne dans les coussinets d'un chariot, qui reçoit un mouvement de va-et-vient parallèle à l'axe des lames.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

R, vis de rappel servant à mettre en position la meule Q, lorsqu'on veut affûter les lames.

On remarquera que les lames étant disposées en hélices et tangentiellement à la circonférence du cylindre qui les porte, la meule Q produit sur le bord de chaque lame un biseau long et d'un profil excessivement fin.

S, excentrique imprimant le mouvement de va-et-vient au chariot porte-meule.

T, arbre supérieur donnant le mouvement à l'excentrique S.

U, U, manchons calés sur l'arbre T et commandant la meule Q au moyen de deux petites courroies.

V, V′ poulies folle et fixe, placées à l'extrémité de l'arbre T pour l'embrayage ou le débrayage de l'affûtage.

W, volant avec poulie, commandant par une courroie la poulie V′; il est placé sur l'arbre du cylindre B.

X, autre poulie calée en dehors et contre le volant W; elle reçoit l'action d'un moteur quelconque et communique le mouvement à tous les organes de la machine.

Presse perfectionnée pour sécher la tannée.

Fig. 3. Vue de profil de la presse.

Fig. 4. Section verticale partielle, perpendiculaire à l'axe des cylindres compresseurs.

Fig. 5. Plan partiel pris au dessus des cylindres.

Fig. 6. Détail d'un des ressorts à lames.

a, *a*, bâtis supportant les cylindres et les organes de transmission de mouvement.

b, trémie par laquelle on introduit la tannée toute humide.

c, conduit rectangulaire amenant aux cylindres compresseurs la tannée jetée dans la trémie.

d, *e*, cylindres cannelés en hélice recevant la tannée au sortir du conduit *c*, et lui faisant subir une première compression.

f, plaque en fonte par laquelle passe le liquide exprimé de la tannée.

g, bac recevant le liquide exprimé.

h, troisième cylindre compresseur; c'est entre les cylindres *d* et *h* que la tannée arrive en dernier lieu, et subit la pression la plus énergique qui la sèche complètement.

i, *i*, ressorts à lames déterminant la compression, et remplaçant les leviers et contrepoids de l'ancienne presse de M. Breval; la figure de détail 6 indique comment ces ressorts sont montés au-dessus des cylindres *d* et *h*.

j, tablier incliné recevant la tannée au sortir de la presse.

k, *k* poulie folle et poulie de commande de la machine, transmettant le mouvement aux cylindres compresseurs au moyen des engrenages représentés sur la figure 5.

(M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. ED. COLLIGNON, *au nom du comité des arts mécaniques, sur une* MACHINE A ESSAYER LES HUILES, *présentée par* MM. DEPREZ *et* NAPOLI, *rue Cassini*, 16, *à Paris.*

La machine à essayer les huiles de MM. Deprez et Napoli consiste essentiellement en deux plateaux, l'un mobile autour d'un axe vertical, l'autre sollicité par le frottement du premier, mais retenu en place par la tension d'un ruban d'acier, qui équilibre l'effort exercé par le frottement, et qui permet d'enregistrer le travail de cette force. L'huile à essayer est répandue en quantité déterminée entre les deux surfaces frottantes; l'évaluation du travail donne, quand on prolonge suffisamment l'expérience, une mesure numérique du mérite relatif des diverses huiles essayées.

Le plateau mobile reçoit, par l'intermédiaire d'une roue d'angle, le mouvement d'une poulie actionnée par une courroie. Le plateau supérieur, que nous appellerons aussi *plateau fixe*, porte sur le plateau mobile par trois lames frottantes, en cuivre, ayant chacune 10 centimètres de long sur 1 centimètre de large; la grande dimension est dirigée dans le sens du rayon du plateau. Un levier, formant romaine, appuie sur le plateau en son centre, et permet d'exercer, à l'aide d'un poids, une pression aussi grande qu'on veut sur les lames frottantes. A la circonférence extérieure du plateau fixe, est attaché, au moyen d'un encliquetage, le ruban d'acier qui retient le plateau en faisant équilibre au frottement, et qui commande l'appareil dynamométrique. Cet appareil comprend un pendule à lentille massive, dont la tige fait corps avec un cylindre enveloppant son axe de suspension. Le ruban s'attache à demeure au pourtour du cylindre; sa tension T, s'exerçant à sa circonférence, produit, pour le pendule, un écart angulaire dont le sinus est proportionnel à la force T. La tige du pendule porte en un certain point de sa longueur un galet mobile dans une coulisse verticale, à laquelle il communique des déplacements horizontaux proportionnels au sinus de l'angle d'écart, c'est-à-dire à la tension T. La coulisse guide enfin un chariot sur lequel est tendue une feuille de papier quadrillé, où un crayon trace une courbe. Les ordonnées de la courbe sont donc proportionnelles à la tension T, c'est-à-dire au frottement développé entre les deux plateaux.

Le crayon dont il vient d'être question reçoit, de son côté, un déplacement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

proportionnel au chemin décrit, de manière que les abscisses de la courbe qu'il dessine représentent l'espace décrit par le point d'application de la force, et que l'aire de la courbe est proportionnelle au produit des deux facteurs, c'est-à-dire au travail. La transmission s'opère à l'aide d'une chaîne-galle, qui prend son mouvement sur l'arbre moteur, et qui commande une vis, dans laquelle s'engage un ergot du porte-crayon, jouant ici le rôle d'un écrou incomplet. Si donc on met en mouvement l'appareil, l'épure tracée par le crayon fera connaître à chaque instant par ses ordonnées la valeur du frottement développé, et la quadrature de la courbe donnera la mesure du travail produit.

Pour que les indications de l'appareil soient toujours comparables, il importe que les circonstances du mouvement soient identiques d'une épreuve à l'autre, et qu'elles restent sans variations sensibles dans le courant d'une même épreuve. Il importe notamment que la vitesse relative conserve une valeur constante. MM. Deprez et Napoli arrivent à ce résultat à l'aide d'un régulateur à boules, où la force centrifuge est équilibrée par la flexion de ressorts. L'écart des boules, par suite d'une augmentation de vitesse, fait fléchir les ressorts, et développe un frottement de plus en plus énergique contre un plateau fixe sur lequel des patins qui terminent les ressorts sont assujettis à glisser. L'appareil constitue ainsi une sorte de frein. On conçoit, d'ailleurs, qu'on puisse régler les ressorts de telle manière, que le régulateur soit complétement astatique, c'est-à-dire qu'il reste dans un état d'équilibre indifférent pour une vitesse angulaire de régime donnée. Dans ces conditions, si la vitesse communiquée au plateau mobile n'est pas constante, si, par exemple, elle tend à augmenter, les boules s'écartent, compriment les ressorts, et créent sur le frein une résistance qui est transmise à l'arbre de la machine. La poulie motrice, au lieu d'être faite d'un seul morceau, est composée d'un disque faisant corps avec l'arbre mû, et d'un système de lames élastiques appuyant sur le disque et implantées sur l'arbre moteur ; le mouvement donné à ces lames entraîne le disque à frottement, tout en permettant le glissement relatif des deux systèmes en contact. Si donc la résistance augmente par le jeu du régulateur à boules, il en résulte pour la poulie motrice un glissement qui ramène la vitesse du plateau à la vitesse du régime, la seule qui puisse subsister avec l'écartement actuel des boules. Cet appareil régulateur fournit ainsi un moyen de maintenir la vitesse constante pendant toute la durée des essais.

La possibilité d'un grippement entre les deux plateaux a été prévue. Si un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tel accident se produisait, le plateau supérieur serait entraîné violemment par le plateau mobile, et le ruban d'acier serait certainement rompu. Pour éviter cette avarie, MM. Deprez et Napoli placent un levier de débrayage à proximité de la circonférence du plateau supérieur. Un taquet, monté sur ce plateau, vient choquer le levier dès que le plateau supérieur suit le plateau inférieur ; ce choc fait basculer le levier, qui, en tombant, rejette la courroie motrice sur sa poulie folle. La machine est aussitôt débrayée, et on peut rechercher la cause du grippement.

La marche de l'expérience se résume comme il suit :

On commence par introduire entre les deux plateaux une quantité définie, 5 grammes, d'huile à essayer ; on règle la pression en se servant d'un poids suspendu à la romaine. On ramène le crayon au zéro de l'épure. On embraye, et on laisse la machine fonctionner pendant plusieurs heures. En général, la résistance due au frottement décroît à mesure que l'essai se prolonge, sauf au bout d'un temps assez long, où l'huile s'altère. Pour certaines huiles cependant, les huiles siccatives, par exemple, le frottement commence par être assez petit, puis s'accroît de plus en plus au bout d'une ou deux heures d'expérience. Il est donc essentiel de prolonger l'essai, et rien ne serait plus trompeur que le résultat d'une comparaison faite prématurément, lorsqu'on n'a pu encore constater les altérations auxquelles les huiles sont exposées par le fait même de leur emploi.

La machine Deprez et Napoli permet aussi d'étudier le frottement à un point de vue théorique, et la sensibilité des appareils enregistreurs met en évidence la grande complication du phénomène. On constate aisément que le frottement est proportionnel à la pression normale, conformément à la loi de Coulomb, universellement admise. Relativement à l'influence de la vitesse, Coulomb admettait deux valeurs du coefficient, l'une pour la rupture de l'équilibre ou pour *le départ*, l'autre pour le glissement effectif ; ce dernier coefficient est toujours moindre que le premier, mais on le regarde comme indépendant de la vitesse. La nouvelle machine conduirait à reconnaître, contrairement à cette assertion, que le coefficient f varie avec la vitesse relative ; il commencerait par décroître très-rapidement quand la vitesse augmente, puis il augmenterait avec la vitesse, après quoi, il paraît certain qu'il diminue pour les vitesses très-grandes ; mais la machine Deprez et Napoli se prête mal à la constatation de ces vitesses extrêmement élevées. La position des minima et des maxima des coefficients f varierait avec la nature des enduits interposés entre les corps frottants ; pour l'eau il semble que f diminue constamment lorsque la vitesse augmente, tandis que pour les huiles, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

variation de f n'est pas toujours dans le même sens. Fait-on varier brusquement les conditions du frottement, en pesant tout à coup sur le fléau de la romaine, le coefficient f varie brusquement aussi, mais, chose remarquable, il met un temps plus ou moins long à revenir à son ancienne valeur, après qu'on a supprimé cet excès de pression et rétabli les conditions primitives ; ce fait semble montrer le rôle des vibrations des molécules en contact et de l'inertie de la matière dans le phénomène si complexe du frottement des corps solides. Il serait à souhaiter que MM. Deprez et Napoli poursuivissent cette étude à un point de vue à la fois théorique et pratique, et pour parvenir plus aisément à des résultats précis, il y aurait lieu, selon nous, d'introduire deux petits changements dans l'appareil : le premier consisterait à placer les lames frottantes suivant des circonférences concentriques au plateau, au lieu de les diriger suivant des rayons, ce qui égaliserait les vitesses des différents points où le frottement se développe (1); des précautions devraient alors être prises pour empêcher l'expulsion des enduits. Le second consisterait à compléter l'appareil enregistreur par le pointage du temps, ou mieux encore, de la vitesse. Ces additions sont inutiles s'il s'agit seulement d'essayer des huiles ; la machine, telle qu'elle est, fournissant pour cela, d'une expérience à une autre, des indications tout à fait comparables.

Nous proposerons à la Société d'encouragement d'adresser à MM. Deprez et Napoli des remercîments pour leur intéressante communication, et de voter l'insertion du présent Rapport, avec les dessins de la machine, dans le *Bulletin* de la Société.

Approuvé en séance, le 8 *juin* 1877.

Signé : Ed. Colignon, *rapporteur*.

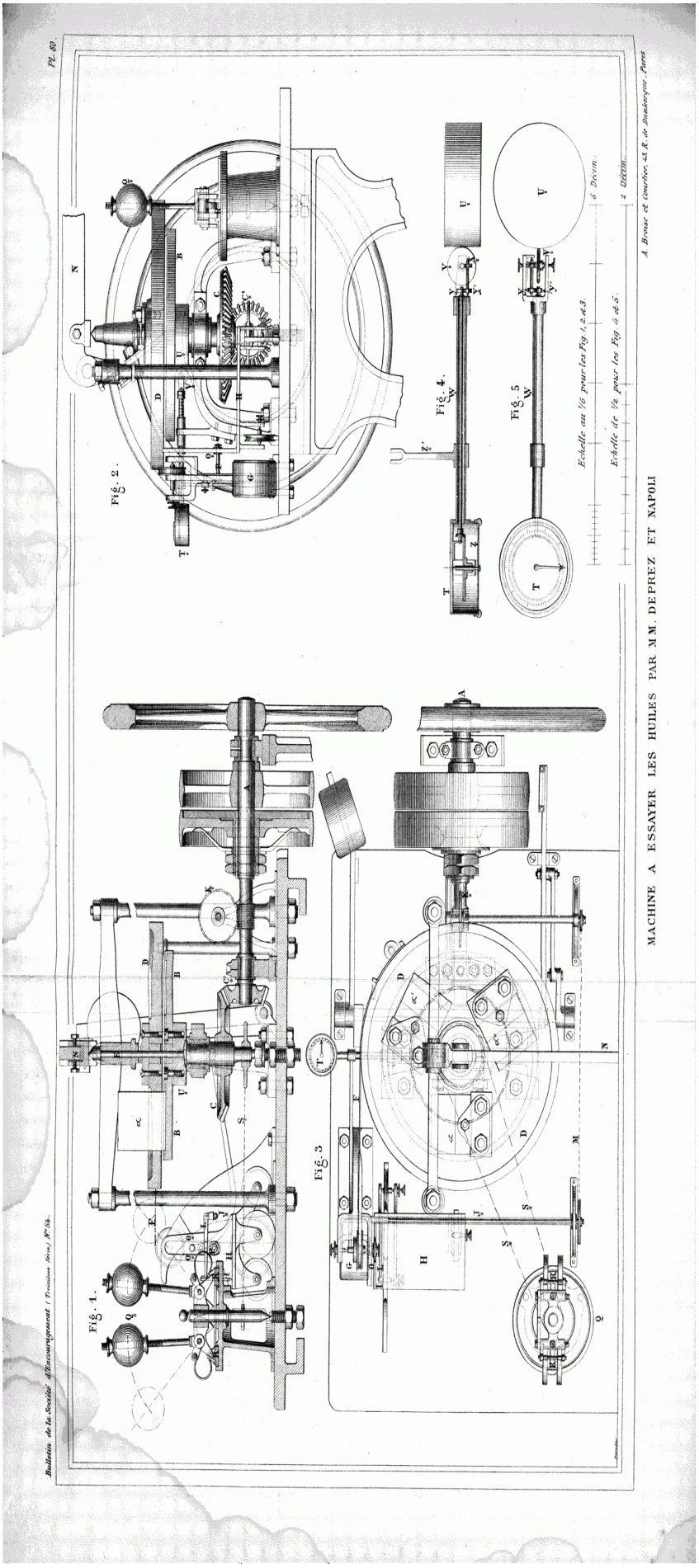
LÉGENDE DE LA PLANCHE 80 REPRÉSENTANT LA MACHINE A ESSAYER LES HUILES DE MM. DEPREZ ET NAPOLI.

Fig. 1. Section verticale de la machine par un plan passant par l'arbre moteur.

---

(1) Il semble difficile d'admettre qu'une seule et même machine puisse servir à étudier les lois du frottement, si l'on veut avoir égard à toutes les circonstances qui peuvent intervenir pour modifier le phénomène. Si, par exemple, les lames frottantes de la machine Deprez et Napoli étaient disposées en cercle autour du centre du plateau, de manière à former une couronne complète, le glissement du plateau mobile sous le plateau fixe laisserait la couronne de contact dans un état permanent de déformation, et il est vraisemblable qu'on trouverait, dans ce cas, un coefficient de frottement plus faible, toutes choses égales d'ailleurs, que lorsque le glissement des deux corps attaque successivement des parties nouvelles qui n'ont pas encore été amenées à l'état de compression le plus favorable au glissement relatif.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 2. Vue de profil du côté opposé au volant.

Fig. 3. Vue en dessus correspondant à la figure 1.

Fig. 4 et 5. Coupe et plan du totaliseur.

A, arbre moteur muni d'un volant, d'une poulie fixe et d'une poulie folle.

B, plateau inférieur en fer, mû par l'arbre A et sur lequel on étale les corps gras à essayer.

C, C′ roues d'angle transmettant au plateau B le mouvement de l'arbre moteur.

D, plateau supérieur portant trois blocs parallélipipédiques en bronze α, α', α'' faisant saillie à la partie inférieure et frottant sur la surface supérieure du plateau B.

E, broche en fer passant par l'axe des plateaux et les maintenant concentriques pendant leur mouvement de rotation.

F, lame de ressort servant à relier le plateau supérieur en pendule dynamométrique.

G, pendule dynamométrique.

H, chariot à galet portant la bande de papier sur laquelle s'inscrit la courbe du travail résistant.

I, crayon traçant sur le papier la courbe dynamométrique et mis en mouvement de translation par la vis J.

J, vis tournant avec une vitesse angulaire proportionnelle à celle de l'arbre moteur A.

K, roue engrenant avec une vis sans fin placée sur l'arbre moteur A et communiquant le mouvement à la vis J du porte crayon L, au moyen de deux poulies et d'une chaîne sans fin.

L, porte crayon terminé par une lame s'engageant dans le filet de la vis J.

M, chaîne sans fin passant sur deux poulies, et transmettant à la vis J le mouvement de la roue K.

N, levier de la romaine qui sert à donner la pression que l'on désire aux trois blocs α, α', α'' du plateau supérieur D.

O, partie verticale du chariot H, munie d'une coulisse dans laquelle est engagé un galet P.

P, galet implanté au moyen d'un tourillon sur la tige du pendule dynamométrique G, et servant à faire mouvoir le chariot H proportionnellement au sinus de l'angle que le pendule fait avec la verticale.

Q, régulateur à force centrifuge et à patins de friction.

R, R, patins de friction du régulateur à force centrifuge; à mesure que les boules de ce régulateur s'écartent sous l'action de la force centrifuge, le frottement des patins R, R augmente et par conséquent s'oppose à un accroissement de vitesse de rotation de la machine.

S, chaîne sans fin, passant sur deux poulies et transmettant à l'axe du régulateur Q le mouvement de l'axe vertical des plateaux.

T, totaliseur des efforts (voy. le détail fig. 4 et 5).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

U, poulie concentrique au plateau B, sur laquelle s'appuie la molette du totaliseur T.

V, molette du totaliseur entraînée par adhérence par la poulie U.

W, tube renfermant l'axe du totaliseur.

X, petite roue engrenant avec une vis tangente que porte l'axe de la molette V (fig. 4).

Y, Y′ engrenages transmettant le mouvement de la molette V à l'axe du totaliseur.

Z, pignon engrenant avec une roue dentée portant sur son axe l'aiguille indicatrice du totaliseur T.

Z′ bielle à fourche reliant le tube W du totaliseur au pendule dynamométrique G; par suite de cette liaison l'axe de la molette V fait à chaque instant avec l'horizontale un angle égal à l'angle de déviation du pendule dynamométrique. (M.)

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. PIHET, *au nom du Comité des arts mécaniques, sur un* GODET GRAISSEUR POUR POULIES FOLLES, *présenté par* M. SAUREL, 2, *rue Saint-Honoré, Paris.*

Messieurs, le graissage des poulies folles employées dans les transmissions de mouvement et sur les machines, présente des inconvénients sérieux que l'on ne rencontre pas dans celui des coussinets, pour lesquels on a pu appliquer de nombreux systèmes pour ménager l'huile, assurer la continuité du graissage et maintenir la propreté des organes lubrifiés et de l'atelier.

Dans les poulies folles, on se contente généralement de verser l'huile dans un trou pratiqué dans le moyeu de la poulie. Quelquefois on y applique les godets graisseurs que l'on emploie sur les paliers; mais, dans l'un comme dans l'autre cas, l'efficacité fait défaut.

Dans le premier, tout l'excès d'huile qui n'a pas pénétré jusqu'aux surfaces à graisser est rejeté dès les premiers tours de la poulie; une partie cambouise les surfaces qu'elle recouvre, l'autre est projetée dans l'atelier. Bientôt les poulies et leur voisinage sont d'une saleté repoussante, les ouvriers et l'atelier tachés par ces projections d'huile.

M. Saurel, fabricant de graisse pour les machines, a imaginé un godet graisseur applicable à ces poulies folles, qui remédie fort bien à ces inconvénients et dans lequel il met à profit la force centrifuge pour faire pénétrer le graissage jusqu'aux surfaces à lubrifier.

A cet effet, il emploie un godet fort semblable à ceux en usage, muni, au centre, d'un tube occupant à peu près toute la hauteur du godet. Il y ajoute seulement une rondelle mobile en plomb, percée d'un trou central et enfilée sur le tube.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il garnit son godet, non pas d'huile, mais de graisse semi-fluide; ce mélange repose sur la rondelle de plomb qui se trouve, à ce moment, au fond du godet, puis il ferme l'appareil par un couvercle vissé.

Dès que la poulie est en rotation, la rondelle de plomb sollicitée par la force centrifuge et agissant comme un piston, presse la graisse et la force à prendre le chemin que le tube central lui laisse ouvert; elle s'écoule et garnit l'arbre sur lequel tourne la poulie. On conçoit qu'il est aisé de régler cet écoulement, soit par le poids de la rondelle de plomb, soit par l'orifice réservé à la sortie de la graisse. On obtient ainsi un graissage automatique continu et bien réglé sans aucune déperdition.

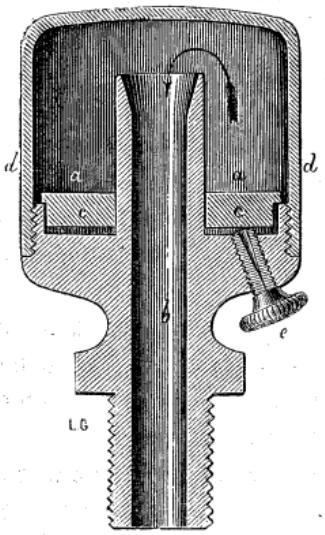
Votre comité pense que M. Saurel a heureusement résolu un problème très-intéressant, puisqu'il apporte un nouvel élément d'économie, de propreté et de sécurité dans le service des machines.

Il vous propose de remercier l'auteur de cette communication et de vouloir bien faire insérer le présent Rapport dans votre *Bulletin*, en y joignant le dessin de cet appareil.

Signé : PIHET, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 11 *janvier* 1878.

LÉGENDE RELATIVE AU GODET GRAISSEUR DE M. SAUREL.



La figure ci-contre est une section verticale, grandeur d'exécution, du godet graisseur.

a, godet graisseur.

b, tube central pour l'écoulement de la graisse.

c, rondelle en plomb mobile, enfilée sur le tube *b*, et sur laquelle on met la graisse.

d, coiffe se vissant sur le godet et fermant le tout comme un couvercle.

e, vis placée à la base du godet, et munie, suivant son axe, d'une fente allant en s'élargissant; en tournant plus ou moins cette vis, c'est-à-dire en la poussant plus ou moins dans le godet, on fait entrer plus ou moins d'air sous la rondelle.

Lorsque la rondelle mobile chasse la graisse, celle-ci s'introduit dans le tube *b*, comme l'indique la flèche indiquée sur la figure.

(M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. ROUSSELLE, *au nom du comité des arts économiques, sur un* PERFECTIONNEMENT APPORTÉ AUX NIVELETTES *servant au tracé des pentes sur le terrain, par* M. BOILLÉ, *rue Lafayette*, 226, *à Paris.*

Messieurs, les nivelettes servent sur les chantiers des travaux de terrassement, de maçonnerie, de pavage ou de pose de bordures de trottoirs, pour établir sur le terrain une ligne en pente uniforme et, comme on dit vulgairement, à plein jalon. L'instrument usuel se compose de trois jalons en bois, ayant exactement la même hauteur (1^m,20 environ). Deux de ces jalons sont terminés par des voyants étroits, et le troisième, par un voyant de hauteur double divisé en deux parties, l'une blanche, l'autre rouge ou noire, par une ligne horizontale qui se trouve, par rapport au pied du jalon, à la même hauteur que l'arête supérieure des petits voyants. Pour obtenir une ligne d'inclinaison uniforme entre deux points A et B, l'opérateur fait placer par un aide, sur le point A, le jalon pourvu du voyant complet ; il se place lui-même au point B avec un second jalon. Au point intermédiaire, dont on veut déterminer l'altitude, un second aide présente le troisième jalon et l'élève ou l'abaisse suivant les signaux que lui fait l'opérateur, jusqu'à ce que la ligne de visée, dirigée par celui-ci sur l'arête supérieure des deux demi-voyants, vienne rencontrer la ligne médiane du grand voyant qui surmonte le jalon du point A. On plante alors un piquet à une hauteur telle que le jalon intermédiaire, posé sur la tête, ait la situation que nous venons de définir.

M. Boillé a remarqué que cette dernière opération, celle de planter un piquet à une hauteur rigoureusement exacte, présente, dans la pratique, d'assez grandes difficultés et devient la cause de longs retards ; il a pensé aussi que, lorsqu'on veut vérifier si une ligne se trouve en pente uniforme, il est avantageux de pouvoir facilement mesurer l'écart qui peut exister sur chaque point. Il a, en conséquence, imaginé de construire les jalons des nivelettes en fer creux, et de rendre le voyant de l'une d'elles, celle du point intermédiaire, mobile au moyen d'une tige de fer se mouvant de haut en bas dans le creux du jalon, et pouvant être fixée par une vis de pression. Cette tige est graduée en centimètres, dans les deux sens, à partir du point zéro correspondant à la hauteur normale du jeu dont on se sert.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Grâce à ce dispositif, au lieu d'avoir établi le piquet, dont il est question plus haut, à la hauteur rigoureusement exacte, on le plante d'une manière approximative et la cote lue sur la nivelette, dont le voyant mobile a été haussé ou baissé jusqu'à la ligne de visée, indique de quelle quantité le terrain ou l'ouvrage à construire doit être tenu au-dessus ou au-dessous de la tête du piquet. Cette cote, inscrite sur le carnet du conducteur, suffit pour diriger les ouvriers.

De même pour la vérification des ouvrages déjà existants, la cote obtenue sur chaque point soumis au contrôle, indique la dépression ou la surélévation du sol.

L'instrument de M. Boillé n'a pas la prétention d'avoir une grande valeur au point de vue scientifique, mais il est l'œuvre d'un bon praticien et peut rendre d'utiles services. Votre comité des arts économiques a considéré cette invention comme digne de l'intérêt de la Société d'encouragement ; il vous propose de remercier M. Boillé de sa communication, et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* de la Société.

Approuvé en séance, le 22 *février* 1878.

Signé : ROUSSELLE *rapporteur.*

OBSERVATIONS, AU SUJET DU RAPPORT PRÉCÉDENT, PRÉSENTÉES PAR M. LE COLONEL GOULIER MEMBRE DU CONSEIL.

M. le colonel Goulier profite de l'occasion que lui offre le rapport précédent pour signaler un perfectionnement désirable, non-seulement dans les nivelettes, mais encore dans tous les appareils à visée directe, dans lesquels on néglige d'employer un œilleton.

Dans ces appareils, de même que dans les nivelettes qui viennent d'être décrites, l'œil est forcé de s'accommoder successivement pour voir avec netteté les tranches ou ligne de foi des trois nivelettes. Pendant ces accommodations, les oscillations involontaires de la tête produisent, dans la visée, une grande incertitude. On évite à la fois celle-ci, et en partie la fatigue des accommodations successives, si l'on remplace le voyant de la nivelette voisine de l'œil par une plaque métallique norcie, large de 25 à 30 millimètres, et percée d'un œilleton conique de 1 mill. 2/3 de diamètre.

De plus, on facilite la comparaison des lignes de foi des deux autres nivelettes, si l'on munit la plus éloignée d'un voyant de $0^m,20$ à $0^m,25$ de largeur, divisé en deux parties que l'on peint, *celle du haut* en noir ou en rouge, et *celle du bas* en blanc (la ligne de séparation de ces deux couleurs servant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de ligne de foi), et si la ligne de repère de la nivelette intermédiaire est formée par l'arête supérieure d'une plaque carrée, de 5 à 6 centimètres de côté, peinte en noir ou en rouge et disposée excentriquement à l'axe vertical du montant de la nivelette. Ainsi, quand bien même les axes des trois instruments ne seraient pas dans un même plan vertical, on pourra toujours, en tournant convenablement la nivelette intermédiaire, obtenir que, pour l'œil placé derrière l'œilleton, le petit voyant de cette dernière nivelette ne paraisse pas couvrir entièrement la ligne de foi de la nivelette extrême. Alors on pourra comparer facilement et sûrement les positions relatives de ces deux lignes de foi.

ACOUSTIQUE

SUR LE PHONOGRAPHE DE M. THOMAS ELVA EDISON; COMMUNICATION FAITE A LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT PAR M. LE COMTE DU MONCEL, MEMBRE DU CONSEIL.

Avant de reproduire la communication de M. le comte du Moncel, nous croyons qu'il n'est pas sans intérêt d'emprunter les lignes suivantes à un article du journal anglais l'*Engineering*.

Il y a dix-huit mois, sir William Thompson, prononçant un discours à Glasgow, comme président de l'une des sections de l'Association britannique pour l'avancement des sciences, annonçait cette nouvelle surprenante que à l'Exposition de Philadelphie, il avait entendu, de ses propres oreilles, un télégraphe parlant, c'est-à-dire la parole transmise par un fil télégraphique et se faisant entendre à distance, très-distinctement et d'une façon indiscutable; comme preuve à l'appui, l'orateur montrait même l'instrument qui réalisait cette merveille. Cet instrument était le premier téléphone articulant du professeur Graham Bell, et, chose incroyable, il en fut peu question, surtout en Angleterre, jusqu'au moment où M. Preece vint à Plymouth avec un nouveau téléphone, plus simple et plus parfait, faire une démonstration qui ne devait pas tarder à le rendre populaire.

L'émotion qu'une pareille découverte avait produite n'était pas encore calmée, que la nouvelle d'une invention non moins étonnante nous arrivait d'Amérique, invention due à M. Thomas Elva Edison, l'habile ingénieur-conseil de la Compagnie télégraphique *Western Union telegraph Company*, auquel on doit déjà un télégraphe automatique capable de transmettre 1 000 mots par minute, et un autre système télégraphique très-important, du *genre quadruplex*, qui permet d'envoyer à la fois quatre dépêches par le même fil (1). On écrivait aussi que M. Edison avait réussi à appliquer au télé-

(1) Chose curieuse et bien digne d'intérêt, dont ne parle pas le rédacteur anglais de cet article, M. Edison est complétement sourd.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

phone un dispositif, grâce auquel les vibrations de la plaque pouvaient être enregistrées sous une forme matérielle et permanente, permettant de pouvoir les reproduire identiquement à n'importe quelle époque et quelle distance, c'est-à-dire que les mots articulés dans l'appareil pouvaient être enregistrés automatiquement et répétés par l'appareil lui-même à toute réquisition, et cela dans le ton même où ils avaient été prononcés.

Cette nouvelle n'était qu'à moitié vraie, car, avec le système en question, on ne pouvait obtenir que l'enregistration et la répétition de sons musicaux envoyés par le téléphone ; c'était, en un mot, l'application au téléphone de l'*électro-motographe* de M. Edison, qui avait été précédemment employé comme relais sans électro-magnétisme.

Quelque temps après, M. Edison pensa à enregistrer la parole et à employer les traces fournies par elle à sa répétition par l'instrument ; il y parvint de la manière la plus simple, et l'appareil qu'il imagina à cet effet fut appelé *phonographe*. Ce mot était un peu impropre, car il avait été déjà employé pour désigner les enregistreurs nombreux des sons musicaux, et comme ce qui le différenciait du *phonautographe* de M. Scott était la possibilité qu'il donnait de répéter les sons, il aurait du être appelé *logographe* ou *phonographe parlant*. Quoi qu'il en soit, il est impossible de reconnaître, dans cet instrument, une dérivation du téléphone.

Le téléphone et le phonographe diffèrent absolument et comme principe et comme but. Le premier est essentiellement un appareil télégraphique, à l'aide duquel les sons articulés ou autres peuvent être transmis à distance et reproduits au moyen de l'électricité. Le phonographe, au contraire, est un appareil purement mécanique (où l'électricité ne joue aucun rôle), qui estampe, en quelque sorte, sur une surface métallique une impression phonétique, c'est-à-dire un moule des vibrations sonores qu'il reçoit, et qui se sert ensuite de ce moule pour reproduire mécaniquement et d'une manière identique les mêmes sons. S'il y a quelque chose de commun dans les deux appareils, ce n'est que l'extrême simplicité des moyens à l'aide desquels sont réalisés les étonnants résultats qu'ils produisent.

Rappelons, en peu de mots, que tous les sons (notes de musique, mots articulés, bruits irréguliers) sont produits par le mouvement de couches d'air, déterminant des vibrations sonores ; que ces *ondes sonores*, comme on les appelle, se propagent par le mouvement même du corps résonnant, lequel communique ses propres vibrations à l'air qui les transmet au tympan de notre oreille, et qu'enfin les vibrations sympathiques du tympan, agissant sur le cerveau par l'intermédiaire des nerfs auditifs, déterminent sur lui le phénomène d'impression qu'on nomme *l'ouïe*. Peu importe quel est le nombre de sons produits au début ; si les ondes auxquelles ils donnent lieu sont identiques comme forme et comme dimension, l'oreille ne fera aucune différence entre eux ; mais la délicatesse des organes de l'ouïe est telle, que le plus petit écart dans la forme ou la dimension de ces ondes sera intantanément perçu par l'oreille, qui entendra un son différent.

La forme des ondes sonores comprend deux dimensions : 1° la *longueur* ou, ce qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

revient au même, le nombre de vibrations émises dans l'unité de temps et, 2° l'*amplitude*, c'est-à-dire la hauteur de l'onde mesurée du sommet à la base de la courbe qu'elle dessine. La longueur de l'onde constitue ce qu'on nomme la tonalité, tandis que l'amplitude des vibrations constitue l'intensité du son. De la forme des ondes dépendent donc toutes les variations plus ou moins compliquées d'articulation, de modulation et de différences de sons qui nous arrivent à l'oreille.

Supposons qu'on émette avec la voix des sons tout contre la membrane convenablement tendue d'un tambour de basque ; cette membrane sera mise instantanément en vibration, et les vibrations correspondront en amplitude et en rapidité aux ondes sonores déterminées par la voix. Mais, en même temps que la membrane vibre du côté où la voix est émise, par un phénomène plus facile à imaginer qu'à décrire, les vibrations se répètent inversement de l'autre côté, de telle sorte que, si une seconde membrane, tout à fait semblable, était mise en face de la première, elle répéterait exactement les mêmes vibrations et un véritable fac-simile de la voix serait produit.

Dans le téléphone à ficelle, qu'on vend dans les rues pour dix centimes et dans les magasins pour 3 francs, les vibrations de l'une des membranes se communiquent à l'autre au moyen de la ficelle qui les relie. Dans le téléphone du professeur Bell, la communication a lieu au moyen d'un courant électrique, déterminé par un aimant et agissant sur un aimant semblable. Dans le phonographe de M. Edison, les vibrations de la membrane s'estampent, comme on l'a dit plus haut, sur une feuille de métal où elles produisent une sorte de cliché ; cette feuille de métal peut être ensuite emportée en un lieu quelconque et, grâce à une disposition mécanique ingénieuse, elle peut servir à imprimer à une seconde membrane une série de vibrations absolument identiques aux premières.

Nous allons maintenant laisser la parole à M. du Moncel.

« Messieurs, avant d'exposer le phonographe et la plume de M. Edison, il m'a semblé à propos de dire quelques mots sur les travaux de ce remarquable inventeur, ne serait-ce que pour montrer qu'il n'est pas de ceux qui, pour attirer l'attention, ont besoin d'avoir recours à des moyens basés sur la crédulité publique.

« M. Edison, bien qu'ayant à peine trente ans, a produit plus de 150 inventions brevetées, et parmi ces inventions plusieurs sont de premier ordre. Ainsi, son système télégraphique *quadruplex*, qui permet à quatre employés de correspondre simultanément à travers le même fil, représente le plus perfectionné de tous ceux qui ont été combinés et est très-employé maintenant en Angleterre et en Amérique. Ses manipulateurs automatiques pour les télégraphes Morse sont très-estimés ; et ses plumes électro-magnétiques, dont je vais vous montrer à l'instant un spécimen, sont très-recherchées en Angleterre et en Amérique. C'est lui qui est l'auteur du téléphone à plombagine et à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pile, qui a permis de parler dernièrement à une distance de 600 milles (soit plus de 200 lieues). Ses divers systèmes de relais et surtout son électro-motographe, qu'il a appliqué au téléphone, sont des conceptions peut-être plus curieuses encore que le phonographe, qui en est du reste une dérivation naturelle. Depuis quatre ans, je suis avec un extrême intérêt les inventions de M. Edison, et c'est avec un véritable plaisir que j'ai décrit les principales dans les tomes III, IV et V de mon *Traité des applications de l'électricité*.

« Pour ne pas interrompre la description que je dois faire du phonographe et l'étude des diverses questions qui s'y rattachent, je vais commencer d'abord par vous parler de la plume électro-magnétique.

« Cette plume n'est autre chose qu'une sorte de porte-crayon, surmonté d'un petit électro-moteur, qui fait accomplir à une aiguille traversant le système de 150 à 200 secousses par seconde, et ces secousses ont pour effet de perforer le papier sur lequel on écrit, de manière à permettre à un rouleau encreur qu'on passe derrière la feuille, de reproduire tous les traits de l'écriture avec une netteté remarquable et d'une manière analogue aux dessins de broderie. On peut avoir autant d'exemplaires qu'on le désire de l'écriture ainsi reproduite, et ce système est plus simple que celui des machines à imprimer et à autographier.

« J'en reviens maintenant à l'électro-motographe de M. Edison. Ce système avait été imaginé, dans l'origine, pour éviter, dans les relais télégraphiques, l'emploi des électro-aimants, et pour obtenir ce résultat, il imagina de substituer à l'action électro-magnétique l'action électro-chimique, qui est infiniment plus rapide et plus sensible. Il disposa donc des bandes de papier préparées avec une certaine substance chimique dans un appareil analogue à un récepteur Morse électro-chimique, et en choisissant convenablement le papier, il est parvenu à ce résultat, incroyable au premier abord, de produire, au moment du passage du courant électrique à travers le papier, des dépressions lisses par rapport auxquelles le papier à l'état naturel constituait des reliefs. Or, pour obtenir avec ce système un relais, il suffisait de faire appuyer sur cette bande une bascule à ressort oscillant entre deux contacts, et cette bascule en rencontrant successivement les creux et les reliefs du papier, déterminait un mouvement oscillatoire qui produisait les fermetures de courant correspondant aux dépressions du papier impressionné.

« J'entre dans ces détails pour vous montrer que le principe sur lequel le phonographe est basé n'est pas de date aussi récente qu'on le suppose généralement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Au commencement de l'année dernière, M. Edison chercha à appliquer ce système électro-motographe à un téléphone à pile qu'il venait d'imaginer. Ce téléphone, dont l'organe transmetteur est aujourd'hui très-connu, l'est beaucoup moins quant à l'organe récepteur, qui n'est autre que l'électro-motographe dont je viens de parler. Le raisonnement qui a conduit M. Edison à ce récepteur a été celui-ci : puisque le passage d'un courant à travers un papier convenablement préparé peut produire des dépressions, les fermetures du courant, réalisées par le téléphone transmetteur, pourront déterminer des cannelures plus ou moins profondes qui, en passant rapidement sous un ressort adapté à une lame vibrante montée sur une caisse sonore, devront reproduire des sons analogues à ceux qui ont fait fonctionner le transmetteur. C'est, en effet, ce qu'il a obtenu ; toutefois, comme ces cannelures ne pouvaient présenter des différences de relief assez sensibles, il ne put reproduire que des sons musicaux. Mais il n'en est pas moins vrai que ce dispositif était extrêmement curieux au point de vue scientifique, et que son principe devait conduire naturellement au phonographe qui préoccupe aujourd'hui les esprits.

« En effet, puisqu'il pouvait obtenir, avec les traces laissées sur la bande de papier de son électro-motographe, des sons semblables à ceux qui avaient produit ces traces, à plus forte raison il pouvait obtenir le même résultat, en faisant en sorte que la lame vibrante d'un téléphone ordinaire, en réagissant sur une feuille convenable, pût produire mécaniquement ces dépressions, et il ne s'agissait alors que de trouver une feuille souple et résistante, qui pût conserver les gaufrages déterminés sur elle avec les profondeurs variables et accidentées qui pouvaient résulter des vibrations plus ou moins complexes d'une pointe traçante, mise en rapport avec la lame vibrante. Or, ce résultat a pu être obtenu avec une lame d'étain ou une lame de cuivre très-mince, et c'est surtout en cela que l'invention de M. Edison se distingue de celles des autres inventeurs qui l'avaient précédé.

« Le problème de l'enregistration de la parole n'est pas, en effet, de date récente. Il y a vingt-cinq ans, M. Scott avait imaginé, dans ce but, un appareil auquel on donna le nom de *Phonautographe*, et qui produisait à peu près ce résultat (1) ; mais le problème inverse n'avait pas été posé par lui, et d'ailleurs son système n'aurait pas pu le résoudre. En avril 1877, M. Cros avait eu, il est vrai, l'idée de reproduire la parole d'après les traces

(1) Voy. le Rapport de M. Lissajous, *Bulletin* de 1858, 2e série, t. V, p. 140.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

enregistrées ; mais cette idée est restée à l'état de simple conception, et les essais tentés après lui n'ont pas abouti, précisément par l'absence de cette feuille d'étain dont nous avons parlé. Il paraît, toutefois, que le problème n'a pas été, pour cela, abandonné par MM. Napoli et Marcel Deprez, qui nous annoncent des résultats fort importants d'un système auquel ils travaillent depuis plusieurs mois. Il y a bien encore, dans le système de M. Edison, quelques dispositions particulières dans l'organisation du style traceur destiné à enregistrer la parole, sans lesquelles le problème n'aurait pas été résolu, même avec la lame d'étain ; mais n'anticipons pas, et occupons-nous maintenant de la description de l'appareil de M. Edison.

« Cet appareil consiste en un cylindre enregistreur, A, fig. 1, mis en mouvement d'une manière quelconque, et devant lequel on a adapté, en H, une lame

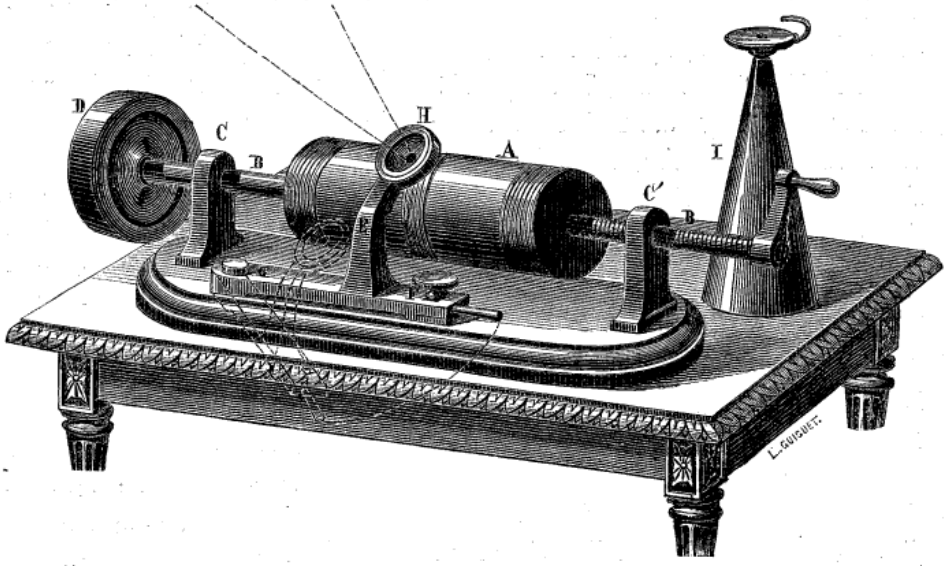


Figure 1.

vibrante de téléphone, qui porte, par l'intermédiaire d'un support en caoutchouc, une pointe traçante, soutenue d'autre part par une lame de ressort qui lui donne la roideur et l'élasticité convenables pour se prêter à la fois à l'enregistration et à la réception du son, et qui modère l'effet des trop grandes amplitudes de la lame téléphonique. Les détails de ce dispositif sont représentés fig. 2 d'autre part ; la lame vibrante est en *d*, la pointe traçante et le tampon de caoutchouc auquel elle adhère en *a*, et le ressort qui soutient cette pointe est en *e* ; enfin l'embouchure téléphonique est en *c* et le support

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'appareil en E. Le cylindre A (fig. 1), dont l'axe BB est muni d'un pas de vis, pour lui faire accomplir un mouvement longitudinal de progression, en même temps que s'effectue son mouvement de rotation, présente à sa surface une petite rainure hélicoïdale, dont le pas est exactement celui de la vis qui fait avancer le cylindre, et la pointe téléphonique, s'y trouvant une fois engagée, peut la parcourir dans toute sa longueur. Une feuille de papier d'étain ou de cuivre très-mince est appliquée exactement sur cette surface cylindrique, et elle doit y être un peu déprimée, afin d'y marquer exactement la trace de la rainure et de placer convenablement la pointe de la lame du téléphone; celle-ci, d'ailleurs, appuie sur cette feuille avec une pression susceptible d'être réglée. A cet effet, le support E de la lame vibrante est fixé sur un levier articulé en G, et terminé à son extrémité libre par un petit manche de bois. Près de ce manche, est pratiquée dans le levier une entaille, dans laquelle s'engage une forte vis F; cette vis étant serrée, au moment où l'on juge suffisante la pression exercée par la pointe traçante sur le papier d'étain, maintient cette pression constante pendant toute la durée de l'expérience. Ce dispositif permet en même temps d'éloigner le système enregistreur du cylindre, quand l'opération est terminée, et la fig. 1 représente précisément, par des lignes ponctuées, la position qu'il prend alors.

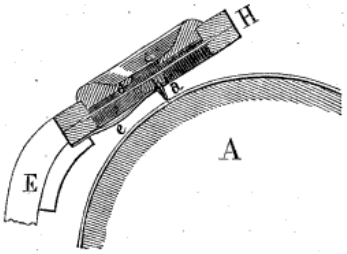
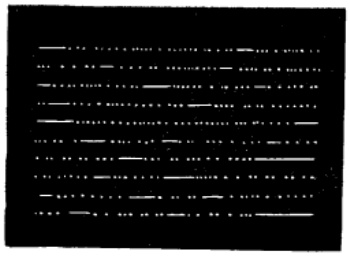
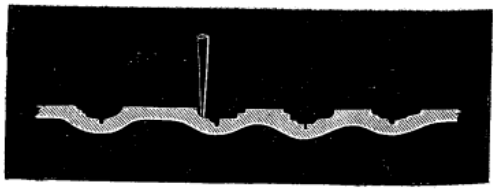


Figure 2.

« Quand l'appareil est ainsi disposé, il suffit de parler fortement devant la lame téléphonique, en faisant tourner rapidement et régulièrement le cylindre, pour qu'aussitôt les vibrations de la lame se trouvent enregistrées sur la feuille d'étain par une multitude de petits gaufrages imperceptibles et plus ou moins profonds, qui sont distribués le long de la rainure; nous en donnons la représentation naturelle, fig. 3, et la représentation amplifiée vue en coupe fig. 4. Or, ces gaufrages ont un relief suffisant pour que, repassant


Figure 3


Figure 4.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous la pointe traçante de la lame téléphonique, ils puissent à leur tour faire vibrer celle-ci, et lui faire reproduire les paroles ou les sons qui l'avaient d'abord impressionnée. Ces sons étant amplifiés au moyen d'une sorte de porte-voix I que l'on place sur l'embouchure H (fig. 1), peuvent être entendus à distance de l'instrument et plus distinctement que dans un téléphone.

« Maintenant, M. Puskas, représentant de M. Edison, à Paris, va faire fonctionner devant vous l'instrument qu'il a apporté à la séance, et lui faire répéter plusieurs phrases en français et en anglais, qui seront très-distinctement entendues dans toutes les parties de la salle avec l'accent spécial de personnes qui parleront. Deux phrases, l'une en français, l'autre en anglais, seront ensuite superposées successivement sur la même partie de la feuille d'étain, et seront entendues simultanément, imitant la confusion de deux personnes qui parlent à la fois, mais de manière, cependant, que deux personnes, en faisant une attention spéciale l'une au français, l'autre à l'anglais, puissent très-bien les séparer et en comprendre le sens.

« Pour que vous soyez certain que la présence de l'opérateur de M. Édison n'est pas indispensable, je pourrai vous affirmer que j'ai fait moi-même l'expérience, et, qu'après plusieurs essais plus ou moins heureux, je suis parvenu à faire reproduire nettement ma parole par le phonographe. Il ne faut pas croire que l'on puisse, du premier coup, arriver à ce résultat ; il faut une certaine habitude, et l'appareil doit être surtout bien réglé.

« Il y a aussi des mots qui sont reproduits beaucoup mieux que d'autres. Ceux qui renferment beaucoup de voyelles, et beaucoup d'**R**, viennent bien mieux que ceux où les consonnes dominent, et surtout que ceux où il y a beaucoup d'**S**. On ne doit donc pas s'étonner que, même avec la grande habitude que possède le représentant de M. Edison, certaines phrases s'entendent mieux que d'autres.

« La parole, enregistrée sur une feuille d'étain, peut se reproduire plusieurs fois, mais à chaque fois les sons deviennent plus faibles et moins distincts, parce que les reliefs s'affaissent de plus en plus. Avec des feuilles de cuivre ces reproductions sont meilleures, mais, pour les obtenir indéfiniment il faut faire clicher ces feuilles, et, dans ce cas, la disposition de l'appareil avec un enregistreur à surface plane est nécessaire.

« Les sons produits par le phonographe, quoique plus faibles que ceux de la voix qui a produit les traces enregistrées, sont néanmoins assez forts pour réagir sur des téléphones à ficelle et même sur des téléphones Bell, et comme, dans ce cas, les sons sont éteints sur l'appareil, et qu'il n'y a que celui qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est en rapport avec le téléphone qui les perçoit, on peut être assuré qu'aucune supercherie n'a pu être employée pour les produire.

« Comme la hauteur des sons dans l'échelle musicale dépend du nombre des vibrations effectuées dans un temps donné, on comprend aisément qu'on puisse obtenir la parole sur un ton plus ou moins élevé, suivant qu'on tourne l'appareil plus ou moins vite; mais sa reproduction est toujours effectuée de la même manière. Dans les conditions actuelles de l'instrument, les sons produits par l'appareil ont un timbre métallique assez désagréable et qui les ferait prendre pour ceux qu'émettent les ventriloques ; mais il est possible que, en modifiant la nature de la lame vibrante, on parvienne à améliorer ce timbre, et alors on pourrait reproduire le chant d'une manière satisfaisante.

« Permettez-moi maintenant, Messieurs, de m'étonner du merveilleux qu'on a voulu découvrir dans les résultats fournis par le phonographe. Pour moi, ces resultats sont beaucoup moins extraordinaires que ceux produits dans le téléphone. Avec le phonographe, les sons produits résultent de vibrations mécaniques finies et nettement déterminées, tandis que dans le téléphone, la parole n'est reproduite à l'oreille que sous l'influence de vibrations moléculaires qu'il est impossible d'apprécier à la vue. Placez, en effet, une goutte d'eau sur la lame d'un téléphone à travers lequel vous transmettez la parole, vous ne découvrirez pas le plus léger mouvement, quand bien même vous projetteriez sur cette goutte un faisceau lumineux; et pourtant le son est transmis aussi bien par elle qu'à travers le noyau magnétique et les différentes parties de l'appareil. Nous ne sommes pas encore familiarisés avec ces sortes de vibrations, qui n'ont pas même encore été consignées dans les cours de physique, bien que les expériences de MM. Page, Wertheim, de la Rive, les eussent déjà fait connaître. C'est donc un horizon nouveau que le téléphone a ouvert aux physiciens, et un horizon qui nous prouve que nos connaissances en acoustique sont aujourd'hui bien rudimentaires. En étudiant de près ce qui se passe dans le téléphone, et en étudiant, à l'aide des traces du phonographe, les formes des vibrations correspondant aux différents sons articulés, on pourra probablement pénétrer le mystère dont est entourée jusqu'ici la transmission de la parole, laquelle est bien certainement plus simple qu'on ne le croit généralement.

« En ce moment, le phonographe est à son début, et l'on a pu voir que le moyen d'enregistration qui est employé exige certaines conditions qui ne seraient pas faciles à réaliser, si on voulait enregistrer la parole à distance de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'instrument. Mais il est probable que des perfectionnements successifs rendront cet appareil plus sensible, et alors il sera peut-être possible, non-seulement d'enregistrer les discours des orateurs, mais encore de reproduire leurs intonations et l'accent de leur voix. On pourra alors conserver en portefeuille le chant des artistes, avec l'expression et les fioritures qu'ils y auront mises, ou bien encore la parole d'une personne aimée, qui pourra se rappeler à votre souvenir même au-delà du tombeau. Mais nous n'en sommes pas encore là, et les applications auxquelles on a songé en ce moment se sont bornées à faire parler une horloge. Supposez qu'aux différentes heures du jour on subtitue aux coups frappés par une horloge, un mécanisme ayant pour effet de faire passer rapidement une lame vibrante sur les clichés de traces exprimant les mots : *il est minuit, il est une heure, il est deux heures*, et vous aurez une horloge parlante qui pourra même vous commander de vous lever à l'heure fixée. D'après les journaux anglais, il paraîtrait qu'en adaptant au phonographe deux embouchures, on pourrait enregistrer les parties d'un duo chanté par deux artistes, et l'appareil pourrait, à lui seul, reproduire le duo. L'expérience aurait été faite à la Société de physique de Londres. D'un autre côté, les journaux américains viennent de nous apprendre qu'en appliquant la vapeur au phonographe, on pouvait obtenir des avertissements parlés se faisant entendre à une grande distance ; de sorte qu'en plaçant sur la cheminée d'une locomotive un système de ce genre, auquel on a donné le nom d'*aérophone*, le mécanicien peut indiquer de loin s'il a besoin de secours et en quel point de la voie il se trouve. Si nous voulions entamer le chapitre des plaisanteries que l'on pourrait faire avec ce système, il y en aurait long à dire ; mais nous laisserons ce soin à d'autres qui ne manqueront certainement pas d'exploiter ce champ nouveau, ouvert aux investigations et à l'imagination. »

ARTS CHIMIQUES.

DE L'ART DE MARBRER LE PAPIER ET LES TRANCHES DES LIVRES,

PAR M. C. W. WOOLNOUGH.

(Mémoire lu par l'auteur à la Société des arts de Londres.)

L'art de marbrer les tranches des livres, ainsi que le papier destiné à la reliure, est en général peu connu. On n'a guère écrit que je sache sur les procédés qu'il comporte, et, d'ailleurs, son origine est entourée d'une obscurité telle qu'il m'a été presque impossible de faire des recherches fructueuses dans le passé.

Ayant eu l'occasion de voir certains papiers marbrés sur des livres datant de plu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sieurs siècles, j'avais d'abord pensé faire remonter à cette époque reculée l'origine du procédé que j'ai l'intention de décrire ; mais comme il peut se faire que ces livres aient été reliés à nouveau ou tout au moins que leur couverture ait été recouverte de papier marbré à une époque plus récente, je crois qu'il ne serait pas prudent de se prononcer sur cette question. Cependant, je dois dire qu'il y a quelques années un vieil ouvrier du métier m'a raconté qu'autrefois on importait de Hollande en Angleterre certain papier marbré et que, pour éviter les droits d'entrée assez élevés, on le faisait passer comme papier d'emballage servant à envelopper des jouets. Une fois entrées, les feuilles froissées étaient mises en presse, opération qui les débarrassait de leurs plis et on les vendait alors aux relieurs à des prix élevés. Ayant pu me procurer quelques spécimens de ces anciens papiers, j'ai constaté qu'ils conservaient encore une grande douceur et une couleur éclatante, témoignant d'une grande habileté de main d'œuvre dans la fabrication.

Pour qui voit pratiquer le procédé pour la première fois, il paraît facile et j'ai souvent entendu dire qu'il ne s'agissait, pour réussir, que de savoir agencer les couleurs ; mais pour faire ce mélange et pour conserver aux couleurs un ordre de juxtaposition convenable, ce sont choses moins simples qu'on ne le pense, à raison du rôle que jouent certaines affinités chimiques et de l'influence qu'exerce l'air ambiant. Voyons donc en quoi consiste le procédé.

L'art de marbrer consiste à produire sur le papier certains effets ou dessins, au moyen de plusieurs couleurs préparées de manière à surnager sur un bain mucilagineux. Que ces couleurs soient versées ensemble ou l'une après l'autre sur le bain, elles conserveront chacune une position distincte, et ne se mêleront ni entre elles ni avec le véhicule sur lequel elles flotteront. Pendant qu'elles surnagent, on peut les disposer alors suivant un dessin quelconque, après quoi on met en contact avec elles une feuille de papier et en la retirant doucement avec une baguette, on débarrasse la surface du bain, ce qui permet de répéter immédiatement l'opération.

Est-il besoin de faire remarquer que ce procédé ne ressemble en rien à celui qu'on emploie pour faire les papiers de tenture, dits *papiers peints ?* On sait que ces derniers se fabriquent par des procédés d'impression à la main, ou d'impression mécanique au rouleau ; dans ce cas la répétition exacte du même dessin est obtenue à volonté, tandis que, pour les papiers marbrés, il n'en saurait être de même et il serait extrêmement difficile, même à un artiste habile, de reproduire les marbrures que donne le procédé dont nous nous occupons.

Maintenant deux questions se présentent à notre examen : Comment les couleurs surnagent-elles et se répandent-elles à la surface du bain ? Pourquoi ne se mélangent-elles pas ou ne se pénètrent-elles pas réciproquement, quand on les verse l'une sur l'autre ; en un mot, en vertu de quoi chacune d'elles demeure-t-elle nette et distincte quand même on les verse à la fois, ou, chose plus curieuse, quand même on essaie de les brouiller avec une aiguille ou une baguette ? Il y a bien des mystères dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les phénomènes de la nature et, parmi eux, il en est dont la recherche a tenté plus d'un grand esprit. C'est ainsi que l'illustre Faraday m'écrivait, à ce sujet, dans l'une de ses lettres : « L'art du marbreur m'intéresse vivement, non-seulement en raison de ce qu'il me rappelle que je me suis occupé de reliure dans ma jeunesse, mais encore en raison des questions de philosophie naturelle qui s'y rattachent. » Si le savant ne dédaignait pas de s'arrêter un instant à une pareille question, on ne trouvera pas puéril, de notre part, de nous en occuper.

Il y a cinquante ans, à peine, les procédés du marbreur étaient à l'état de mystère. Il était très-difficile de pénétrer dans l'atelier où ils se pratiquaient et comme les initiés étaient en très petit nombre, les bénéfices du métier étaient grands. Or, un jour (j'étais encore bien jeune), ayant accompagné une personne chargée d'aller chercher des livres dans un atelier où on les avait envoyés pour être marbrés, j'eus la bonne fortune de pénétrer dans le sanctuaire, parce qu'il s'agissait d'attendre que le travail, qui n'était pas tout-à-fait prêt, fut terminé. J'assistai donc à l'opération et j'en fus tellement émerveillé, que je me promis de suite d'essayer à mon tour. Je ne raconterai pas la longue série d'insuccès que j'ai d'abord rencontrés; mais, enfin, je dois dire qu'après des efforts persévérants, je commençai à obtenir quelques résultats qui, bien qu'imparfaits encore, me démontrèrent que j'étais dans la bonne voie. En poursuivant mes essais, je finis cependant par atteindre le but et comme je n'étais redevable à personne de ce que j'avais appris, j'entrepris en 1853 de publier un petit ouvrage sur la matière, où je dévoilai tous les mystères de la fabrication, tels que je vais les expliquer.

Supposons une cuve ayant 2,5 à 3 pouces de profondeur ($0^m,0625$ à $0^m,075$), et contenant un bain de mucilage léger. Il y a plusieurs sortes de mucilages, qu'on prépare avec différentes substances telles que la gomme adragante, la graine de lin, etc.; c'est la gomme adragante qui donne le meilleur. On dissout la gomme dans l'eau, ce qui demande deux ou trois jours, pendant lesquels il faut bien remuer le mélange, après quoi on le passe à travers un tamis de mousseline ou de crin très-fin.

Voyons maintenant comment les couleurs se manipulent : c'est là, surtout, qu'est le secret du procédé, car si l'eau seule devait entrer dans leur préparation, on ne réussirait jamais à les faire flotter ni se répandre à la surface du bain. Il y a, en effet, un élément indispensable à leur ajouter, élément qui n'est ni cher ni difficile à préparer, et qui n'est qu'un simple produit naturel : c'est le fiel d'un animal. On emploie, en général, le fiel de bœuf, parce qu'il est surtout celui qu'on se procure le plus facilement. Je ne prétends pas que le fiel de cheval ne puisse être aussi bon pour l'opération, mais je n'en puis rien dire car je ne l'ai jamais expérimenté. En revanche, j'ai essayé celui de mouton, et j'ai reconnu que son action était beaucoup moins efficace. Tous les fiels de bœuf ne sont pas, cependant, également bons au même degré ; tantôt l'un devra être rejeté, parcequ'il est épais et visqueux, tandis que tel autre parfaitement fluide remplira bien le but. Tout fiel frais n'a aucune odeur désagréable; lorsqu'il est vieux, au contraire, il sent assez mauvais, mais n'en est que meilleur pour l'emploi.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le rôle de cet agent est facile à démontrer. Supposons, comme nous l'avons dit plus haut, qu'on ait préparé le bain mucilagineux ; on commence par en écumer la surface avec une spatule en bois, pour enlever la pellicule mince qui s'y forme toujours quand on n'opère pas, et dont la présence ferait manquer toute opération. Si l'on prend une couleur préparée avec de l'eau seule et qu'on en verse quelques gouttes sur le bain, elle ne flottera ni ne s'étalera pas, mais se précipitera au fond de la cuve. Au contraire, si on répète l'opération avec la même couleur additionnée d'un peu de fiel, on la voit cette fois flotter et s'étendre. Si, dans cet état, on met un instant en contact avec la couleur une feuille de papier blanc, on la retirera teinte, mais sans marbrure ; enfin, si on prépare dans un verre un peu d'eau additionnée de quelques gouttes de fiel, qu'on trempe une brosse dans cette eau et qu'on asperge le bain, on voit aussitôt la couleur se partager en veines plus ou moins inégales, véritables marbrures unicolores que le papier blanc prendra tout aussi facilement. Telle est la base du procédé, qui montre bien clairement l'effet produit par le fiel, procédé d'où découlent toutes les autres combinaisons et qui, en somme, repose sur l'emploi de deux simples substances végétale et animale, la gomme et le fiel.

Voyons maintenant un autre exemple et prenons pour cela cinq couleurs différentes, du rouge, du noir, de l'orange, du bleu et du chamois. Le rouge renferme un peu de fiel, le noir un peu plus que le rouge, l'orange un peu plus encore que le noir et ainsi de suite pour les autres, c'est-à-dire que chacune des couleurs qui doivent se succéder dans l'ordre adopté doit être plus chargée de fiel que celle qui la précède, afin de lui permettre, quand on la répand sur le bain, de faire sa place au milieu des autres et de les resserrer suivant le dessin adopté pour l'opération.

Une fois ces couleurs versées sur le bain dans l'ordre que nous venons d'indiquer, l'opérateur peut, à volonté, produire des effets de marbrure nombreux et variés ; il lui suffit pour cela, au moyen de la pointe d'une baguette, d'une longue aiguille ou d'un peigne, de dessiner sur le bain des zigzags, des tourbillons ou tel dessin régulier ou non que la fantaisie lui suggérera, pour que les couleurs demeurent dans la position où cette opération les aura placées et constituent des marbrures qu'il sera facile ensuite de faire prendre au papier par une simple immersion.

La première question que nous nous étions posée plus haut était celle-ci : Comment les couleurs surnagent-elles et se répandent-elles à la surface du bain ? Tout ce que nous venons d'expliquer y répondant assez clairement pour que nous n'ayons plus besoin d'insister davantage, nous passons à la seconde question : Pourquoi les couleurs ne se mélangent-elles pas, quand même on essayerait de les brouiller ? A cet égard je ne puis donner que mon opinion, et je la crois assez sérieuse pour ne pas craindre de l'exposer ici :

Lorsqu'on verse une couleur sur le bain, je suis d'avis qu'elle déplace une petite couche de mucilage qui forme autour d'elle un bourrelet isolateur imperceptible, mais suffisant pour l'empêcher de se mélanger aux autres couleurs. C'est ainsi que s'ex-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plique pourquoi, lorsqu'on a déjà versé du jaune par exemple et qu'on répand ensuite du bleu, il ne se produit pas du vert, quand bien même on essayerait d'opérer le mélange sur le bain même, tandis que, au-dehors du bain, la combinaison des deux couleurs a lieu comme à l'ordinaire.

Je n'entreprendrai pas de parler du rôle que peuvent jouer les acides dans le sujet qui nous occupe et, d'ailleurs, je décline toute compétence à cet égard; je dirai seulement que les acides sulfurique, nitrique et chlorhydrique détruisent entièrement tous les effets du procédé qui viennent d'être décrits. Certains autres acides sont, parfois, m'a-t-on dit, employés sur le continent dans la fabrication de quelques espèces de papiers marbrés à bon marché qu'on importe en Angleterre, mais ces papiers sont peu estimés des amateurs. Quant aux alcalis, il en faut ajouter quelquefois un peu pour corriger l'acidité comme aussi pour diminuer la crudité de l'eau du bain mucilagineux.

Il y a dans dans l'art du marbreur une série de tours de main qui produisent des résultats fort curieux. On peut citer, par exemple, l'effet produit par un certain mouvement de main de l'ouvrier, lorsqu'il couche la feuille de papier à marbrer sur le bain de couleurs. C'est le genre qu'on nomme espagnol; il remonte à 50 ans environ et, après avoir eu une grande vogue n'est plus guère aujourd'hui employé que pour les ouvrages à bas prix. Pourquoi cette appellation? C'est ce qu'on ne saurait dire; on a peut-être dénommé ce genre, espagnol, pour le distinguer des genres dits français, italien, hollandais, etc., qui n'ont peut-être pas plus que lui de relations avec les nationalités qu'ils rappellent.

Différentes histoires plus ou moins absurdes sont racontées au sujet de la découverte du genre espagnol; je citerai les deux suivantes : On raconte que, un jour, un ouvrier marbreur, tout à son travail et venant de disposer ses couleurs sur le bain, fut violemment poussé par inadvertance contre la cuve au moment même où il trempait sa feuille de papier, d'où résulta dans la disposition des couleurs un effet d'ondulations ressemblant à des vagues, qu'on chercha immédiatement à reproduire tant il fut goûté, mais sans pouvoir y réussir aussi bien.

D'un autre côté, on attribuerait la découverte du procédé à l'état d'ivresse dans lequel se serait trouvé un jour un ouvrier marbreur, dont le bras tremblant par l'effet de l'alcoolisme, aurait donné une agitation involontaire à la feuille de papier au moment du trempage.

Je donne ces histoires pour ce qu'elles valent et ne m'en rends garant en aucune manière; je dirai pourtant que la dernière paraîtra moins invraisemblable, quand on saura que, en général, les ouvriers marbreurs se livrent volontiers à la boisson.

Quel que soit le procédé qu'on emploie, ce qu'il y a de curieux c'est qu'il faut souvent peu de chose pour en changer les effets. Disons, pour terminer, que le papier doit toujours être très sec, car la couleur ne prend pas sur les parties humides; il en est de même pour la tranche des livres.

(*Journal of the society of arts*). (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

GAZ D'ÉCLAIRAGE.

NOTE SUR LES USINES A GAZ DE LONDRES, LEUR PASSÉ ET LEUR PRÉSENT, PAR M. JOHN FIELD.

Jusqu'en **1869**, Londres et sa banlieue principale ont été éclairés par dix-neuf usines à gaz, appartenant à treize compagnies et situées (deux seules exceptées) dans un rayon de **4** milles (**6 436**^{m}), dont l'extrémité centrale est le carrefour de Charing-Cross. Déjà, à cette époque, le nombre total de cornues à une ou deux ouvertures, employées dans toutes ces usines, était considérable ; d'après M. Zerah Colburn, il était de **5 000** cornues doubles, d'une longueur de **19** pieds (**5**^{m},**75**), représentant **10 000** embouchures. Il y passait annuellement **850 000** tonnes (**1**) de houille, produisant environ **8 000 000 000** pieds cubes de gaz (**28 000 000** mètres cubes). Sur cette énorme quantité de gaz, plus de **1/8** doit être compté pour les pertes ; le reste, absorbé par la consommation, rapportait **1 400 000** liv. sterl. (**35 000 000** francs). Suivant une autre estimation, la distillation annuelle aurait porté sur **1 000 000** tonnes de houille, et la vente du gaz et des produits secondaires aurait fourni la somme de **2 000 000** liv. sterl. (**50 000 000** francs), soit une consommation par tête de **14** *s.* **6** *d.* (**18** fr., **10**). On verra plus loin combien ces chiffres ont augmenté depuis cette époque.

La plus ancienne compagnie à gaz de Londres et, en fait, la première du monde qui ait commencé à vendre commercialement du gaz d'éclairage, est la compagnie dite *Chartered Company*, autorisée dans l'origine sous le nom de *The gas light and coke Company* et dont les affaires ont débuté en **1812**. Pendant plusieurs années, cette compagnie a eu trois usines distinctes, l'une dans le quartier de Westminster, à Horseferry-road et Great Peter-street, l'autre dans Goswell-street et Brick-lane et la troisième dans Curtain-road.

Viennent ensuite : la *City of London Gas-light and coke Company*, qui établit, également en **1812**, d'importantes usines au bas de Dorset-street, tout juste au-dessous du Temple et sur l'emplacement précédemment occupé par la *New-River Company ;*

La *Phœnix-Company*, qui a été la première à faire du gaz sur la rive sud de la Tamise ; sa première usine située à Bank-side et dans laquelle sont établis, aujourd'hui, les ateliers de construction de chaudières de MM. Rennie, remonte à l'année **1816**. Son usine, placée à Bank-side, a été construite en **1840** ; puis sont venues successivement, à partir de **1848**, celle de Greenwich et celle de l'extrémité sud-est du pont du Vauxhall (*Vauxhall-bridge*) avec les grands gazomètres de Kennington-oval ;

L'*Imperial Company*, qui a travaillé sur une échelle plus considérable que toutes

(1) La tonne anglaise est de **1 015** kilogr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les autres compagnies de Londres et même du royaume; elle avait trois usines, celle de Pancras, au pont Battle (Battle-bridge) près King's-cross, celle de Hackney-road à Great Cambridge-street, et celle de Fulham ;

La *London Gas works,* dans Vauxhall et près du pont de ce nom ;

La *Ratcliff,* près la sortie de Wapping du tunnel de la Tamise ;

La *South-Metropolitan*, dans Old Kent-road ;

La *Commercial*, dans Stepney, près de Mile End-road ;

L'*Equitable*, dans Pimlico, à une petite distance en amont du pont du Vauxhall ;

L'*Independent,* dans Albert-street, à Haggerstone ;

La *Surrey Consumers'*, dans Rotherhite, près du tunnel de la Tamise ;

La *Great Central Consumers'*, à Bow-common ;

La *Western*, enfin, à Kensal-green.

Il n'est pas nécessaire, pour le but que nous nous proposons, de donner une délimitation des districts qu'alimentaient chacune de ces compagnies ; bien que, le plus souvent, l'usine fût située dans la région même qu'elle était chargée d'éclairer, il est cependant quelques cas où le gaz était envoyé à une distance considérable du lieu de production. C'est ainsi que la *Great Central Consumers' Company* dont les fours sont à Bow-common ne pouvait, en vertu de l'*Act* qui l'avait autorisée, fournir du gaz que dans la Cité, les quartiers qui entourent l'usine étant éclairés par la *Commercial Company*.

Les usines des Compagnies *Ratcliff* et *Surrey Consumers'* ainsi que celle de Greenwich, appartenant à la *Phœnix Company*, sont sur ou près les bords de la Tamise en aval du pont de Londres (*London-bridge*) et peuvent, de cette manière, recevoir directement des mines de Newcastle leur approvisionnement de houille.

Cinq usines, celles de Bank-side et du Vauxhall appartenant à la *Phœnix Company* et celles des compagnies *City of London, London Gas works* et *Equitable* ont été également établies sur les bords du fleuve, mais en amont du même pont.

Les usines des compagnies *Commercial, Independent* et *Western*, ainsi que deux autres, celles de Pancras et de Hackney-road, propriétés de l'*Imperial Company,* étaient situées sur le canal du Régent (*Regent's canal*).

L'usine de Fulham (*Imperial Company*) était établie sur le canal de Kensington (*Kensington canal*) ; celle de la *South Metropolitan Company*, sur le grand canal de Surrey (*Grand Surrey canal*) et celle de la *Great Central Consumers'*, près du chemin de fer *North London Railway,* dont deux embranchements s'allongent jusque contre les murs du bâtiment des cornues.

Au début, aucune des trois usines de la *Chartered gas Company* n'était placée sur une voie navigable ou sur un chemin de fer, si bien que leurs charbons, arrivant au débarcadère le plus voisin et mis en sac, étaient expédiés par voiture et finalement portés à dos. Plus tard, l'embranchement de la Cité du North London Railway étant venu passer tout près de l'usine de Curtain-road et le niveau des rails s'étant trouvé à 16

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pieds (4m,80) au-dessus du sol du bâtiment des cornues, le déchargement des waggons de houille a pu se faire directement.

Rappelons sommairement la composition du gaz d'éclairage.

Le gaz d'éclairage est produit par la décomposition des matières organiques, parmi lesquelles la houille doit être citée comme la matière première la moins chère et la plus favorable à cette fabrication. Cette décomposition, qu'on obtient par une distillation faite à une haute température, peut être appliquée au bois, aux résines, graisses et huiles, ainsi qu'à la tourbe et à quelques autres substances qui fournissent également du gaz d'éclairage. Quelques villes d'Amérique et, notamment, Wilmington, dans la Caroline du Nord (Etats-Unis), ont été éclairées complétement pendant quelque temps avec du gaz provenant de la distillation du bois de pin, gaz qui, cependant, n'est pas doué d'un pouvoir éclairant bien élevé. A une certaine époque, on avait établi quelques usines où l'on traitait les résines, les huiles et les graisses en vue de la production du gaz; mais, en général, on a été obligé de les abandonner, parce qu'on a reconnu que le gaz qu'on fabriquait de cette manière revenait à un prix beaucoup plus cher que celui qu'on extrait de la houille. Comme matière première assez riche, la tourbe a cependant présenté quelque intérêt ; une ou deux compagnies à gaz de Londres ont fait quelques expériences sur celle qui provient des propriétés du comte de Caithness dans le nord de l'Ecosse, et les résultats ont été assez satisfaisants.

Le gaz de houille épuré se compose presque exclusivement de carbone et d'hydrogène, en deux proportions différentes. L'hydrogène, qui est l'élément le plus inflammable, ne donne qu'une lumière très faible lorsqu'il brûle à l'air ou dans l'oxygène pur. Combiné avec le carbone, dans la proportion de 2 atomes pour 1 de ce dernier, on obtient le protocarbure d'hydrogène (*gaz des marais* ou *grisou* des mineurs), qui fournit une certaine lumière, car, en brûlant, l'hydrogène précipite les particules de carbone et les rend incandescentes. Mais lorsque les deux atomes d'hydrogène sont unis à deux atomes de carbone, ils forment le deutocarbure d'hydrogène ou hydrogène bicarboné, dont le pouvoir éclairant est alors considérable, comparativement à celui du protocarbure. Or, le gaz de houille épuré est un mélange en proportion variable d'hydrogène pur, de protocarbure et de deutocarbure d'hydrogène, mélange qui, dans le gaz d'éclairage de Londres, a en moyenne une pesanteur spécifique de 0,400 à 0,412, comparée à celle de l'air prise pour unité.

Considérée au point de vue pratique, la houille est un composé de carbone et d'hydrogène à l'état solide. Une bonne houille, propre à la fabrication du gaz d'éclairage, peut contenir 85 pour 100 de carbone et de 5 à 7 pour 100 d'hydrogène, le reste se composant d'oxygène fixe, etc., et de matière minérale. Dès qu'on la décompose à une haute température, l'hydrogène se dégage immédiatement emportant à l'état de combinaison deux, trois ou quatre fois son propre poids de vapeur de carbone. Le carbone restant, se composant en général de 60 à 70 pour 100 du poids primitif de la houille, constitue, comme on sait, le coke dont la structure poreuse est due à la force

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

expansive du gaz qui s'est échappé de tous les points de la masse du combustible. Distillée, au contraire, à une basse température, la houille fournit comme produits principaux de l'opération, des hydrocarbures liquides (huiles et goudron).

Nous parlons toujours là, bien entendu, de la houille propre à faire du gaz d'éclairage, car les variétés de houille sont très-différentes et ne possèdent pas toutes cette propriété au même degré. Parmi ces variétés, il faut citer celle qui est désignée sous le nom de *Boghead* et qui renferme une proportion très-forte d'hydrogène ; distillée à une température modérée, elle fournit l'huile de paraffine qui est également un hydrocarbure liquide. En comparant ces huiles minérales artificielles aux pétroles que la nature fournit en si grande abondance en Amérique (1) au milieu même comme dans les environs des bassins houillers de ce pays, il est permis d'émettre, avec un certain degré de probabilité, l'opinion que ces grands dépôts d'huile ont été produits par une distillation lente à laquelle ont été soumises, sur place, différentes couches de houille. Mais ce n'est pas seulement l'huile minérale qu'on trouve en Amérique ; c'est encore le gaz d'éclairage lui-même, qui s'échappe naturellement du sol sur différents points avoisinant les puits d'où on extrait l'huile. Un de ces jets est utilisé pour éclairer entièrement la ville de Fredonia, dans l'Etat de New-York ; on éclaire de la même manière un des phares situé sur la rive méridionale du lac Erie. Ce dégagement naturel de gaz est nécessairement dû à l'intervention d'une température supérieure à celle qui a produit les huiles ; mais provient-il des huiles ou directement de la houille même ? C'est ce qu'on ne saurait dire.

Si l'on compare à la lumière du gaz de houille celles que donnent les torches, les lampes à huile ou à essence et même les bougies, on peut dire que ces dernières sont également des lumières de gaz. En effet, toute substance inflammable qui brûle est peu à peu décomposée par la chaleur développée par la combustion et donne naissance à des produits gazeux qui, en brûlant eux-mêmes, communiquent à la lumière l'éclat qui lui est nécessaire ; or, en pratique, ces produits gazeux sont identiques à ceux que dégage la houille. Si le gaz de houille possède un éclat supérieur, cela tient à ce qu'il y a moins de diffusion et à ce que la combustion s'opère d'une façon plus rapide, car il faut au moins une douzaine de bougies de spermaceti pour donner une lumière égale à celle d'un bec d'Argand, brûlant 5 pieds cubes de gaz par heure ($0^{m3},640$). Un bec brûlant, par heure, 1,50 pied cube ($0^{m3},042$) ne donne qu'une lumière équivalant à celle d'une bougie ordinaire, tandis que, en doublant le débit de ce bec, la lumière qu'on obtient est égale à celle de 8 à 10 bougies.

Disons maintenant quelques mots du gaz fabriqué à Londres. Quelques-unes des usines fabriquent deux gaz de qualités différentes, c'est-à-dire du gaz de houille ordi-

(1) On sait qu'on en trouve également dans les différentes contrées de l'Europe, où elles sont cependant moins abondantes ; à cet égard, on peut consulter l'intéressant mémoire de M. C. Cooke que nous avons publié, il y a quelques années, dans le *Bulletin* (voy. 2e série, t. VI, p. 553). (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

naire et du gaz de houille dite *cannel*, qui a un pouvoir éclairant deux tiers de fois plus élevé et qui se vend, par conséquent, plus cher. La houille qu'on emploie pour la fabrication du gaz ordinaire provient des environs de Newcastle. Il ne faudrait pas croire qu'une houille, par cela seul qu'elle est de bonne qualité pour les foyers domestiques, remplit toujours les meilleures conditions pour la fabrication du gaz ; il arrive, au contraire, que celle qui convient le mieux dans ce dernier cas est trop fumeuse pour les grilles d'appartements. C'est ce qui explique pourquoi les charbons des puits Pelton, Haswell, Lambton's, Leverson et Pelaw, qui sont surtout riches en hydrogène et préférables, par conséquent, pour les usines à gaz, sont beaucoup moins chers pour la consommation au détail que celui de Wallsend.

Le gaz de cannel est fabriqué soit directement avec les houilles spéciales, provenant du Lancashire, de l'Ecosse ou du pays de Galles, soit en mélangeant le gaz ordinaire de la houille de Newcastle avec celui de Boghead. Quelques variétés de houille de Newcastle, comme celle de Leverson, par exemple, renferment une certaine proportion de cannel. Aujourd'hui, pour faire du gaz de cannel qui satisfasse aux prescriptions réglementaires fixées par l'Administration, il faut, si l'on emploie de la houille Boghead et de la houille de Newcastle, opérer sur 3 à 7, 30 pour 100 de la première et environ 70 pour 100 de la seconde. La distillation de chaque espèce de charbon doit avoir lieu séparément et ce n'est qu'au sortir des cornues que le mélange des deux gaz se fait.

Les houilles qui conviennent le mieux pour la fabrication du gaz, c'est-à-dire les houilles bitumineuses (houilles grasses), sont plus sujettes que les autres à s'enflammer spontanément. La présence du grisou dans les mines où on les exploite, démontre la facilité avec laquelle l'hydrogène carboné se dégage ; lors donc que le charbon extrait contient beaucoup de menus, comme c'est le cas pour celui qui arrive en grande quantité aux usines de Londres, il est essentiel pour empêcher l'accumulation de cet hydrogène, de veiller à ce que l'air circule activement aussi bien dans les chargements qui viennent par eau que dans les approvisionnements accumulés dans les usines. C'est à l'insuffisance de ces précautions que sont dues ces explosions dont on entend parler de temps en temps, et par suite desquelles il n'est pas surprenant de voir sauter des ponts de navires. L'humidité est également une cause d'inflammation spontanée, par suite de la décomposition de la matière ainsi que de l'eau qu'elle renferme ; une bonne ventilation dans toute la masse est le meilleur moyen préventif. Les approvisionnements que sont obligées de faire les usines de Londres étant considérables, il est donc indispensable de les mettre à l'abri de l'humidité et d'y entretenir une ventilation active, résultat qu'elles obtiennent en pratiquant de larges ouvertures à la partie supérieure des murs des hangars où les houilles sont amoncelées et en ménageant, dans l'intérieur des tas et dans toutes les directions, des conduits où l'air puisse circuler librement.

De treize qu'elles étaient encore en 1869, comme on l'a vu plus haut, les compagnies à gaz sont aujourd'hui réduites au nombre de six, par suite de la fusion de plu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sieurs d'entr'elles, ce qui n'implique pas une diminution de la production, car la fabrication a pris, au contraire, d'année en année, un développement inouï. Ainsi, en 1876, la quantité de houille qui a passé par les cornues a été de 1 552 323 tonnes, représentant une proportion sensible de toute la production houillère de la Grande-Bretagne, et une quantité supérieure à la production totale de la Russie ; ce qui fait plus de 4 250 tonnes par jour.

Le capital réuni des six compagnies s'élevait, à la fin de 1876, à la somme de 11 371 123 livres (284 278 075 francs) pouvant être portée à 15 563 866 livres (389 096 650 francs).

La compagnie *Chartered* en a absorbé six autres, et est par conséquent la plus importante. La *Commercial* a fusionné avec la *Ratcliff*, tandis que la *London*, la *Phœnix*, la *South-Metropolitan* et la *Surrey Consumers'* sont restées ce qu'elles étaient auparavant.

La consommation en charbon de la *Chartered* a dépassé, en 1876, 1 000 000 tonnes, c'est-à-dire près des deux tiers de la consommation totale des autres compagnies. La consommation du gaz faite par Londres, dans cette même année, a été de 14 456 486 000 pieds cubes (404 781 600 mètres cubes). A ce chiffre il faut encore, si l'on veut se rendre compte de la fabrication totale, ajouter le gaz brûlé dans les usines et les bureaux des compagnies, et enfin les pertes résultant des fuites qui sont évaluées à 6,38 pour 100. Quoi qu'il en soit, si l'on rapproche ce chiffre de 14 456 486 000 de celui de 1869, que nous avons donné en commençant (8 000 000 000), on voit que la consommation a presque doublé dans un espace de dix années.

Il y a dix ans, les pertes par les fuites étaient, comme on l'a dit au début, de 1/8 c'est-à-dire de 12,50 pour 100 ; comme elles ne sont plus aujourd'hui que de 6,38, il est incontestable qu'il y a une amélioration très importante dans l'établissement des conduites. Néanmoins, cette perte représente encore une quantité de houille considérable, soit 90 000 tonnes qui, sauf le coke et les produits secondaires provenant de la distillation, sont totalement perdues.

Une autre preuve de l'importance qu'a prise aujourd'hui la *Chartered Company*, c'est que sur les 14 456 486 000 pieds cubes de gaz consommés en 1876, elle en a fourni, à elle seule, 9 472 281 (près de 265 224 mètres cubes), produisant la somme de 1 809 622 livres (45,240 550 francs) ; or, cette somme qui dépasse de plus de 5 millions de francs celle qu'encaissaient ensemble, en 1869, les 19 anciennes compagnies représente à peu près les deux tiers de celle qu'ont touchée ensemble, en 1876, les six compagnies actuelles, somme évaluée à 2 698 381 livres (67 459 525 francs). A ce chiffre il conviendrait d'ajouter celui qui représente le produit de la vente des produits secondaires (coke, eaux ammoniacales, goudron, etc.), qui, pour toutes les compagnies, a éte de 820 664 livres (20 516 600 francs), de sorte que la fabrication du gaz a produit, au total, 87 976 125 francs, dont les deux tiers environ appartiennent à la *Chartered Company*, qui, à elle seule, distille chaque jour pour plus de 50 000 francs de houille.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme en 1869, les compagnies font encore deux sortes de gaz qu'elles mélangent, celui de *cannel coal*, le plus riche, et celui de houille ordinaire ; mais, aujourd'hui, cependant, elles font moins de gaz de cannel, car la distillation de cette espèce de houille qui portait, en 1869, sur 139 115 tonnes n'a plus été, en 1876, que de 79 797 tonnes.

Le développement de la fabrication du gaz à Londres a pris, dans ces huit dernières années, un développement considérable. La consommation est, aujourd'hui, d'au moins 4 000 pieds cubes (112 mètres cubes) par tête et par an ; elle ne pourra que s'accroître encore en raison de l'augmentation progressive de la population et de l'adoption, tous les jours plus grande, du gaz dans les usages domestiques, notamment pour le chauffage.

(M.) (*The Engineer*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Le plus gros marteau à vapeur du monde entier. — On sait que le marteau à vapeur, du poids de 50 tonnes, établi aux usines Krupp, à Essen, avait été jusqu'ici l'appareil de ce genre le plus puissant qu'on ait construit. Mais voilà que le Creusot a été plus loin encore dans cette voie, car on peut y voir fonctionner, depuis peu, un engin véritablement colossal sur lequel le Bulletin du comité des Forges de France donne les renseignements suivants :

Les proportions du nouveau marteau à vapeur du Creusot sont telles que, bien qu'on n'utilise actuellement qu'une masse active de 75 tonnes environ, on pourra augmenter cette puissance et la porter à 80 tonnes et même au delà.

Ce marteau, à chabotte indépendante et à simple effet, est formé de deux jambages en fonte, en deux morceaux boulonnés, inclinés l'un vers l'autre en forme d'A. Ces jambages supportent l'entablement sur lequel est placé le cylindre à vapeur ; ils sont réunis par de larges plaques en fer forgé formant entretoises, et portent les glissières qui y sont fixées par des boulons.

La chabotte est formée de onze assises en fonte, rabotées et réunies par des clavetages spéciaux. Elle est fondée sur un massif en maçonnerie de 6 mètres de profondeur. Tout l'intervalle entre le terrain et la chabotte est rempli de madriers en bois placés alternativement en couches horizontales et verticales, de façon à faire une sorte d'enveloppe élastique. Dans toute cette fondation on a employé 100 mètres cubes de fonte, 100 mètres cubes de bois et 1 000 mètres cubes de maçonnerie.

Quatre fours à gaz et quatre grues, d'une puissance de 100 à 150 tonnes, desservent ce marteau. Ces grues à un seul pivot, construites en tôles et cornières, sont action-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nées par un moteur à vapeur, porté par chaque grue elle-même, qui peut accomplir quatre mouvements différents.

L'ensemble de cette installation, marteau, fours et grues, est placé dans une halle métallique spéciale, dont les dimensions ont été proportionnées à l'importance de l'outillage qu'elle abrite. Comme complément de cette installation, les ateliers de coulée de l'acier ont été munis d'une grue à vapeur pouvant lever les plus gros lingots qui pourront être forgés, c'est-à-dire d'une puissance de 100 tonnes environ. Enfin il a fallu créer également tout un matériel spécial de manutention et de transport des blocs d'acier, d'un poids de 100 à 120 tonnes, que le nouveau marteau pourra forger facilement.

Si on compare la puissance du marteau-pilon du Creusot avec celui d'Essen, au seul point de vue du travail mécanique, dans l'hypothèse de la chute de la masse frappante et de la plus grande course possible de chacun d'eux, on trouve que le travail de choc du pilon du Creusot est de 412 500 kilog., tandis que celui du pilon d'Essen est de 150 000 seulement, soit un rapport de 2,75 à 1.

(*Bulletin du comité des Forges.*)

Renseignements statistiques sur la fabrication de l'acier Bessemer, en Europe et en Amérique. — En 1870, il n'y avait encore, dans toute la Grande-Bretagne, que 18 aciéries Bessemer à convertisseurs et la production totale ne dépassant pas 214 000 tonnes. En 1877, le nombre de ces aciéries en activité était de 24, avec 110 convertisseurs produisant environ 750 000 tonnes, soit plus du triple de la production de 1870.

En 1876, la production moyenne, aux Etats-Unis, d'une paire de convertisseurs de 5,5 à 6 tonnes de capacité, a été de 225 à 250 tonnes de lingots par 24 heures, et, récemment, les aciéries du North Chicago steel works viennent de faire avec un seul convertisseur 72 opérations en 24 heures.

En Angleterre, on considère comme satisfaisant, pour une paire de convertisseurs de 7 tonnes, un rendement de 180 tonnes par 24 heures.

En Allemagne, la production moyenne de chaque convertisseur ne dépasse guère 6 728 tonnes par an.

Ces différences considérables s'expliquent par la supériorité des installations mécaniques américaines.

On peut comparer la différence du développement de l'industrie de l'acier Bessemer, en Angleterre et aux Etats-Unis, en rapprochant les chiffres donnés ci-dessus de ceux-ci. Les Etats-Unis, partis en 1870 d'une production de 40 000 tonnes, sont arrivés à 525 996, tandis que de 215 000 tonnes, l'Angleterre n'est arrivée qu'à 750 000. Il n'y a, cependant, aux Etats-Unis, que 27 convertisseurs qui donnent, à 225 000 tonnes près, la même production que 110 convertisseurs en Angleterre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'Allemagne a produit en somme, par an...	242,260	tonnes de lingots d'acier.			
La France	—	—	— ...	261,874	—	—
La Belgique	—	—	— ...	71,758	—	—
La Suède	—	—	— ...	22,780	—	—
La Russie	—	—	— ...	85,500	—	—

L'Europe et l'Amérique donnent ensemble un total de 87 aciéries Bessemer, possédant 297 convertisseurs capables de produire, avec un outillage mécanique perfectionné, au moins 7 000 000 de tonnes par an.

(*Bulletin du Comité des forges de France*)

De l'emploi de la dynamite dans l'exploitation des ardoisières d'Angers. — La dynamite tend de plus en plus à se substituer à la poudre de mine dans les travaux de mines et de carrières. On en a fait récemment l'essai aux ardoisières d'Angers, et voici ce qu'en dit M. Blavier, président de la Société industrielle et agricole d'Angers.

Depuis plusieurs années, les exploitants des ardoisières d'Angers se servaient de la dynamite ; mais ils ne l'avaient appliquée encore qu'aux travaux préparatoires où l'on n'a pas à se préoccuper de la conservation de la masse rocheuse à abattre, parce qu'elle n'est pas destinée à la fabrication de l'ardoise et que l'objectif principal est d'accélérer le plus possible le travail. Ainsi, toutes les galeries de recherches et les voûtes des chambres souterraines sont exécutées au moyen du nouvel agent explosif, avec un tel avantage pour l'ouvrier, qu'avec un prix de marchandage notablement réduit, il obtient des salaires beaucoup plus élevés que lorsqu'il employait la poudre de mine. Il n'a, en effet, jamais à craindre de *ratés*, et quelle que soit la profondeur du trou qu'il a creusé pour y loger les cartouches de dynamite, il est assuré que l'explosion produira la désagrégation du schiste jusqu'au fond de ce trou ; ce qui n'existe jamais avec l'emploi de la poudre ordinaire, d'où résulte une véritable perte sèche de travail mécanique.

Jusqu'à présent, on n'avait pas essayé l'application de la dynamite pour abattre le schiste des bancs en exploitation, dans la crainte que la puissance exceptionnelle de de cet explosif n'eût un résultat fâcheux sur le rendement de la masse abattue au moment du travail de l'ouvrier *d'à-haut*, pour la fente de l'ardoise. Or, la Société générale de la dynamite a récemment envoyé sur le centre d'Angers un de ses ingénieurs, chargé de suivre, concurremment avec le directeur d'une des grandes ardoiseries, des expériences sérieuses en vue de parer à cet inconvénient.

Le procédé appliqué est précisément celui que M. Blavier avait eu, il y a longtemps, l'idée d'essayer, mais dont les résultats avaient été peu concluants, par suite de la difficulté éprouvée pour l'explosion simultanée de plusieurs mines chargées de poudre ordinaire. Il est évident, en effet, théoriquement, que, si on suppose l'action simultanée de forces de projection, partant de différents centres, symétriquement placés, par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par rapport à une masse schisteuse à abattre, ces forces, se combinant deux à deux, donnent lieu à des composantes parallèles, tendant toutes au renversement de la masse, sans efforts de déchirement de nature à briser la pierre. Les expériences reprises avec la dynamite et une puissante machine électrique rotative, importée d'Autriche, sur un banc de 15 mètres de longueur, 4 mètres de hauteur et 1 mètre de profondeur de la galerie souterraine n° 10 des Fresnais, ont donné un résultat satisfaisant. Un bloc, d'environ 50 mètres cubes, a été séparé de la masse par huit mines horizontales dites *mines à lever*, distantes de 1^{m},50, profondes de 1^{m},00 et chargées de 330 grammes de dynamite n° 2, et des mines verticales dites *mines debout*, distantes de 3^{m},00, profondes de 4^{m},00 et chargées de 420 grammes de dynamite ; l'électricité a produit l'explosion simultanée de toutes ces mines, au moyen de deux conducteurs principaux sur lesquels se rattachaient les fils particuliers de chaque mine et qui aboutissaient à une petite chambre où avait été installée la machine électrique.

(*Bulletin de la Société industrielle et agricole d'Angers.*)

Importation des jouets américains en Europe. — L'Amérique qui, autrefois, recevait ses jouets d'Europe, s'est mise elle-même, dans ces derniers temps, à en fabriquer et a tellement bien réussi dans cette voie, qu'aujourd'hui, au lieu d'importer, elle exporte. C'est ainsi que, dans la seule année 1877, son chiffre d'exportation, sur cet article, n'a pas été de moins de 5 millions de dollars (plus de 25 millions de francs); dans ce chiffre sont compris, pour une valeur importante, les montres qui inondent aujourd'hui les marchés de l'Europe, au grand détriment des fabriques suisses et françaises.

Ce sont surtout les jouets mécaniques, petits bateaux à vapeur, locomotives, trains de chemins de fer, que la fabrique américaine exporte le plus, parce qu'elle peut les établir à des prix bien inférieurs aux nôtres. C'est New-York et New-England qui fabriquent les jouets les plus importants; à New-England, seulement, il n'y a pas moins de cent fabriques. (*Journal of applied science*).

(M.)

Du prix des différents modes d'éclairage de la ville de Munich, par M. Friedr. Erismann. — Le tableau suivant fait voir que, de toutes les matières éclairantes, le pétrole est la plus économique. Cependant, il ne faut point oublier que les dépenses occasionnées par l'achat et les soins journaliers des lampes, principalement dans les grands établissements, tels que salles d'école, ateliers, etc., rendent l'usage du pétrole sensiblement plus cher. Eu égard à ces circonstances, et surtout parce qu'il offre moins de chances d'incendie et qu'il est d'un emploi plus facile, nous donnons la préférence au gaz d'éclairage pour les établissements publics.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉRO des expériences.	MODE D'ÉCLAIRAGE.		DURÉE des expériences.	CONSOMMATION de matière.	POUVOIR éclairant en bougies.	Consommation de matière éclairante en 1 heure pour un pouvoir éclairant de 6 bougies.	Consommation de matière en 24 heures pour un pouvoir éclairant de 6 bougies	Frais d'éclairage en 24 heures pour un pouvoir éclairant de 6 bougies.
			heures	gr.				fr.
1	Pétrole — Avec becs fendus	I.	1	36.0	10	21gr.	504gr.	0,265
2			2	69.5	10			
3		II.	1	41.0	11.5			
4			2	77.5	11.5			
5	Avec becs ronds	III.	1 1/2	56.7	7; 7.5	30.3	727	0,352
6			1	43.0	8.5			
7	Lampe à huile I.....		2	42.0	3.75	33.6	806	0,783
8	— — II.....		2	45.3	4			
9	Gaz d'éclairage.....		2	280l	7.5; 8	105l	2520l	0,692
10	Bougie stéarique		2	20.5gr.	6	60gr.5	1451gr.	1,000
11	— —		2	20.9				

Les différences de consommation de la matière que l'on observe entre les lampes à pétrole, à bec rond et celles à bec fendu, méritent quelque attention. Le professeur de Pettenkofer ayant fait remarquer que la combustion parfois irrégulière et la volatilité de la flamme dans ces lampes peuvent être évitées en bouchant en partie les ouvertures du cône inférieur d'arrivée d'air, M. Erismann a entrepris quelques recherches sur l'influence de l'arrivée de l'air à la flamme relativement au pouvoir éclairante de cette dernière. Il remarqua, en effet, que dans les lampes à pétrole à bec rond, employées dans ses expériences, l'affluence de l'air était trop considérable, et que, par conséquent, il y avait une consommation de matière notable sans augmentation correspondante dans le pouvoir éclairant. M. Erismann restreignit alors les sections d'arrivée d'air, en collant sur le pourtour du cône métallique des bandes de papier, appliquées tantôt sur la moitié, tantôt sur le tiers, tantôt sur le quart des ouvertures. Dans ces différentes conditions, la consommation de matière pour un temps donné et le pouvoir éclairant de la flamme furent contrôlées. Les résultats de ces recherches prouvèrent que, dans la lampe soumise à l'essai, le plus grand pouvoir éclairant correspondant à la plus petite consommation de matière, peut être obtenu en diminuant de moitié la section totale d'arrivée d'air. Comme des dispositions si simples dans l'emploi des lampes à bec rond peuvent réduire d'un tiers les frais d'éclairage, nous insistons auprès des fabricants de lampes pour qu'ils portent leur attention sur ce point. L'arrivée de l'air doit, d'une part, ne pas être trop faible, car la flamme deviendrait fuligineuse. Cette observation a été faite, aussitôt que les trois quarts des ouvertures d'appel du cône furent recouvertes de papier ; la flamme elle-même donna une couleur jaune et commença par devenir fuligineuse, ce qui répandit une odeur désagréable. D'autre part, on ne doit pas trop agrandir les sections d'appel, car il en résulterait une dépense de matière éclairante inutile.

(H.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nouveau tissu fait avec le coton parcheminé. — Ce nouveau genre de tissu, inventé en Amérique, se prépare de la manière suivante :

Le coton brut, bien nettoyé, est plongé pendant vingt-quatre heures dans une solution composée d'une partie d'acide sulfurique concentré, une partie de sulfate de glycérine et trois parties d'eau à la température de 63,5 degrés Fahrenheit (17°,65 C.) ; ensuite, on le met en presse entre des cylindres de verre, jusqu'à ce que le papier de tournesol n'accuse plus aucune trace d'acide. Après séchage, on trouve que les fibres ont acquis quelques-unes des qualités qui distinguent la laine de mouton et, pour leur faire subir les différentes opérations de la filature, du tissage et de la teinture, elles doivent être soumises auparavant à une sorte de feutrage. On dit que les tissus faits avec ce nouveau coton ressemblent beaucoup à ceux de laine naturelle, et qu'on ne reconnaît bien la matière cotonneuse que par l'odeur qu'elle répand en brûlant. Les propriétés remarquables du coton parcheminé vont probablement permettre de le substituer aux autres matières employées jusqu'ici dans la fabrication des articles où la laine n'entre que pour moitié.

Le fil de coton parcheminé peut, dit-on, remplacer avantageusement le fil de lin, dont il acquiert les qualités tout en ayant plus de force que lui ; comme il est beaucoup moins cher, surtout dans les numéros fins employés pour la fabrication de la batiste, on voit que le nouveau procédé peut être très-avantageux. (M.)

(*Journal of the Society of arts.*)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 8 *mars* 1878.

Présidence de M. Dumas, président.

Correspondance. — M. *Honnorat* (Auguste), fabricant de draps, à Saint-André (Basses-Alpes); nouvelle disposition pour un récepteur de force motrice qu'il a fait breveter récemment. (Arts mécaniques.)

M. *Le Doré* (J. A.), rue Suffren, 6, à Brest, envoie un complément d'explications à l'appui de la communication qu'il a faite, en avril 1877, à la Société, sur l'utilité des eaux mères des salines, du sel et de l'eau de mer pour la fabrication des engrais. (Agriculture.)

M. *Léon*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, en retraite, envoie une brochure sur les mesures monétaires, dans laquelle, après avoir constaté que tous les gouvernements reconnaissent l'immense avantage que le commerce trouverait dans l'uniformité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des mesures et des monnaies, que presque tous ont résolu d'adopter le système métrique, que l'entente n'est pas moins nécessaire sur l'unité monétaire pour la mesure des valeurs que pour les autres mesures, il propose : d'admettre la monnaie d'or comme seule monnaie internationale, d'adopter le titre uniforme de 9|10 de fin pour les pièces de ce métal, de donner à ces pièces le poids d'un nombre entier de grammes, en les désignant par leur poids, de sorte que le gramme d'or, à 9|10 de fin, serait l'unité monétaire universelle. Ces conclusions sont le résumé des brochures publiées par l'auteur depuis 1867. (Commerce.)

COMMUNICATIONS. — *Combustion des gaz.* — M. *Schützenberger*, membre du comité des arts chimiques, lit un travail sur les limites de combustibilité des gaz. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

En remerciant M. *Schützenberger* de son intéressante communication, M. le Président fait remarquer que les expériences précises, dont il vient d'être parlé, ont une grande importance pour l'industrie. L'exploitation des mines de houille en tirera un grand parti pour combattre les explosions du grisou. Ce n'est, en effet, que par des recherches de cette nature sur les diverses conditions de l'inflammation des gaz, qu'on parviendra à se rendre maître des circonstances qui peuvent la déterminer. Il y a quarante ans, environ, des études du même genre ont éclairé sur l'influence de la pression ; il est certain qu'on doit tenir compte de la température, de la pression, du volume du gaz, des dimensions et de la forme de l'espace où se fait cette combustion. Les études que M. *Schützenberger* vient de faire connaître sont d'une grande valeur pour l'ensemble de ces recherches.

Photochromie. — M. *Vidal* (Léon), présente les premières livraisons du *Trésor artistique de la France*, ouvrage édité, sous la direction de M. *Dalloz* (Paul), par la *Société anonyme des publications périodiques*.

Ce qui caractérise ce recueil, dit M. *Vidal*, c'est, à la fois, le genre et la nature des objets qui s'y trouvent représentés.

Les planches dont il est illustré ont été obtenues par l'impression photochromique, et cet ouvrage est le premier qui offre d'aussi nombreux spécimens de cette invention récente, au sujet de laquelle une communication fut faite à la Société d'encouragement, presque au début de l'installation de la photochromie dans les ateliers du *Moniteur universel*.

A cette époque, chaque épreuve exigeait une insolation spéciale, ce qui était un obstacle grave à une production rapide et peu coûteuse. Depuis, et grâce à un perfectionnement très-important, l'action photographique est limitée à l'exécution d'un seul cliché négatif et à celle d'une ou plusieurs planches d'impression photographique, de sorte que tous les tirages, soit photographiques, soit en diverses couleurs, sont opérés mécaniquement.

De ce perfectionnement, il est résulté une production, non-seulement régulière et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rapide, mais encore assez peu coûteuse pour que les plus belles planches photochromiques puissent être livrées à des prix très-accessibles.

La collection où ont été puisés les premiers sujets reproduits dans le *Trésor artistique de la France*, est celle de la galerie d'Apollon (Musée du Louvre). Il est inutile d'insister sur la valeur artistique de ces beaux objets d'art dont la copie, par la photographie, n'a été autorisée par M. le Ministre de l'instruction publique qu'à cause de la puissance nouvelle que la photochromie ajoute aux arts déjà connus de l'impression en couleurs.

Cette série de planches est donc bien réellement unique en son genre, au double point de vue des objets représentés et de la façon toute nouvelle dont cette reproduction a eu lieu.

M. *Vidal* appelle l'attention des membres du Conseil sur les travaux nombreux exécutés dans les ateliers de photochromie du quai Voltaire, en expliquant que ces procédés sont d'une application générale et que, dès maintenant, la photochromie, sans porter atteinte à aucune des industries existantes, est elle-même une véritable industrie nouvelle éminemment française, puisque, dans aucun autre pays, rien d'analogue n'a encore existé.

Répondant à plusieurs demandes relatives au prix de revient de ces planches, l'auteur de la communication en indique le coût en prenant pour base, parmi les planches présentées, celle qui est la plus compliquée et celle dont l'exécution est la moins chère. La première revient à 1 franc environ et la deuxième à 40 centimes pour un tirage de 1 000 exemplaires. Le prix moyen de revient de ces planches, avec des clichés dont le format serait de $0^m,30$ sur $0^m,40$ environ, serait de 60 à 75 centimes, pour un tirage limité à 1 000 exemplaires. Ce prix irait, naturellement, en décroissant pour des tirages plus considérables.

M. *Vidal* termine, en disant que Messieurs les membres du Conseil pourront, s'ils le désirent, venir dans les ateliers du *Moniteur* voir pratiquer les procédés de photochromie, et qu'il sera heureux de pouvoir, sur les lieux, donner toutes les explications qui seraient nécessaires pour faire bien comprendre ces nouvelles méthodes.

Faïences décoratives. — M. *de Luynes* présente à la Société, de la part de M. *Lœbnitz*, les faïences décoratives de sa fabrication, dont il a exposé, dans la salle de la Société, les principaux types. M. *Lœbnitz* est le petit-fils de M. *Pichenot*, inventeur de la faïence ingerçable, auquel il a succédé en 1857. Tout en continuant l'industrie de son grand-père, il a cherché à développer la production de la faïence émaillée, pouvant s'appliquer aux besoins de l'architecture.

La faïence ordinaire peut être décorée de deux manières différentes, au moyen de l'émail stannifère opaque, introduit en Italie vers le commencement du xv^e siècle. Tantôt l'émail blanc ou coloré est déposé sur la faïence rougeâtre, de manière à dissimuler la couleur désagréable de la terre tout en l'ornant; c'est ce genre de décoration qui fut illustré, d'abord, par *Luca della Robia*. D'autres fois, on répand à la surface

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la terre cuite l'émail pulvérisé, sous forme de bouillie liquide, de manière à recouvrir toute sa surface. La porosité de la terre détermine le dépôt d'une couche mince d'émail pulvérulent, sur lequel le peintre exécute sa peinture. Le tout est ensuite soumis à la cuisson, qui fixe à la fois l'émail et les couleurs ; cela constitue la peinture sur émail cru, et les pièces ainsi décorées, appelées majoliques, furent florissantes, surtout vers le milieu du XVI^e^ siècle.

Enfin, Bernard Palissy trouva, en France, un autre mode de décoration de la faïence; la terre qu'il employait étant presque blanche, il se servit d'émaux colorés transparents, qu'il déposait sur les diverses parties de la terre cuite qu'il voulait décorer.

Les pièces en faïence exposées par M. *Lœbnitz* devant la Société, montrent des échantillons de ces différentes décorations. Tantôt l'émail stannifère opaque, diversement coloré, est appliqué sur des panneaux moulés, destinés à la construction de poêles artistiques, ou de bâches pour les jardins d'hiver, ou de grands médaillons pour l'ornementation intérieure et extérieure des édifices, comme on peut le voir sur la Vierge, d'après *Mino da Fiesole*, agrandie par *Chapu*, se détachant en réserve de biscuit sur un fond bleu entouré d'or.

M. *Lœbnitz* a également apporté des spécimens de carreaux émaillés de différents genres, et notamment semblables à ceux qu'il a fabriqués pour la restauration du château de Blois, où 100,000 de ces carreaux ont été placés. On doit citer encore des panneaux pour poêles décorés dans le genre Palissy ; un beau vase en terre émaillée avec des émaux opaques et transparents, d'après les dessins de M. *Sedille*, ainsi qu'un joli plat, dans le même genre, peint par M. *Meyer* (Lazare) ; enfin, différentes pièces de la porte monumentale que M. *Lœbnitz* prépare pour l'entrée des Beaux-arts français à l'Exposition universelle, avec le concours artistique de M. *Sedille*, architecte. Cette porte, de 10 mètres de largeur sur 11 mètres de hauteur, sera formée de pièces émaillées ou en biscuit, et ornée de trois grands panneaux représentant la Sculpture, la Peinture et l'Architecture. Des fragments de ces panneaux, exécutés d'après les dessins de M. *Lévy* (Emile), sont déposés sur le bureau de la Société et permettent de se rendre compte de l'œuvre de M. *Lœbnitz*. Enfin, un portrait de jeune fille, par *Bidot*, sur émail cru, donne un exemple de ce dernier genre de décoration.

On voit, par l'examen des produits exposés, que, tout en se renfermant dans la production spéciale de la faïence ordinaire, M. *Lœbnitz* a su l'approprier avec talent à la décoration intérieure et extérieure des habitations dans des conditions de solidité, d'élégance et de prix remarquables. Il est à désirer qu'une visite, faite par les comités, dans les beaux ateliers de cette fabrication, permette à la Société de se rendre compte d'une manière plus complète de l'importance des travaux de M. *Lœbnitz* et des soins qu'il y a apportés. (Renvoi au comité des beaux-arts.)

NOMINATION DE MEMBRES. — M. *Walker*, négociant, à Paris, est élu membre de la Société.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Séance du 22 mars 1878.

Présidence de M. DUMAS, Président.

CORRESPONDANCE. — M. *Dufourc* (Firmin), place des Victoires, 1, à Paris, propose de fonder à New-York et à Paris, des Expositions permanentes de tous les produits de l'industrie française, et il envoie divers documents à l'appui de cette proposition. (Commerce).

Mme *Londois*, veuve d'un ingénieur-chimiste, rue Frère-Philippe, 2, à Paris, envoie à la Société la liste des travaux et des découvertes de son mari. (Comité des arts chimiques et des arts mécaniques.)

M. *Robert* (Ed.), ingénieur-mécanicien, à Dijon, présente une potiche en terre cuite pour la destruction du phylloxera par les vapeurs de sulfure de carbone, qui sont diffusées lentement à travers les pores de cette potiche quand elle est enfoncée à $0^m,40$ dans le sol. Il annonce en même temps qu'il a inventé, depuis 1873, un pal distributeur pour faire des injections souterraines de sulfure de carbone ou de sulfo-carbonates. (Agriculture.)

M. *Bourgade* (J.), sur la place d'Armes, à Milhau (Aveyron); appareil pour le chauffage d'une petite pièce ou d'un compartiment de wagon par l'extinction de la chaux vive. (Arts économiques.)

M. *Jaume* (E.), rue de Bercy, 209, à Paris, signale une amélioration importante dans les boîtes en fer blanc pour conserves, laquelle a été brevetée récemment par MM. *Nottin* et *Chassé*. (Arts économiques.)

M. *Burnichon* (Hippolyte,) fils, fondeur-mécanicien, à Clermont-Ferrand; instrument acoustique formé de quatre diapasons pris dans une même masse et monté sur une table d'harmonie, pour l'étude du timbre. (Arts mécaniques.)

M. *de Penenprat*, principal du collége de Fougères (Ille-et-Vilaine), envoie un spécimen de tirage et des notices sur un procédé qu'il a inventé, pour reproduire en cuivre des gravures faites sur pierre. (Arts économiques.)

M. *Joly* (Alph.), rue du Cherche-Midi, 19, à Paris; plinthe creuse métallique pour la ventilation des appartements. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Legendre*, serrurier, rue Lamartine, 35 et 37, à Paris, annonce qu'il a exécuté une machine donnant une force motrice par des galets mobiles, conformément au projet qu'il avait présenté l'année dernière à la Société, et il demande qu'une commission soit nommée pour voir fonctionner chez lui cette machine. (Arts mécaniques.)

M. *Gury* (Émile), ingénieur, à Cuisance (Doubs); notice sur un nettoyeur aérocentrifuge pour le nettoyage des grains. (Agriculture).

MM. *les Secrétaires* signalent les ouvrages suivants :

Société industrielle de Rouen. — Programme des prix à décerner en dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cembre 1878. Le programme peut être consulté dans les bureaux de la Société d'encouragement.

M. *Vallée* (L.), ingénieur en chef des ponts et chaussées, en retraite. — Les impôts et les chemins de fer, broch. in-8°, Paris, 1878.

M. *Navez*, lieutenant-colonel d'artillerie de Belgique, en retraite, et M. *Navez* (Louis), son fils. — Nouveau système de téléphonie ; brochure in-8°, 1878, extrait des *Bulletins* de l'Académie royale de Bruxelles.

M. *de Hemptinne* (A.) — Esquisse historique sur les applications des forces vives de la vapeur, de l'air et de l'eau, par des appareils à communication latérale directe; brochure gr. in-8°, extraite du *Bulletin* du Musée de Bruxelles.

Agenda des chimistes, rédigé sous les auspices de M. *Wurtz*, par MM. *Salet*, *Henninger*, *Girard* (Ch.) et *Pabst* ; 2e édition, augmentée et rectifiée pour l'année 1878, un vol. in-18, Hachette éditeur. (Comité des arts chimiques.)

M. *Baude*, vice président, présente à la Société de la part de M. *Jacqmin* (F.), directeur du chemin de fer de l'Est, une brochure in-8°, extraite de la *Revue des deux mondes*, sur l'exploitation des chemins de fer par l'Etat, et sur les conséquences qui peuvent en résulter. (Un extrait paraîtra au *Bulletin*.)

M. *le Président* présente de la part de M. *Gruner*, membre du Conseil, que l'état de sa santé a malheureusement retenu depuis longtemps loin des réunions de la Société, le 2e volume de son *Traité de métallurgie générale*. Ce volume contient la première partie du tome II de l'ouvrage et traite des procédés métallurgiques, chauffage et fusion, grillage, affinage et réduction.

M. *le Président* fait remarquer l'excellence de la méthode que l'auteur a suivie dans cet ouvrage, dont le tome premier, avec atlas in-folio, est dans la bibliothèque de la Société. Les belles planches in-folio, qui accompagnent ce second volume, font suite à l'atlas précédent.

Mort de M. Lamy. — M. *le Président* est chargé d'un pénible devoir ; il annonce à la Société la mort de M. Lamy, l'un des membres du Conseil les plus dévoués à la Société, les plus actifs et les plus aimés.

Aujourd'hui ont eu lieu ses obsèques. La cérémonie funèbre ne s'accomplissant pas en entier à Paris, n'a pas permis que des discours fussent prononcés sur sa tombe. Mais M. *Debray* dira à la Société les paroles qu'il voulait prononcer au nom du Conseil d'administration. (Voy. *Bulletin* de mai, p. 269.)

Rapports des comités. — *Incendies, sauvetage, moyens préservatifs*. — M. *Paliard* lit, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur les divers appareils proposés pour le sauvetage des personnes en danger pendant les incendies.

M. *Paliard* propose d'insérer le rapport au *Bulletin ;* ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

Céramique. — M. *Salvetat* lit au nom du Comité des arts chimiques, un rapport sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les machines inventées par M. *Faure*, mécanicien, à Limoges, pour fabriquer les assiettes de porcelaine automatiquement.

Le comité propose de remercier M. *Faure* de sa communication, et de voter l'insertion du rapport dans le *Bulletin*, en l'accompagnant des dessins représentant la machine automatique.

Les conclusions de ce rapport sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Phonographe et plume électrique.* — M. le comte *du Moncel* montre et explique au Conseil les deux inventions de M. *Édison*, le phonographe et la plume électrique. (Voy. plus haut, p. 298.)

Cette dernière invention est renvoyée par M. le Président au comité des arts économiques pour être l'objet d'un rapport.

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société : *Fine* (Claude), ingénieur chimiste et fabricant de produits chimiques ; M. *Bernard*, fabricant d'enduits hydronitrofuges, à Saint-Denis (Seine); M. *Farjon* (Ferdinand), fabricant de plumes métalliques à Boulogne-sur-mer. M. *Parent* (Victor), fabricant d'instruments de précision à Paris.

ADMISSION D'UN MEMBRE PERPÉTUEL. — M. *Gilbert*, fabricant de crayons à Givet, qui est depuis longtemps membre à vie de la Société, désire devenir *membre perpétuel-donateur*, en versant la somme nécessaire pour compléter la cotisation correspondant à ce titre.

M. *le Président* met son admission aux voix ; elle est votée à l'unanimité par le Conseil.

Séance du 12 *avril* 1878.

Présidence de M. DUMAS, Président.

CORRESPONDANCE. — M. *Régnier*, passage Maurice, 7 *bis*, à Paris ; système de tir inoffensif pour l'exercice des jeunes gens dans les écoles. (Arts économiques).

M. *Marquise-Chavance*, fabricant de crayons à Saint-Paul-en-Jarret (Loire), envoie des échantillons des crayons qu'il fabrique, et dont plusieurs ont des qualités spéciales. (Arts économiques.)

M. *Hélouis* (N. A.), fabricant de traits filés et lamés, à Colombes (Seine) ; traits irisés pour objets de modes. (Arts chimiques.)

M. *Waefelaer* (Félix), fabricant d'appareils pour distribution d'eau, avenue Louise, à Bruxelles, et chez M. Grand, architecte, rue Saint-Sulpice, à Paris ; compteur d'eau du système Kennedy et comp. (Arts mécaniques.)

M. *Creissac* aîné, à Montagnac (Hérault), envoie une note imprimée sur l'emploi de l'acide salicylique pour préserver les cultures des insectes nuisibles. (Agriculture.)

M. *David* (J.) entrepreneur de serrurerie, rue Vandamme, 13, à Paris, demande

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que la Société fasse examiner divers modèles de fermeture qu'il a inventés. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Armengaud* jeune envoie un extrait de la séance du 15 février dernier de la Société des ingénieurs civils, contenant la communication qu'il a faite à cette Société sur les perfectionnements apportés récemment aux machines à gaz. (Arts mécaniques.)

M. *Lacroix* (P.), rue Cassini, 6, à Paris. — Nouveau système de piston libre et absolument étanche avec applications au soufflage dans les verreries, aux filtrations dans les fabriques de produits chimiques et les laboratoires. (Arts mécaniques.)

M. *Grieumard* (J. A.), rue Rébeval, 69, à Paris, certificat d'addition aux procédés qu'il a brevetés pour le chauffage des wagons. (Arts mécaniques.)

M. *Francq*, ingénieur, rue de la Chaussée d'Antin, 27, annonce des expériences de sa locomotive sans foyer, qui vont avoir lieu sur le tramway de Rueil à Marly-le-Roi. (Arts mécaniques.)

M. *Picot*, docteur en droit et conférencier viticole, à Avallon (Yonne), demande l'examen de son système pour assurer la conservation des nouvelles plantations de vignes et la reconstitution des vieilles souches. (Agriculture.)

M. *Bielski* (Jean *de*), boulevard de Strasbourg, 17, à Paris, demande le concours de la Société pour faire breveter un procédé de conservation des œufs par la dessiccation. (Agriculture.)

M. *Francisque Michel*, ingénieur civil, à Oran (Algérie), demande l'examen de son système pour l'essai et la réception des paratonnerres, système adopté pour les appareils de ce genre qui ont été installés par la préfecture de la Seine et la Ville de Paris. (Arts économiques).

M. *le Président de l'Académie des sciences* demande à la Société de donner de la publicité à la souscription ouverte par un comité de membres de l'Institut et de l'Association scientifique de France, pour élever à M. Leverrier, l'illustre astronome que la science a perdu récemment, une statue qui doit être érigée près de l'Observatoire de Paris.

MM. *les Secrétaires* signalent, dans la partie imprimée de la correspondance, les publications suivantes :

M. *Figuier* (Louis), l'*Année scientifique et industrielle* (21me année), Paris, Hachette, 1878. 1 fort vol. grand in-18.

M. *Loua* (Toussaint), chef de bureau de la statistique générale de France, *Les grands faits économiques et sociaux*, première série d'études publiés dans l'*Economiste français*, contenant un grand nombre de renseignements statistiques. Paris, Berger-Levrault, 1878. Brochure grand in-8°.

M. *le Président* présente, au nom de M. *Gonin* (Ed.), une étude sur les petits chemins de fer agricoles ; M. *Gonin* a repris l'étude de ces chemins de fer agricoles, système Decauville. Il a pour but de les perfectionner et de les rendre applicables dans un grand nombre de circonstances et, pour le moment, il fait connaître ses installa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions de plaques tournantes, parce que cet organe est une des parties essentielles de l'exploitation. (Arts mécaniques.)

M. *le marquis de Montebello*, propriétaire à Sièves (Algérie), fait connaître l'établissement, dans cette localité, d'une fabrique de papier, au moyen d'une plante spéciale, le *Diss*, qui est récoltée et employée fraîche. Un rouissage à chaud, puis un traitement par la chaux vive, remplacent le procédé ordinaire pour l'utilisation des plantes textiles, telles que l'alfa. (Arts chimiques).

M. *le Président* présente également un Rapport de M. *Bixio*, président du Conseil d'administration de la Compagnie générale des voitures à Paris, donnant les résultats de cinq ans d'expériences sur une cavalerie de 10 000 chevaux.

Ce Rapport contient le résumé de toutes les recherches qui ont été faites pour l'alimentation de cette cavalerie ; elle est le type de ce qui doit être fait pour la direction des grandes écuries.

Trois points principaux se sont dégagés de ces études :

1° La nécessité de donner à ces recherches une direction scientifique et de créer un laboratoire d'analyse et d'expériences.

2° La nécessité d'une préparation rigoureuse de la ration.

3° Celle d'assurer l'exacte distribution des quantités fixées pour l'alimentation de chaque cheval.

Il y a donc lieu de créer un laboratoire d'études et d'analyses qui, analogue à celui des usines à gaz qui dosent toutes les qualités de houille, fournira la quantité de matières protéiques, de fécule, de cellulose, des denrées achetées par la Société, et donnera les moyens de préparer une nourriture normale par rations dosées pour l'alimentation des chevaux. Le *Bulletin* de la Société trouvera dans cet ouvrage des renseignements intéressants pour les lecteurs. (Comité d'agriculture).

Nécrologie. — M. *le Président* fait connaître à la Société la mort de M. *de la Morinière*, ingénieur de la Marine, qui a pendant longtemps été membre du Comité des arts mécaniques où il est entré en 1833. Il a cessé d'en faire partie, quand il a dû quitter Paris, par suite de changement d'attributions. M. *Le Blanc* veut bien se charger de faire sur sa vie une courte notice qui sera insérée au *Bulletin*.

M. *Huzard*. — Une perte non moins sensible et toute récente, est celle de M. *Huzard* appartenant au comité de l'agriculture. — M. *Huzard* n'était pas seulement le président très-honoré et aimé du comité de l'agriculture et un des membres perpétuels-donateurs de la Société, il était aussi le fils d'un des fondateurs, et le doyen d'ancienneté des membres actuels du Conseil. C'est au début de la cinquantième année de ses fonctions que nous l'avons perdu, et le *Bulletin* des travaux de la Société montre combien, dans cette longue carrière, il s'était montré zélé et laborieux. M. *Heuzé* a exprimé sur sa tombe les regrets de la Société, et les membres du Conseil qui l'ont connu conserveront longtemps la mémoire de ses qualités aimables, de sa bienveillance et de son intelligence si précise.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMUNICATIONS. — *Contre-poison du mercure et du plomb.* M. *le Président* donne communication, au Conseil, d'un document qu'il a reçu dernièrement et qui intéressera la Société à un double point de vue. Il s'agit du procès-verbal du jury belge chargé de décerner, pour la deuxième fois, le prix de 10 000 francs, fondé, en Belgique, par le docteur *Guinard*, pour celui qui aurait fait le meilleur ouvrage pour améliorer la position matérielle ou intellectuelle de la classe ouvrière.

Le jury, à l'unanimité, a décerné ce prix à M. *Melsens*, membre de l'Académie royale de Belgique et correspondant à l'étranger de la Société d'encouragement française pour l'industrie nationale.

Cette décision a pour objet de couronner la méthode curative par laquelle M. *Melsens* combat les intoxications produites, soit par les émanations, soit par l'absorption des métaux vénéneux, ou bien prévient ces intoxications par l'emploi de l'*iodure de potassium*. Les affections de cette nature dépendent de la présence, dans les organes qui sont le siége de la maladie, de composés métalliques insolubles ; l'iodure de po tassium les transforme en composés solubles et les fait expulser.

Pendant longtemps, l'iodure de potassium a été considéré comme un véritable toxique. M. *Melsens* a commencé par prouver que ce médicament est inoffensif, à la condition essentielle d'être parfaitement pur et d'être administré à dose faible d'abord, mais graduellement croissante. L'administration de doses plus fortes, à des personnes intoxiquées, produirait dans l'économie une quantité de sel double soluble assez considérable pour que, entraînée dans la circulation, elle causât un véritable empoisonnement ordinaire.

Les composés insolubles du mercure, ainsi que ceux du plomb, se transforment facilement en composés solubles à l'aide des idodures alcalins, et ces corps solubles sont éliminés par les sécrétions. Le sulfate de plomb, qui est très-peu soluble dans l'eau, est cependant un poison qui tue les animaux, et il est aussi dangereux à manier que le carbonate de plomb et que tous les autres composés insolubles de ce métal. Tous ces corps sont éliminés par l'action de l'iodure de potassium, qui en débarrasse l'économie et qui prévient leur dépôt dans les organes, quand il est administré à doses convenables.

Le jury belge a rappelé, d'ailleurs, que M. *Melsens* avait obtenu un prix Monthyon, décerné par l'Institut de France, pour la même découverte. Il a vu, dans cette décision et dans les longues expériences qu'on a faites sur ce médicament, des autorités incontestables, constatant l'importance des prescriptions recommandées par M. *Melsens*.

Dessin graphique, courbes. — M. le colonel *Goulier* présente, au nom de M. *Parent*, fabricant d'instruments de précision, rue Saint-Honoré, 175, des *pistolets* élastiques pour le tracé des lignes de diverse courbure.

Après avoir décrit ces instruments, M. le colonel *Goulier* prie monsieur le Président de vouloir bien les renvoyer à l'examen du comité compétent, pour qu'il en fasse l'objet d'un rapport au Conseil. (Comité des arts mécaniques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Traitement des vignes phylloxérées. — Perfectionnement du pal distributeur de M. Gueyraud. — Dans une communication que M. *Gueyraud* a faite, l'an dernier, à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, il exposait les principes qui l'ont guidé dans le traitement des vignes phylloxérées, et comment il était parvenu à les appliquer par l'emploi du pal distributeur qu'il a inventé.

Les opérations exécutées en 1877, dans un grand nombre de localités, l'ont amené à apporter quelques perfectionnements dans la construction de l'outil, et il vient les soumettre à l'examen de la Société d'encouragement.

Le réservoir est formé par un cylindre en tôle, compris entre deux calottes en fonte dont l'une, la cuvette inférieure, porte la pédale et le tube-pal ; il se prolonge jusqu'à l'extrémité du tube perforateur, dont le fond est fermé par un presse-étoupe à vis, en acier. Ce fond donne passage à une tige creuse qui porte la pointe ; cette tige, qui traverse tout l'appareil, est percée à sa partie inférieure, de petits trous, pouvant alternativement se trouver au-dessus ou au-dessous de la garniture du presse-étoupe : elle sert d'appareil doseur.

Lorsque les trous sont au-dessus du presse-étoupe, et, par suite, en communication avec le réservoir, le liquide s'introduit dans le tube doseur ; quand ils sont au-dessous de la garniture, la dose s'écoule. Ce passage alternatif s'obtient par une poignée à bascule fixée sur la cuvette supérieure, dont l'extrémité opposée commande le tube doseur. En appuyant sur la poignée, pour faire pénétrer le pal en terre, le tube doseur remonte et se remplit ; en retirant l'outil par la poignée mobile, celle-ci bascule, elle fait descendre le tube doseur, dont les orifices démasqués laissent écouler la dose dans la chambre créée dans le sol par le relèvement du pal.

Cet écoulement se trouve accéléré par la détente de l'air contenu dans le tube doseur, que l'introduction de la dose a chassé dans une cloche plongeant dans le liquide du réservoir.

L'instrument, ainsi disposé, permet de distribuer uniformément les quantités de toxique déterminées par l'expérience.

Le temps nécessaire pour remplir et pour vider des doses de 10 à 12 centimètres cubes étant 3 secondes, on pourrait distribuer 20 doses par minute, avec la certitude qu'elles ont été également réparties ; mais le temps nécessaire pour la pénétration du pal dans le sol et son retrait est de près du double dans un travail normal. On a constaté, par de nombreux comptages, faits à Gréoux, en octobre dernier, pendant une quinzaine de jours, que l'homme fait régulièrement de 9 à 10 trous par minute ; on a donc la certitude absolue que, dans ce travail, les doses ont été uniformément distribuées, puisqu'on a mis le double du temps qui serait strictement nécessaire pour l'accomplissement des fonctions de l'appareil.

Traitement de la vigne. — La campagne de 1877 a confirmé, sur tous les points de la France, par des expérimentations nombreuses, le succès de l'intoxication du sol,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par le sulfure de carbone, au moyen du pal distributeur. Il semble utile d'exposer ici les conclusions unanimes fournies par les expérimentateurs.

1° L'humidité de la surface du sol est indispensable, non seulement pour faciliter la pénétration du pal, mais pour confiner les vapeurs toxiques et empêcher leur dissémination en dehors du sol;

2° Le rapprochement des trous rend l'action toxique plus prompte et plus générale ;

3° Tous ceux qui ont employé le sulfure de carbone pur reconnaissent la nécessité de l'allier à des substances dissolvantes, pour éviter les dangers d'incendie, d'explosion, et l'incommodité des ouvriers dans son maniement, et celle de soutenir l'action toxique par l'emploi d'engrais potassiques. Ne s'en suit-il pas que la combinaison avec le sulfure de potassium est toute indiquée, puisque le sulfocarbonate de potassium, qui résulte de cette union, renferme tout à la fois et le toxique et l'engrais ?

Les règles du traitement doivent, d'ailleurs être modifiées suivant le but à atteindre.

Dans une contrée phylloxérée, où l'on est exposé à une invasion nouvelle après un premier traitement, il serait inutile de faire des traitements trop multipliés. Dans ces conditions, deux traitements par an suffisent pour conserver la vigne en état de production. L'un, général sur toute la surface du vignoble, doit être fait dans la période hivernale d'octobre à mars, mais le plus tôt possible après les pluies d'automne ; le second, au printemps, au moment de la reprise de la végétation, époque correspondante à l'éclosion de l'œuf d'hiver. Ce deuxième traitement peut ne consister qu'en une injection du toxique au pied de chaque cep, si les sondages et l'inspection des racines démontrent que le traitement hivernal a détruit la totalité des insectes souterrains.

Par contre, sur les points éloignés des contrées infectées, où le phylloxera a été importé par des plants venus de pays contaminés, comme à Orléans et dans l'Indre-et-Loire, il est permis d'espérer que la destruction complète de l'ennemi pourra être obtenue par une guerre acharnée. Dans ce cas, le traitement doit s'inspirer des enseignements que la science et la pratique fournissent, sans considérer la dépense à faire sur l'espace traité, mais en envisageant seulement le but à atteindre, c'est-à-dire la préservation des autres vignobles. Puisque les vapeurs toxiques, fournies par le sulfure de carbone, épargnent une partie des insectes, il faudra renouveler les traitements de quinze en quinze jours, pendant toute la saison où la pénétration du pal est possible. Par ce moyen, on détruira les insectes, produit de l'éclosion des œufs épargnés, avant qu'ils n'aient pu pondre à leur tour, et on continuera ces traitements répétés jusqu'à ce que, par des sondages très-multipliés, on ait acquis la certitude que l'espèce est détruite sur ce point, et qu'il ne s'est révélé aucun foyer de dissémination naturelle autour du premier centre d'infection.

Si l'on se rappelle qu'une lutte générale et continue a pu seule triompher de l'oï-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dium, on demeurera convaincu que, en généralisant l'application de ces principes, la viticulture parviendra à détruire le phylloxera et à conserver à la France la source de l'une de ses principales richesses.

(Cette communication est renvoyée au comité de l'agriculture.)

Passementerie irisée. — M. *Debray* présente à la Société un travail de M. *Hélouis*, chimiste, à Colombes (Seine), sur la coloration des traits filés et lamés par le dépôt du bioxyde de plomb.

Nobili a obtenu, le premier, de tels dépôts sur divers métaux par voie électro-chimique. Il plongeait une plaque métallique, mise en communication avec le pôle positif d'une pile, dans une solution d'acétate de plomb, par exemple. Le pôle négatif était relié à un fil de platine entouré, sauf aux extrémités, d'un tube de verre; ce tube, plongeant dans le liquide, de manière que l'extrémité métallique libre fût placée à une distance de la plaque de 1 ou 2 millimètres, on faisait passer le courant et l'on observait que, autour de ce fil, se formaient des anneaux concentriques, produits par des lames minces de bioxyde de plomb et doués de couleurs variées et extrêmement vives, que donnent les bulles de savon et autres lames minces et transparentes.

Becquerel a fait une étude complète de ce curieux phénomène, en 1843. En substituant à l'acétate de plomb la solution de l'oxyde de plomb dans la potasse ou dans la soude, il a obtenu des irisations beaucoup plus solides et, en prenant un certain nombre de fils comme pôles négatifs, il a pu donner aux objets de petites dimensions des colorations régulières et de teinte voulue. Son procédé est encore appliqué aujourd'hui pour des objets que l'on tient à la main, et dont on suit l'oxydation progressive jusqu'au moment où l'on a obtenu le ton cherché.

Mais l'irisation n'avait jamais été tentée sur des lames ou des fils, tellement minces qu'ils mesurent en moyenne 20 kilomètres de longueur par kilogramme.

M. *Hélouis* est parvenu à donner à ces lamés et filés, des teintes uniformes dans toute leur longueur, et à produire, à volonté, la variété de ton qu'il désire. Il agrémente avec ces fils métalliques, des galons, des tissus, des torsades, etc., qui sont d'un très-bel effet, et dont l'industrie de la passementerie fait actuellement un grand usage.

Des échantillons de ces filés et lamés et de passementeries dans lesquels ils entrent sont mis sous les yeux du Conseil.

M. *le Président* remercie M. *Debray* et M. *Hélouis* de cette communication et il charge le comité des arts chimiques de l'examen de ces procédés.

Horloge mystérieuse. — M. *Robert* (Henri), horloger, rue du Faubourg-Saint Honoré, 86, à Paris, et membre de la Société, expose devant le Conseil la construction d'une nouvelle pendule mystérieuse, inventée par M. *Théodore*, rue de Turenne, 129.

Le caractère de ces pendules consiste dans la dissimulation du mécanisme qui fait marcher les aiguilles, de manière que l'on ne voie que le cadran tracé au milieu d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

glace, sur lequel des aiguilles complétement isolées, douées d'un mouvement régulier, dont on ne peut pas découvrir la cause, indiquent les heures et les minutes.

Plusieurs systèmes ont fourni le moyen de résoudre ce problème. La Société se rappelle les horloges de ce genre, formées d'une glace isolée dans l'espace et suspendue à un fil, que M. *Robert* (Henri) lui a présentées il y a peu de temps, et où les aiguilles, indépendantes l'une de l'autre, avaient la propriété de revenir, d'elles-mêmes, à leur place normale quand elles en étaient dérangées.

M. *Robert Houdin* est parti d'un point de vue tout différent; il s'est servi de la juxtaposition de deux surfaces en cristal, dont l'une a, relativement à l'autre, un mouvement qui ne peut être aperçu, à cause de la transparence de la matière; il a appliqué ce système à une colonne de cristal, formée de deux parties concentriques dont le mouvement relatif déterminait la marche des aiguilles.

L'année dernière, M. *Cadot*, horloger, a simplifié ces horloges, en les composant de deux glaces juxtaposées, maintenues dans un cadre unique à deux faces. Le mouvement, contenu dans le socle, donnait à l'une d'elles un petit mouvement saccadé qui faisait sauter l'aiguille des minutes, fixée à l'une de ces glaces et qui la faisait ainsi marcher.

La pendule nouvelle, présentée aujourd'hui par M. *Théodore,* a presque le même aspect. Mais le mécanisme est construit tout autrement et produit des effets différents. Au lieu du ressaut de la glace, dans le sens vertical, qui faisait marcher les aiguilles, le mouvement agit sur elle, par deux excentriques pareils, qui lui donnent un mouvement rotatif autour de leurs centres. Dès lors, au lieu d'être saccadée, la marche des aiguilles est continue et semblable à celle de toutes les horloges ordinaires, ce qui éloigne l'attention du spectateur des moyens qu'on a employés pour déterminer cette marche. Cette disposition a un autre avantage, c'est que sur la même glace et avec le même mouvement, on peut placer, autour du cadran principal, autant de cadrans qu'on le voudra, puisque chacun des points de la glace mobile décrit un cercle pareil autour du point de la glace fixe, auquel il correspondrait, si les deux glaces étaient en repos et dans leur position moyenne. On peut donc ainsi avoir simultanément l'heure du temps moyen en divers points du globe.

M. *le Président* remercie M. *Robert* (Henri) de ces explications et charge le comité des arts mécaniques d'examiner l'horloge de M. *Théodore*.

Fromageries en Franche-Comté. — M. *Heuzé* donne des renseignements sur l'industrie des fromages dans cette partie de l'Est de la France. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

NOMINATION DE MEMBRES. — M. *Vève* (Adolphe), minotier, à Monnieux (Vaucluse), est nommé membre de la Société.

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5;
J. TREMBLAY, GENDRE ET SUCCESSEUR. — 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. PIHET *sur un* APPAREIL POUR GARANTIR LES OUVRIERS CONTRE LES ACCIDENTS DES SCIES CIRCULAIRES, *imaginé par* M. J. B. GANNE, *rue de Soubise*, 31, *à Saint-Ouen* (*Seine*).

Messieurs, l'emploi de la plupart des machines entraîne des accidents et des blessures d'ouvriers; parmi les plus dangereuses, nous devons vous signaler les scies de toute sorte, et surtout les scies circulaires.

Beaucoup d'inventeurs ont cherché à en amoindrir les dangers; mais pour ces terribles machines, vous ne rencontrerez que bien rarement des appareils préservateurs; cela tient, surtout, à la gêne que leur emploi entraîne pour l'opérateur.

M. Ganne, scieur à la mécanique dans les ateliers de MM. Pleyel, Wolff et comp., nous paraît avoir complétement résolu le problème.

Il recouvre la partie apparente de la scie par une enveloppe laissant libre la partie nécessaire au passage du bois soumis à l'action de la lame.

Cette enveloppe est suspendue d'une façon rigide à une petite potence fixée sur le banc de la machine.

Une crémaillère, dans les grands appareils (une simple tige avec douille glissante et vis de pression dans les plus petits), réunit l'enveloppe à la potence, et permet de soulever rapidement cette enveloppe, et de la mettre de côté (prête à être replacée), lorsqu'il est utile d'examiner ou d'enlever la scie; en tout cas, cette disposition permet de régler la distance de l'enveloppe à la table, suivant l'épaisseur des bois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme accessoire très-important, une lame métallique fait partie de l'enveloppe, et vient s'engager dans le banc à l'arrière de la scie. Cette lame maintient les deux côtés des planches sciées, de façon à empêcher tout contact avec la scie. D'ordinaire, on empêche ce contact par l'introduction de coins, mis à la main ; mais ce procédé n'est pas toujours efficace, et il y a, de ce chef, des accidents particuliers, provenant de l'enlèvement et de la projection de parties de bois par la scie.

En résumé, sous une forme très-simple et très-applicable, M. Ganne a fort bien résolu la question ; il nous donne un moyen efficace d'atténuer, dans une large mesure, le nombre des accidents ignorés, la plupart du temps, du public, qui attristent journellement nos chantiers et nos ateliers.

Des établissements importants appliquent déjà cet appareil, à leur grande satisfaction, et nous devons faire le nécessaire pour le signaler à l'attention des manufacturiers.

Votre comité vous propose donc de vouloir bien remercier M. Ganne de sa communication, et de faire insérer le présent Rapport dans votre *Bulletin*, avec le dessin et la description de l'appareil.

Approuvé en séance, le 25 janvier 1878.

Signé : A. E. Pihet, *rapporteur.*

LÉGENDE RELATIVE A L'APPAREIL DE M. GANNE.

La figure ci-jointe représente une vue perspective de l'appareil, d'après un modèle en petit.

a, scie circulaire.

b, enveloppe à deux joues parallèles recouvrant la partie supérieure de la scie ; ces deux joues sont faites chacune en deux morceaux pouvant glisser en même temps l'un sur l'autre, de manière à augmenter ou diminuer le diamètre de l'enveloppe suivant le diamètre de la scie.

c, tige verticale faisant corps avec l'enveloppe *b*, et passant dans le collier de la potence *d*.

d, potence fixée sur la table de la machine, et supportant l'enveloppe *b* et sa tige.

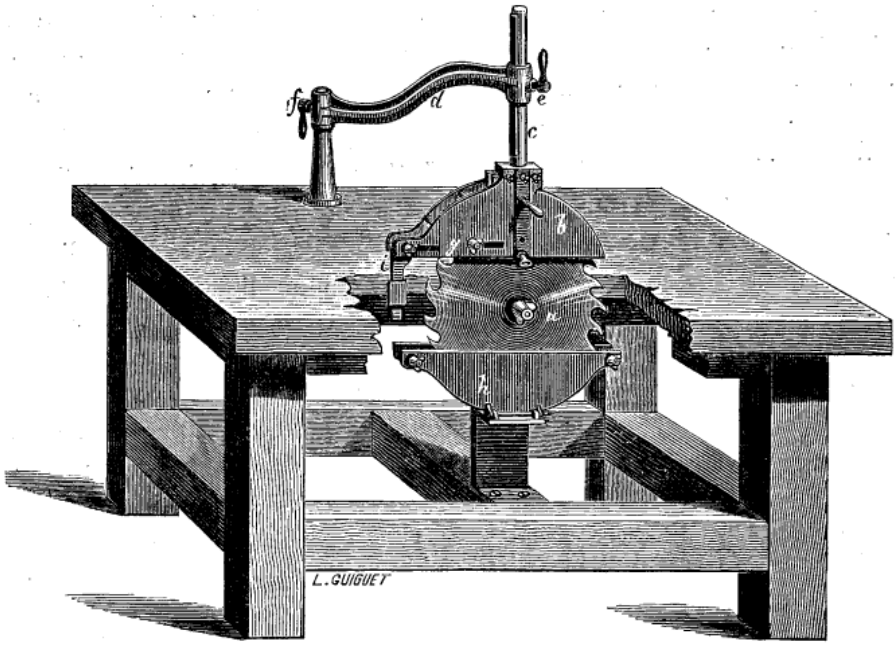
e, vis de pression permettant de relever ou d'abaisser à volonté l'enveloppe *b*.

f, autre vis de pression permettant d'orienter à volonté le bras de la potence *d* et, par conséquent, l'enveloppe *b* suivant la position de la scie.

g, vis placées devant et derrière l'enveloppe *b*, et permettant d'allonger ou de raccourcir les deux joues de l'enveloppe suivant le diamètre de la scie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

h, partie inférieure fixe de l'enveloppe, composée également de deux joues entre lesquelles tourne la scie.



i, lame métallique fixée par une vis à l'oreille de l'enveloppe supérieure *b* et servant à maintenir séparées les deux côtés des pièces de bois sciées ; elle peut glisser horizontalement dans une rainure, de manière à satisfaire aux différents diamètres de scies. M.

COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par M. le commandant* SEBERT *sur une* VISITE FAITE A LA FABRIQUE DE PIANOS DE MM. PLEYEL-WOLFF, *à Saint-Denis*.

Messieurs, votre comité des arts économiques doit s'occuper, dans l'année, du concours pour le prix proposé par la Société pour la dessiccation rapide des bois par un procédé économique et industriel, n'altérant pas leurs qualités physiques.

Notre collègue, M. Wolff, gérant de la célèbre maison de fabrication de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pianos Pleyel-Wolff, ayant eu l'occasion d'installer dans son usine un système régulier de dessiccation des bois qu'il emploie, a eu l'obligeance d'inviter les membres du comité à visiter les installations qu'il a adoptées. Il leur a permis ainsi de se rendre compte exactement des difficultés de la question, des conditions désavantageuses qui résultent de l'emploi des procédés de dessiccation appliqués jusqu'à ce jour, et de l'intérêt qui s'attache, par suite, à la solution du problème posé par la Société.

Il a semblé à votre comité que cette intéressante visite, dans laquelle, en dehors même de la question spéciale qui nous amenait, nous avons eu l'occasion d'admirer une usine installée dans des conditions exceptionnelles d'ordre et d'entente des travaux, méritait un compte rendu qui peut fournir d'utiles enseignements, et c'est ce compte rendu que j'ai été chargé de vous présenter.

L'usine Pleyel-Wolff est située sur le territoire de Saint-Denis ; elle occupe de vastes terrains, de plus de 42 000 mètres de superficie, situés à l'angle des routes d'Epinay et de la Révolte, et s'étendant jusqu'à la ligne du chemin de fer du Nord qui les limite à l'est.

L'étendue considérable de cette usine a permis d'y espacer largement les différents ateliers et les dépôts de bois, et de combattre ainsi, de la façon la plus efficace, l'ennemi le plus redoutable d'un établissement de ce genre, l'incendie.

La distance qui sépare les uns des autres les différents ateliers ou dépôts, est telle, en effet, que l'incendie de l'un d'eux ne pourrait que bien difficilement se communiquer aux autres.

Les plus grandes et les plus nombreuses précautions ont été prises, d'ailleurs, contre les éventualités d'accidents de ce genre, et leur examen n'a pas été un des sujets les moins intéressants de notre visite.

Dans la partie centrale de l'usine, s'élève un bâtiment en forme de tour carrée massive, autour duquel les principaux ateliers, largement espacés, sont répartis suivant un plan irrégulier imposé par la forme du terrain.

Cette tour renferme un grand réservoir, d'une contenance de 80 000 litres, dont le niveau se trouve à 16 mètres de hauteur au-dessus du sol.

De ce point central partent, dans toutes les directions, des conduites qui se rendent, en passant sous terre, sur tous les points où peut se présenter un danger d'accident.

Des prises d'eau sont établies en chacun de ces points, et non-seulement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces prises d'eau sont munies de raccords permettant d'y adapter des manches garnies de leurs lances à incendie, mais ces manches, toujours munies de leurs lances, sont montées à poste fixe sur ces raccords, et l'eau est maintenue constamment sous pression dans les conduites.

La première personne venue peut donc ouvrir le robinet de la lance, et s'en servir, sans retard, pour combattre tout commencement d'incendie; c'est là la meilleure garantie de sécurité, car un incendie pris à son début est toujours facile à maîtriser.

Les lances, ainsi garnies, se trouvent réparties non seulement à l'intérieur des principaux ateliers ou magasins, mais il en existe un nombre proportionné au dehors pour le cas trop probable où le feu et la fumée interdiraient l'accès des premières. On en trouve même près des piles de bois construites en plein air, et à proximité des hangars ouverts.

Cette installation, soigneusement étudiée, nous a paru digne d'être signalée et donnée comme modèle à tous ceux qui peuvent avoir à se préoccuper de dangers semblables; nous pensons que la Société nous excusera de nous être arrêté à la décrire avant d'arriver au sujet qui fait l'objet principal de notre visite, et auquel elle se rattache, d'ailleurs, intimement.

On comprend, du reste, l'importance capitale d'une installation de ce genre pour une usine dont la matière première principale est le bois amené à un degré de dessiccation qui le rend éminemment combustible.

Les bois qu'emploie la fabrication d'un piano, sont habituellement : le chêne qui joue le rôle principal pour la construction de la caisse; le sapin qui constitue le *barrage* qui donne à cette caisse sa résistance ; le hêtre et le tilleul qui remplissent encore un rôle important, l'un pour la confection du sommier, l'autre pour celle du clavier; le poirier et l'érable qui s'emploient pour les pièces qui constituent ce que l'on appelle, en termes de métier, la *mécanique*, et, enfin, les bois exotiques qui servent pour l'ébénisterie et dont les espèces varient suivant les caprices de la mode.

Les tensions réunies des cordes d'un piano à queue pouvant s'élever à plus de 13 000 kilog., on conçoit quelle résistance doit pouvoir présenter la caisse qui ne peut être que partiellement consolidée par des ferrures.

Par suite, c'est elle qui entraîne la plus forte consommation de bois ; c'est elle aussi qui exige le bois le plus complétement desséché, puisque de la permanence des formes et des dimensions de cette caisse dépendent la conservation des tensions des cordes, et par suite celle des qualités harmoniques de l'instrument.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est donc surtout aux bois de chêne, de sapin et de hêtre que doivent être appliquées sur une grande échelle, dans une fabrique de pianos, des procédés de dessiccation méthodique susceptibles d'assurer, en temps utile, la réalisation des approvisionnements nécessaires aux travaux.

Les bois qu'emploie la maison Pleyel-Wolff sont des bois de choix, parfaitement sains, et cette condition rend plus faciles les opérations de dessiccation, car elle élimine, en grande partie, les causes d'altération et de décomposition des bois qui pourraient en entraver la marche régulière.

A leur arrivée à l'usine, les bois sont reconnus, cubés et marqués, puis ils subissent, s'il y a lieu, un premier débit pour les amener à la forme de plateaux d'épaisseur convenable pour les travaux ultérieurs.

Les plateaux de chêne, de sapin et de tilleul qui, seuls, peuvent supporter l'exposition à l'air et aux intempéries, sont empilés régulièrement de façon à assurer la circulation de l'air, et laissés en plein air, pendant une durée de un à quatre ans suivant l'épaisseur, avec la seule précaution de recouvrir chaque pile d'une sorte de toiture en voliges.

Au bout de ce temps, les piles sont démolies d'après l'ordre de leur construction, et les bois sont transportés dans de grands hangars à étage, ouverts sur leurs faces latérales, et disposés de façon à provoquer des courants d'air permanents.

Les plateaux de poirier, de hêtre, d'érable et les bois exotiques sont, au contraire, immédiatement placés sous ces hangars.

Là, tous ces bois sont rangés encore en piles à claire-voie et classés par espèces, provenances et dates d'arrivée.

Après un séjour de un à trois ans, suivant les épaisseurs, et lorqu'ils ont subi ainsi, par la simple action de l'air à la température ambiante, une première et lente dessiccation, les bois sont transportés dans des séchoirs spéciaux où la dessiccation se poursuit par l'action de l'air chaud.

Ces séchoirs sont constitués par un grand bâtiment en maçonnerie de briques, pourvu d'un étage, et divisé, à chaque étage, par une cloison longitudinale, en deux longues pièces qui ne communiquent entre elles qu'à l'une de leurs extrémités.

Dans chacune de ces pièces, au bout opposé à ce passage de communication, sont installées une bouche de ventilateur fonctionnant par aspiration et une bouche de calorifère. Ces bouches sont disposées de façon à produire, à volonté, à chacune de ces extrémités, soit un appel d'air, soit une introduction d'air chaud.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On ouvre toujours, dans chacune des deux pièces contiguës, deux orifices différents, c'est-à-dire le ventilateur dans l'une, le calorifère dans l'autre ou réciproquement.

L'air chaud, ainsi introduit dans l'une des pièces, est donc, par suite de la disposition des cloisons, obligé de parcourir toute la longueur de cette pièce, de franchir le passage de communication avec la pièce voisine, puis de parcourir encore cette dernière avant de trouver une issue à l'autre bout.

Les deux pièces contiguës forment donc ainsi, en réalité, comme une seule et même galerie de longueur double, pouvant être parcourue alternativement dans un sens ou dans l'autre par un courant d'air chaud.

Les bois sont empilés au centre de chaque pièce, de façon à ménager le plus d'accès possible à l'air sur leurs faces ; les piles ne laissent entre elles et les cloisons que de légers couloirs, que de grands panneaux en tôle, formant portes calfeutrées, permettent de clore, de manière à obliger l'air chaud à traverser les piles de bois elles-mêmes.

L'air chemine ainsi d'une pièce dans l'autre, en se chargeant de l'humidité qu'il enlève au bois ; les pièces de bois les plus rapprochées des bouches de chaleur se dessèchent naturellement, de cette façon, beaucoup plus rapidement que celles qui sont placées à l'autre extrémité du séchoir. Si on les remplaçait alors par de nouvelles pièces non desséchées, en laissant le courant d'air établi dans le même sens, on voit que ce courant d'air porterait l'humidité qu'il enlèverait à ce bois sur les piles déjà desséchées ; mais en renversant alors le courant, il est clair que l'on peut éviter cet inconvénient.

Les piles sont d'ailleurs remaniées périodiquement pour permettre d'examiner l'état des bois, et l'on profite de ces remaniements pour les reconstruire en des points différents, de façon à laisser disponibles, pour les nouveaux arrivages, les emplacements qui conviennent le mieux, eu égard aux épaisseurs, pour la marche régulière des opérations.

Les bois séjournent de trois à six mois dans ces séchoirs, la température de l'air introduit variant de 25 à 30 degrés centigrades suivant les saisons.

Ils sont amenés ainsi à un état de dessiccation parfait. Des expériences très-longues et très-soignées ont été faites à ce sujet par M. Wolff, en pesant successivement des cubes de différentes essences, mesurant exactement un décimètre sur chaque arête et soumis aux différentes opérations de dessiccation.

Il a reconnu ainsi que certains échantillons, depuis le moment où ils sont prélévés sur l'arbre fraîchement abattu, jusqu'au moment où ils sortent du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

séchoir, peuvent perdre jusqu'à 30 et 40 pour 100 de leur poids.

Les bois qui ont passé par la série des opérations que nous avons décrites, sont tous amenés à un état dans lequel ils sont rendus sensibles aux variations hygrométriques de l'air; il suffit de les maintenir pendant quelque temps dans une atmosphère chargée d'humidité, pour qu'ils absorbent une quantité d'eau très-sensible à la balance; mais ils perdent cette eau avec la même facilité qu'ils l'ont absorbée, lorsque l'air ambiant redevient sec.

Les bois ainsi desséchés sont, en sortant de l'étuve, conservés dans des magasins fermés où ils attendent, classés par espèces et par provenances, le moment de leur emploi, moment qui varie suivant l'activité des fabrications.

Telle est la marche normale des opérations de dessiccation; on voit qu'elle exige de vastes terrains, des locaux nombreux et surtout un temps considérable, ce qui ne permet pas d'augmenter rapidement la production de l'usine lorsqu'il peut être nécessaire de le faire.

Tandis qu'un métallurgiste, par exemple, peut avec rapidité, s'il dispose de capitaux suffisants, augmenter ses approvisionnements de minerais et de combustibles, et doubler en peu de temps sa production, s'il le désire, une usine qui emploie des bois desséchés et qui ne peut les trouver tout préparés dans le commerce, a donc besoin d'un délai de trois à quatre ans pour imprimer à ses fabrications un développement de quelque importance.

Dans l'usine Pleyel-Wolff, l'emplacement occupé par les approvisionnements de bois peut être évalué aux deux tiers de la superficie totale, soit 25 000 mètres carrés environ, voies d'isolement comprises ; les quantités de bois conservées en magasins représentent un capital immobilisé, qui s'élève à près de un million.

On voit donc au prix de quels sacrifices sont achetés les résultats qu'exige, dans cette industrie, une fabrication régulière et soignée, et en songeant aux autres et nombreuses industries qui, à des degrés divers, ont aussi besoin de faire usage de bois bien secs, on sent mieux l'importance de la question mise au concours par la Société, et l'utilité d'un procédé qui permettrait de préparer industriellement et économiquement des bois bien desséchés, sans altération de leurs propriétés.

Lorsque des travaux imprévus et pressés rendent insuffisant l'approvisionnement de bois lentement desséchés par les procédés qui viennent d'être décrits, on emploie dans l'usine Pleyel-Wolff, pour atténuer les inconvénients signalés précédemment, une méthode de dessiccation plus rapide qui mérite aussi d'être signalée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les bois pris immédiatement après le premier débit, afin de profiter le plus possible des avantages du système, sont alors placés en piles dans des étuves spéciales où ils sont soumis à l'action d'un courant de gaz chauds et humides provenant de la combustion imparfaite de déchets de bois.

Ces étuves, au nombre de deux, sont installées près des fourneaux dans lesquels s'effectue la combustion, et sont mises chacune en communication, par un conduit spécial, avec le foyer correspondant. Les portes des fourneaux sont tenues presque constamment fermées, de façon à éviter la projection de flammes et à déterminer une véritable distillation des déchets qui servent à alimenter les foyers.

La dessiccation a donc lieu, dans ce cas, par l'action directe de la fumée, de composition complexe, qui provient de l'imparfaite combustion du bois ; cette fumée dépose sur les pièces de bois des corps étrangers qui les colorent en brun, en même temps qu'elle entraîne avec elle l'humidité qu'elles renferment.

La vapeur qui se forme, en ramollissant les fibres de bois, contribue sans doute à faciliter le départ de la séve, et c'est probablement à cet effet, que ce procédé de dessiccation doit la propriété qu'il possède de s'opposer à la production des gerçures qu'une dessiccation opérée à l'air chaud et sec provoquerait infailliblement.

Il est probable que l'acide pyroligneux ainsi que les produits empyreumatiques, créosote et goudron, qui se forment dans la distillation du bois et dont le rôle préservateur est bien connu, pénètrent dans les pores des pièces de bois et assurent, en outre, leur conservation.

Quoi qu'il en soit, les bois sous l'influence de ce courant de gaz, dont on cherche à maintenir la température moyenne entre 35 et 40 degrés, se dessèchent assez rapidement; l'opération est terminée en deux mois pour les bois de quelque épaisseur.

Ce procédé peut donc, jusqu'à un certain point, être considéré comme réalisant un progrès sur le précédent, tout au moins au point de vue de la rapidité de l'opération; mais ce progrès est compensé par d'assez sérieux inconvénients.

D'abord, la température ne peut être maintenue uniforme dans toute la masse et, malgré toutes les précautions, on est exposé à produire des coups de feu sur certains points.

Les échantillons de bois trop minces, ceux encore qui ne sont pas de droit fil et surtout ceux dits *roulés*, qui présentent des solutions de continuité ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des défauts d'adhérence dans leurs couches concentriques, ne peuvent supporter ce procédé de dessiccation qui les expose à se déjeter et à se voiler.

Mais des plateaux d'épaisseur suffisante et de droit fil peuvent, à l'aide de quelques précautions, être desséchés sans déformation sensible.

Leurs propriétés mécaniques ne paraissent pas altérées, mais les changements de couleur qui affectent surtout leur surface, en leur donnant une teinte enfumée, enlèvent aussi au procédé une partie de son mérite. Pour faire disparaître cette teinte, au moins partiellement, il faut enlever la couche superficielle, et c'est encore un motif qui s'oppose à l'emploi de cette méthode de dessiccation pour les bois minces.

Pour combattre plus efficacement les dangers d'incendie auxquels expose évidemment ce mode de séchage, les étuves, dans l'usine Pleyel-Wolff, ont été prudemment placées dans la base même de la tour centrale dont nous avons parlé au début et qui renferme, à sa partie supérieure, le grand réservoir d'eau établi en vue des éventualités d'incendie. Les deux étuves sont, d'ailleurs, superposées ; chacune d'elles peut contenir environ 75 mètres cubes de bois.

Lors de notre visite, il était possible d'ajouter que, jusqu'à ce jour, les craintes d'accident ne s'étaient pas encore réalisées et que, par suite, les précautions prises étaient restées sans emploi.

Mais un accident, survenu tout récemment, a montré que ces précautions ne sont pas inutiles, en même temps qu'il a permis de constater l'excellence des mesures de préservation adoptées.

Le feu ayant pris dans l'étuve supérieure, a pu être rapidement éteint par l'emploi des moyens préparés à cet effet, et sans dégâts ni désordre.

Les deux étuves contenaient pour une valeur de 10 000 fr. de bois environ ; les frais de l'incendie se sont élevés au total à 1 000 fr. seulement.

L'organisation de l'usine est telle, d'ailleurs, que M. Wolff était prévenu, dans sa maison de Paris, dix minutes après le commencement de l'incendie, par un exprès qui avait trouvé un cheval tout sellé, et il arrivait lui-même un quart d'heure après pour prendre la direction des secours.

Cet accident a été mis à profit pour compléter le système de préservation de ces étuves, par l'installation d'un jet d'eau, au centre même de chacune d'elles. L'orifice du jet, en forme de pomme d'arrosoir, est protégé contre les dépôts qui pourraient l'obstruer par un léger chapeau en bois que l'eau peut facilement projeter, et l'ouverture d'un robinet extérieur suffit ainsi pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lancer sur les piles de bois, et dans la partie la moins accessible aux secours, une pluie abondante.

Il est permis de dire que cette addition complète, de la façon la plus heureuse, la série des ingénieuses dispositions que nous avons énumérées précédemment, et dont l'efficacité a été mise à l'épreuve par le commencement d'incendie dont nous venons de parler.

Tels sont les renseignements que votre comité a pu recueillir, dans cette intéressante visite, sur cette importante question de la dessiccation industrielle des bois.

Grâce à l'obligeance de M. Wolff, il a eu aussi l'occasion de parcourir les ateliers de montage des pianos et d'examiner les différentes parties de la fabrication de ces magnifiques instruments dont l'étude détaillée soulève tant et de si curieux problèmes; mais il ne croit pas devoir essayer de vous présenter un compte rendu, même succinct, de cette partie de sa visite; ce serait sortir du cercle de ses attributions, et nos collègues du comité des arts mécaniques seraient seuls compétents pour tenter cet exposé.

Nous ne pouvons, toutefois, nous empêcher de signaler l'ordre et l'entente admirables qui président à la direction de tous les travaux si variés que comporte cette fabrication, et en particulier la magnifique installation des ateliers de débit et de travail des bois, où l'on obtient mécaniquement toutes les formes moulées et contournées des parties qui composent un piano.

Dans ces ateliers, nous avons pu constater que les ouvriers qui travaillent aux scies circulaires, font usage d'un système qui permet d'écarter les dangers d'accidents auxquels expose habituellement l'emploi de ces outils. Nous avons engagé le contre-maître, M. Ganne, à qui est due l'invention, et qui nous a dit l'avoir déjà fait appliquer dans plusieurs autres usines, à en présenter la description à la Société, et nous croyons savoir que le Rapport de votre comité des arts mécaniques confirme la bonne opinion qu'un examen forcément sommaire nous a fait concevoir de cet utile appareil (1).

Nous aurions aussi à vous entretenir des dispositions prises par M. Wolff, pour assurer le bien-être matériel et moral de son personnel ouvrier. Dans l'usine même se trouvent une école, une chapelle, un gymnase, qui permettent de donner aux apprentis une instruction élémentaire en rapport avec leur position, et d'assurer leur développement intellectuel et physique. Entrer dans le détail de cette organisation, serait dépasser le but de notre mis-

(1) Voy. plus haut p. 337.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sion et nous exposer à être entraîné dans de trop grands développements.

Nous bornerons donc ici notre rapport, en vous priant, Messieurs, de vouloir bien nous permettre de remercier, en votre nom, M. Wolff, de l'obligeance avec laquelle il s'est mis à notre disposition pour cette intéressante visite, et nous vous demanderons d'autoriser l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Approuvé en séance, le 25 *janvier* 1878.

Signé : SEBERT, *rapporteur.*

COMITÉ DE COMMERCE.

RAPPORT *fait par* M. GUSTAVE ROY, *sur la* QUESTION DE L'UNIFICATION DU NUMÉROTAGE DES FILS *et sur une brochure traitant de cette question, adressée par* M. LÉON GAUCHE, *de Lille.*

Dans les temps que nous traversons où tant de questions divisent les peuples, on doit se trouver heureux lorsque des intérêts communs semblent vouloir les réunir et apporter l'unité et l'harmonie dans les relations, dans les transactions internationales.

Nous avons salué comme un progrès l'extension du système métrique qui, franchissant nos frontières, s'installe dans les habitudes commerciales de nos voisins; nous avons accueilli avec la plus grande satisfaction l'union monétaire, les conventions postales et télégraphiques qui ont apporté au commerce tant de facilités; nous ne saurions avoir trop de sympathies pour le projet d'unification du numérotage des fils dont il est aujourd'hui question.

Depuis quelques années les industries textiles ont senti le besoin de parler, pour leurs transactions, une seule et même langue commerciale; de nombreuses réunions ont eu lieu, où les industriels de tous les pays sont venus exposer leurs vues, cherchant la possibilité d'un accord. En effet, chaque pays avait autrefois son système de numérotage; c'est en Autriche et en Allemagne que le besoin d'une réglementation se faisait surtout sentir; autre était la manière de procéder à Vienne qu'en Saxe ou sur les bords du Rhin; le Wurtemberg et la Bavière n'avaient pas les mêmes règles que leurs voisins. Si chaque peuple avait sa méthode particulière, chacune des industries textiles, soie, laine, coton, lin, avait aussi sa manière particulière de procéder.

C'est de l'Autriche que partit l'initiative ; nous devons lui rendre cette justice que, la première, elle comprit l'importance d'une entente commune sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le numérotage des fils. En 1873, à l'occasion de l'Exposition universelle de Vienne, elle convoqua un congrès qui s'occupa de ces matières.

Les industriels y arrivèrent peu préparés pour résoudre ces questions qui, en apparence, sont si simples. Il fallait de nombreuses études; on résolut de les entreprendre et l'on convint d'un nouveau rendez-vous, où chacun apporterait le résultat de son travail. En 1874, un nouveau congrès se réunissait à Bruxelles ; après de longs débats, un accord s'établit, dont le système métrique était la base ; Autrichiens, Allemands, Suisses, Belges, Italiens, Français, tous se trouvèrent d'accord pour essayer de ne parler qu'une seule et même langue, en ce qui concerne le numérotage des fils. Les industriels anglais, se retranchant derrière les habitudes prises par leur commerce, exprimèrent une opinion différente, sans, pour cela, nuire au concert qui venait de s'établir entre des intérêts si divers; on ne desespéra pas d'amener plus tard les Anglais aux règles adoptées pour le continent; en tout cas, on considérait déjà comme un grand avantage de n'avoir plus, pour le numérotage, que le système anglais et le système métrique.

Un point restait en suspens : l'industrie de la soie n'avait pu souscrire aux règles que l'on voulait imposer aux autres textiles. La valeur de la soie est grande par rapport à son poids; cette industrie demandait une réglementation spéciale, sans, toutefois, sortir du système métrique. Ce fut l'objet d'un troisième congrès, où l'on se mit d'accord sur tout ce qui concerne le numérotage des soies ; cette réunion eut lieu à Turin.

Les résolutions prises dans ce congrès sont appelées à servir de base à l'entente complète qui, nous l'espérons, s'établira sur ces matières.

L'emploi et la valeur d'un fil sont déterminés par sa finesse qui, elle-même, est déterminée par le rapport du poids de ce fil à sa longueur. Le numérotage des fils n'est autre chose que l'expression de ce rapport; ainsi, un fil de laine pesant 1 kilog. et mesurant 10 000 mètres porte le numéro 10; si, pour le même poids, il mesure 80 000 mètres, c'est un numéro 80, et ainsi de suite.

De même que le numérotage métrique est la comparaison de la longueur du fil exprimée en mètres au poids d'un kilog., le numérotage anglais prend pour terme de comparaison la yard et la livre anglaise.

C'est au système métrique que se rallient les étrangers; c'est le système décimal qui a triomphé dans les trois congrès dont nous avons parlé; nous avons tout intérêt à voir s'étendre et se généraliser cette manière d'opérer, qui est la nôtre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous devons toutefois faire, de notre côté, abandon de quelques-unes de nos habitudes commerciales pour arriver à une entente si désirable. En France, les coutumes varient selon les matières textiles : le numéro du fil de laine s'établit sur la comparaison de la longueur au kilogramme ; c'est le demi-kilogramme qui sert de point de comparaison pour le coton ; l'industrie du lin a l'habitude du numérotage anglais. Notre législation sur ces matières n'est pas complète ; elle manque d'ensemble et de précision. Les décrets de 1810 et de 1818, les ordonnances de 1819 et de 1829 ne répondent plus aux exigences de l'industrie moderne, à ce besoin d'unité dont nous trouvons la trace dans les vœux de nombreuses Chambres de commerce, telles que celles de Paris, Lyon, Tarare, Amiens, Calais, Nîmes, Rennes, Cholet et Valenciennes, ainsi que dans les résolutions des trois congrès.

Ces résolutions peuvent se résumer en quelques mots et, par leur simplicité, semblent de nature à rallier toutes les opinions ; nous croyons devoir les rappeler :

1° Le numéro du fil sera déterminé par le nombre de mètres correspondant au poids d'un gramme, sauf pour les soies grèges et moulinées dont le numérotage est réglé spécialement ;

2° La longueur de l'écheveau, admise pour tous les genres de fils dévidés, est fixée à 1 000 mètres avec subdivisions décimales ;

3° Tout système de dévidage, à condition qu'il donne 1 000 mètres par écheveau, est autorisé ;

4° Le numéro d'un fil de soie grège ou retordu indique le nombre de décigrammes que pèsent 1 000 mètres de ces fils ;

5° Un bulletin mentionne si le conditionnement a eu lieu ou non.

Tel est le résumé de ces délibérations, auxquelles prirent part les hommes les plus compétents des nations industrielles du continent européen. Malgré leurs demandes, ils n'ont pu encore obtenir que leurs gouvernements donnent à ces résolutions une sanction législative nécessaire pour les faire entrer profondément dans les habitudes du commerce.

Un nouveau congrès a paru nécessaire pour affirmer une fois de plus cette entente internationale et signaler ce besoin à l'attention des gouvernements. Une commission vient de se former et, profitant de l'occasion de l'Exposition universelle, va convoquer, à Paris, un quatrième congrès qui amènera, nous devons l'espérer, la solution définitive de cette question.

La besogne lui sera rendue facile par les délibérations qui ont eu lieu ; le travail préparatoire est fait, le chemin est aplani, il n'y a plus qu'à l'inaugu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rer, à le livrer à la circulation ; ce sera, nous le pensons, l'œuvre du congrès de Paris.

Votre comité du Commerce a été amené à l'étude de cette question par l'envoi qui lui a été fait d'une petite brochure de M. Léon Gauche, négociant, à Lille, et d'un tableau dans lequel il établit la comparaison du numérotage français avec les numéros de fils anglais, allemands, belges et hollandais.

Ce tableau peut servir de guide au commerce, et votre comité du commerce ne peut que vous proposer d'adresser à M. Léon Gauche les remercîments de la Société d'encouragement, au sujet de son intéressant travail ; il exprime, toutefois, le désir qu'une entente internationale vienne lui ôter bientôt une grande partie de son utilité.

Approuvé en séance, le 26 *avril* 1878.

Signé : Gustave Roy, *rapporteur*.

CHIMIE MÉTALLURGIQUE.

NOTES SUR LA FUSIBILITÉ, LA LIQUATION ET LA DENSITÉ DE CERTAINS ALLIAGES D'ARGENT ET DE CUIVRE, D'OR ET DE CUIVRE, PAR M. WICHANDLER ROBERTS.

(*Traduit de l'anglais par M. E. Dumas, Essayeur du Bureau de la Garantie de Paris.*)

Alliages d'argent et de cuivre.

Les alliages d'argent et de cuivre présentent certaines particularités physiques et chimiques qui, en dehors de leur valeur commerciale, rendent leur étude très-intéressante au point de vue scientifique.

Une de leurs propriétés les plus remarquables est la mobilité singulière de leurs molécules constituantes, en vertu de laquelle certaines combinaisons de leurs éléments s'isolent et se groupent spontanément dans une masse d'alliage en fusion, et en altèrent ainsi constamment l'homogénéité. Ces irrégularités de composition d'un même lingot ont été constatées depuis longtemps déjà.

Au xvi[e] siècle, Lazarus Erckern en parle dans un de ses ouvrages comme d'un phénomène avec lequel il est familier. Jars, dans un Mémoire publié en 1781, établit d'une manière très-explicite, que les lingots d'alliage titres bas d'argent et de cuivre sont moins riches au centre qu'à la surface.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Depuis le commencement du siècle, ces alliages ont été l'objet de beaucoup d'excellents travaux. M. Darcet, inspecteur général des essais de France, fit, en 1824, une série de recherches sur les phénomènes qui accompagnent ce refroidissement après fusion des alliages d'argent et de cuivre. Les résultats de ces expériences ne furent point publiés; mais M. Levol, en 1852, dans un Mémoire bien connu sur les alliages métalliques (1), rappelle que Darcet, dans ce travail, avait pour but de chercher un moyen d'assurer l'homogénéité des lames destinées à la fabrication des monnaies. Il ajoute que ces essais ne semblaient pas destinés à donner des résultats satisfaisants, et je crois, d'après les résultats de mes propres expériences, pouvoir dire que cette conclusion doit être modifiée.

M. A. Levol, dans ses expériences, coulait le métal à examiner, soit dans un moule cubique de $0^m,045$ de côté, soit dans un moule sphérique de $0^m,050$ de diamètre.

Ses conclusions sont que le seul alliage homogène de cuivre et d'argent est celui qui contient :

Argent.	718,93
Cuivre.	281,07
	1 000,00

combinaison définie qui aurait pour formule :

$Ag^3 Cu^4$ (ou Ag^3, Cu^2 si l'on prend 63,34 pour équivalent du cuivre).

Il considère tous les autres alliages possibles de cuivre et d'argent comme des mélanges de cet alliage défini avec des excès variables de l'un des deux métaux primitifs.

En 1860, Matthiessen (2) étudia ces alliages avec le soin minutieux qui caractérise tous ses travaux, et il les décrivit comme des mélanges mécaniques des deux métaux, soumis à des modifications allotropiques déterminées.

La courbe des conductibilités électriques amena Matthiessen à douter de l'exactitude des conclusions de Levol au sujet d'un alliage défini $Ag^3 Cu^2$; car, dans ce cas, cette courbe aurait dû consister en deux lignes droites conduisant respectivement de l'alliage de Levol au cuivre et à l'argent pur, et nous observons au contraire, en examinant la courbe partant du cuivre, que le pouvoir conducteur de ce métal éprouve une décroissance rapide par l'alliage à ce métal de faibles quantités d'argent.

De l'alliage qui contient 10 pour 100 d'argent à celui contenant 65, nous avons une ligne *droite* et nous considérons les alliages intermédiaires comme des mélanges des deux alliages extrêmes. De ce dernier jusqu'à celui contenant 72 pour 100 d'ar-

(1) *Sur les alliages considérés sous le rapport de leur composition chimique* (*Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. XXXVI).

(2) *Phil. Trans.*, p. 173; 1860 et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XIII (janvier 1878).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gent, nous pouvons avoir des mélanges ou solutions des alliages à 65 et 72 pour 100.

Ce dernier alliage, dont la conductibilité est de 63,7 (celle de l'argent fin étant prise pour 100), donne le point inférieur de la courbe et correspond exactement à l'alliage de Levol, Ag^3, Cu^2.

Les alliages intermédiaires entre celui-ci et l'argent pur peuvent être des mélanges ou des solutions de cet alliage normal dans de l'argent pur ou contenant de faibles quantités de cuivre.

Il semble donc que, s'il existe un alliage d'une composition constante d'environ 65 pour 100 d'argent, nous devrions trouver une ligne droite entre l'alliage à 72 pour 100 et celui à 10 pour 100.

J'arrive maintenant à l'exposé de mes propres expériences.

Il me sembla d'abord que la détermination du point de fusion d'une série d'alliages de cuivre et d'argent devait donner des indications précieuses sur le mode d'arrangement de leurs molécules dans la solidification d'une masse d'alliages de ces deux métaux.

Pour cette détermination, j'ai employé, en le modifiant, le procédé décrit par Pouillet pour l'étude de la chaleur spécifique du platine à de hautes températures (1).

Dès que l'alliage était fondu, on y plongeait un cylindre de fer tourné d'un poids connu, fixé à l'extrémité d'un support en fil métallique.

Le creuset était alors retiré du feu, et lorsque l'alliage commençait à se solidifier, le cylindre de fer était immédiatement placé dans un calorimètre consistant en une double enveloppe métallique en cuivre étamé, semblable à ceux que l'on emploie pour la détermination des chaleurs spécifiques par la méthode des mélanges.

Il était essentiel de déterminer d'abord la chaleur spécifique moyenne du fer employé, entre zéro et la température maxima obtenue pendant les expériences.

Le point de fusion de l'argent était un point de départ très-convenable, d'autant plus qu'il a été déterminé avec beaucoup de soin par M. Becquerel (2).

Cette détermination s'est faite en plaçant un fil d'argent pur dans une nacelle de porcelaine enfermée dans un tube de porcelaine, entouré de vapeur de zinc bouillant, dont la température a été fixée par M. Deville à 1 040 degrés C. (3). Cette chaleur ayant été suffisante pour fondre partiellement le fil d'argent, on peut la considérer comme représentant le point de fusion de ce métal.

Pour déterminer la chaleur spécifique du cylindre de fer dont je devais me servir, je l'ai plongé dans de l'argent fondu, puis transporté dans le calorimètre. Il est bon de remarquer ici, que la couche d'oxyde qui se forme à la surface du fer le préserve complétement de toute soudure avec l'alliage fondu, mais que néanmoins il est im-

(1) *Éléments de physique*, 6e édition, t. II, p. 564.

(2) *Annales de chimie et de physique*. 3e série, t. LXVIII, p. 74.

(3) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LVII, p. 897.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

possible d'empêcher qu'une faible portion de l'alliage adhérent au cylindre ne soit emportée avec lui dans le calorimètre. Ce métal, ainsi emporté involontairement, a toujours été recueilli et estimé à part.

Pour l'argent pur, 0,5701 ont été pris comme chaleur spécifique : pour les alliages, on a dû faire les corrections nécessaires en déduisant la chaleur spécifique de chaque alliage de celle de ses éléments ; on calculait le poids équivalent du fer, en multipliant le poids du métal introduit par sa chaleur spécifique, et en divisant le produit de cette multiplication par la chaleur spécifique du fer déterminée par les expériences préliminaires.

Ce poids était ajouté à celui du fer employé.

Les chaleurs spécifiques des mélanges à de hautes températures n'ont pas été déterminées, et l'adoption des nombres donnés par M. Regnault, dans le calcul des chaleurs indiquées par l'introduction des alliages dans le calorimètre, a pu élever les résultats de quelques degrés.

Les résultats des expériences ont été calculés au moyen de la formule :

$$x = \frac{(P + p'c' + p''c'')(\theta - t)}{p(T - \theta)}$$

p est le poids du fer employé ;
P est le poids de l'eau ;
$p'c'$ et $p''c''$, les valeurs en eau du calorimètre et du thermomètre ;
T la température initiale du fer ;
t la température initiale de l'eau ;
θ la temperature finale ;
x la chaleur spécifique cherchée ;

Pour une expérience, ces quantités ont donné les chiffres suivants :

p	83gr,140
P	260gr,520
$p'c' + p''c''$	15,687
T	1 040° C.
t	16° C.
θ	63° C.

Le poids de l'argent entraîné par le fer était de 3gr,266, dont l'effet calorifique équivaut à celui de 1gr,306 de fer. La valeur corrigée de p devient donc

$$83,140 + 1,306 = 84^{gr},446.$$

Substituant ces valeurs dans la formule ci-dessus, nous avons

$$x = \frac{(260,52 + 15,687)(63 - 16)}{84,446(1\,040 - 63)} = 15\,734.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Trois expériences successives ont donné

15 795, 15 550, 15 734.

d'où l'on a tiré la moyenne adoptée

15 693 (1).

Nous devons faire remarquer que cette méthode de détermination de la chaleur spécifique du fer comporte certaines causes d'erreur.

Les principales sont :

1° La perte de chaleur rendue latente par la production et l'évaporation d'une petite quantité de vapeur d'eau ;

2° La petite différence qui existe entre la chaleur spécifique du fer et celle de la mince couche d'oxyde qui se forme à la surface ;

3° La perte de chaleur éprouvée par le fer pendant son transport du creuset au calorimètre.

4° Le rayonnement de l'instrument.

Le point de fusion du cuivre n'a pas été exactement déterminé. J'ai éprouvé de grandes difficultés à le soumettre aux expériences du calorimètre, à cause de la ténacité avec laquelle il adhère au fer. Une exactitude rigoureuse n'étant pas absolument nécessaire sur ce point, j'ai adopté le point de fusion indiqué par le docteur Van Riemsdijk (2), pour le cuivre rouge = 1 330 degrés C.

Chaque alliage a été synthétiquement préparé en fondant ensemble de l'argent pur et du cuivre pur, et, au moment où l'alliage fondu était retiré du fourneau, une portion était réduite en grenaille et soumise à l'analyse.

Les indications nécessaires pour la détermination du point de fusion de chaque alliage étaient fournies par une expérience semblable à celle par laquelle on a déterminé la chaleur spécifique du fer, et pour le calcul il suffisait de transporter les termes de l'équation, T devenant l'inconnue et prenant la place de x,

$$T = \frac{(P + p' c' + p'' c'')(\theta - t)}{p x} + \theta,$$

la valeur de x étant toujours 0,15693 (chaleur spécifique du fer déterminée précédemment).

---

(1) Weinhold donne le chiffre 0,1567 comme celui de la chaleur spécifique du fer poli entre zéro et 900 degrés. (*Annales de Poggendorff*, t. CXLIX, p. 214.)

(2) *Archives néerlandaises*, t. III, 1868.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Exemple. — Une expérience faite pour déterminer le point de fusion de l'alliage à 820,7 donne les résultats suivants :

P.	247gr,74
$p' c' + p'' c''$.	15gr,687
p.	82,55
t.	15° C.
θ.	56° C.

L'effet calorifique de l'alliage entraîné (3gr,608) équivalant à celui de 1gr,543 de fer, la valeur de p corrigée devient

$$82^{gr},55 + 1^{gr},543 = 84^{gr},093.$$

Substituant les valeurs aux signes dans l'équation, nous trouvons

$$T = \frac{(247,74 + 15,687)(56 - 15)}{84,093 \times 15693} + 56 = 874°,42 \text{ C.}$$

La table suivante contient les résultats des expériences :

Points de fusion des alliages d'argent et de cuivre.

Numéros.	Titres.	Formule approximative.	Point de fusion observé.	Moyennes.
1	1000	Ag.	»	1040
2	925	$Ag^7 Cu$. . .	949,9 939,0 934,5	931,1
3	820,7	$Ag^3 Cu$. . .	874,6 891,8 900,5 877,8	886,2
4*	798	$Ag^5 Cu^2$. . .	882,4 885,4 889,5 890,9	887,0
5*	773,6	$Ag^2 Cu$. . .	854,9 857,9 862,3	858,3
6*	750,3	$Ag^7 Cu^4$. . .	852,3 848,5	850,4
7	718,93	$Ag^3 Cu$. . .	868,4 863,5 879,5	870,5

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Numéros.	Titres.	Formule approximative.	Point de fusion observé.	Moyennes.
8	630,29	Ag Cu. . . .	851,9 844,9 837,6 852,7	846,8
9	600	$Ag^{7}Cu^{8}$.. .	854,9 849,8 858,6 864,6	857,0
10*	569,6	$Ag^{7}Cu^{9}$. . .	897,6 902,2	899,9
11*	561,1	$Ag^{3}Cu^{4}$.. .	910,8 914,8 927,2	917,6
12*	540,8	$Ag^{20}Cu^{29}$. .	914,1 916,0 924,5 927,6	919,8
13*	500	$Ag^{3}Cu^{5}$. .	931,9 944,1 945,6	940,8
14	497	$Ag^{15}Cu^{26}$. .	940,2 973,0 981,5 955,6	962,6
15*	459,4	$AgCu^{2}$. . .	953,5 963,9 964,1	960,8
16	250,5	$AgCu^{5}$. . .	1080,8 1141,8 1114,9 1119,1	1 114,1
17	0 (cuivre pur)	»	»	1 330

La courbe suivante représente graphiquement les résultats de ces expériences. Les coordonnées sont les titres d'une part, les points de fusion de l'autre.

On remarquera que cette courbe s'abaisse rapidement du point de fusion de l'argent pur à celui de l'alliage à 925 de fin, qui est celui des monnaies anglaises, et dont la formule est approximativement

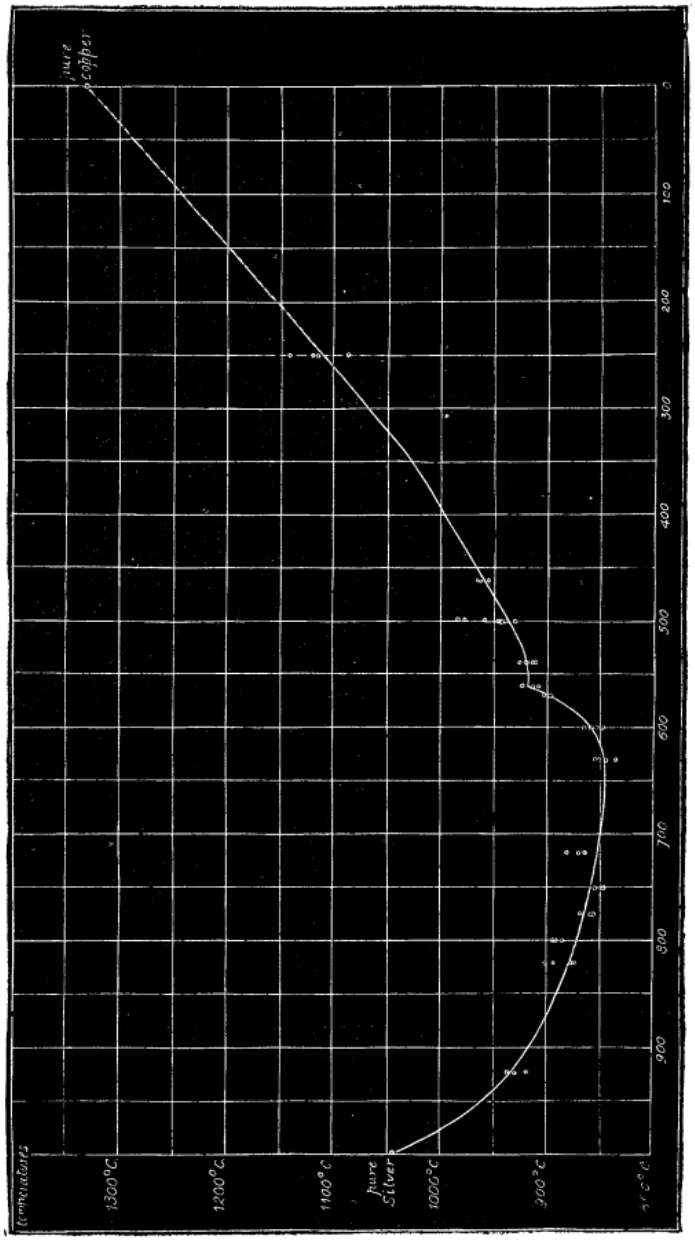
$$Ag^{7}Cu.$$

Les alliages désignés par les nos 7 et 8 présentent un intérêt particulier; le premier, dont le titre est 718,93, est l'alliage homogène de Levol, et j'avais supposé que son point de fusion serait le moins élevé, mais l'expérience m'a démontré que celui qui porte le n° 8, et dont le titre est 630,29, fond à une température moindre que 23°,7.

Cet alliage, dont la formule est Ag Cu, avait déjà présenté des particularités de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conductibilité électrique qui l'avaient signalé à Matthiessen comme devant avoir une constitution moléculaire particulière,



A partir de ce point, la courbe détermine les points de fusion s'élevant jusqu'à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1 330 degrés, qui est celui du cuivre pur, pour des alliages dans lesquels la proportion de ce métal s'élève de plus en plus.

Pour vérifier le point de fusion des alliages n^os 7 et 8, nous avons placé des copeaux dans un creuset couvert que l'on a chauffé au moyen de la vapeur de cadmium, dont la température, déterminée par M. Deville, est de 860 degrés. L'un de ces alliages (n° 7), a fondu en partie, le second (n° 8) complétement. Il est donc évident, pour moi, que les points de fusion des alliages indiqués par la courbe sont tout à fait exacts. Il est possible, cependant, que l'examen d'une série plus complète d'alliages en modifie légèrement la forme. Cet examen critique est surtout nécessaire pour les alliages voisins de celui à 495; car les résultats obtenus jusqu'à présent diffèrent sensiblement les uns des autres, et, en outre, leur moyenne s'écarte de la ligne probable de la courbe.

Je ne suis pas satisfait de mes observations sur l'alliage à 773,2 de fin. Cet alliage présente un intérêt particulier; sa formule est Ag^2Cu, l'argent étant monoatomique.

Depuis que ce Mémoire a été soumis à la Société royale, j'ai fait quelques expériences complémentaires sur les alliages de ces deux parties de la courbe.

Le calorimètre que j'ai employé pour ces nouvelles observations était en argent poli, d'une contenance de 1 200 grammes d'eau, dont la température ne s'élevait jamais au-dessus de 15 degrés; l'équivalent d'eau de cet instrument était seulement de 15^gr,72. Les masses de fer, employées pour transmettre la chaleur, étaient semblables à celles qui m'avaient servi dans ces précédentes expériences. La moyenne de plusieurs opérations très-concordantes entre elles, faites avec ce nouvel appareil, m'a donné 15 003 pour expression de la chaleur spécifique du fer.

Les résultats que j'ai obtenus dans cette nouvelle série d'expériences sont ceux que l'on a marqués d'un astérisque (*) dans le *tableau des points de fusion*. Ils confirment la direction primitive de la courbe pour les alliages de 718 à 800 de fin, mais éprouvent une déviation au point correspondant à l'alliage n° 11 (Ag^3Cu^4). Il peut être intéressant de rappeler ici que les expériences sur lesquelles Matthiessen a basé la courbe des conductibilités, semblent indiquer une déviation au point correspondant à l'alliage 459,4 ($AgCu^2$) (15 mai 1875).

Il peut être curieux et utile de comparer ces résultats avec ceux obtenus par Rudberg sur les alliages de plomb et d'étain. Il a été constaté qu'un thermomètre placé dans un alliage fondu de ces deux métaux, indique deux points stationnaires distincts de température pendant le passage de l'état liquide à l'état solide : un de ces deux points est toujours 187 degrés C., et, dans l'alliage $PbSn^6$, ces deux points coïncident à cette température (fait duquel Rudberg conclut que cet alliage est le seul où les deux métaux se trouvent chimiquement combinés).

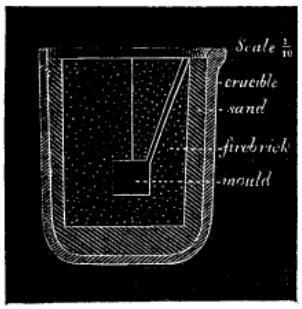
J'espère, en continuant ces recherches, arriver à déterminer si le changement d'état des alliages d'argent et de cuivre s'effectue aussi à une température constante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je dois mentionner que M. A. Riche (1) a déterminé le point de fusion de certains alliages de cuivre et d'étain, au moyen du pyromètre thermo-électrique de Becquerel, et qu'il a obtenu des résultats analogues $Sn\,Cu^3$ et $Sn\,Cu^4$; mais pour les autres alliages de ces mêmes métaux, les résultats diffèrent beaucoup de ceux que nous venons de mentionner.

Il est difficile, pour le moment, de montrer la relation qui existe entre ces résultats et les phénomènes de la liquation dans les alliages d'argent et de cuivre; mais on peut, dès maintenant, voir que, dans notre courbe, les alliages nos 7 et 8 occupent des positions qui concordent avec celles qui leur sont assignées dans la courbe de conductibilité électrique de Matthiessen.

L'ordre dans lequel se classent les points de fusion des alliages paraît démontrer que la liquation est le résultat de l'inégalité du refroidissement dans une masse composée d'argent et de cuivre, et il est probable que, si le refroidissement était considérablement accéléré, cette liquation se trouverait très-modifiée.



Échelle de $\frac{1}{10}$

Dans le but de m'assurer de la vérité de cette opinion, je me suis servi de moules cubiques (ayant environ 45 millimètres de côté), que l'on pouvait aisément chauffer au rouge vif, et dans lesquels on pouvait refroidir, rapidement et uniformément, les alliages (2).

Tous les cubes qui ont servi aux expériences ont été coulés dans des moules construits de la même manière.

Le premier lingot coulé avec un alliage à 925 environ fut refroidi rapidement. Sa composition confirme les conclusions de M. Levol. Le centre est d'un titre plus élevé de 12,8 que les parties extérieures.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 351.

(2) Au sujet des lingots à bas titre, Jars s'exprime ainsi dans l'ouvrage auquel je me suis déjà reporté, p. 481 : « Je remarquai par des expériences que, pour rendre les lingots d'une teneur plus égale dans toutes leurs parties, il fallait que les lingotières fussent aussi chaudes qu'il est possible. »

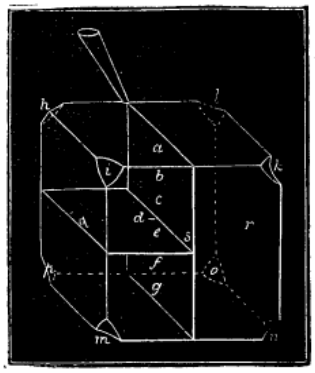
J'ajouterai que certaines expériences non publiées, faites par le Dr Boycott, ancien essayeur à la Monnaie de Calcutta, ont démontré que la liquation des alliages d'argent et de cuivre est modifiée par le coulage dans des moules de sable et que M. E. Seyd proposa en 1871, comme une amélioration dans la fabrication des monnaies, l'emploi des lingotières de fer chaudes pour les alliages d'or et ceux d'argent, disant que les lames y gagnaient en arrangement moléculaire et en ductilité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Alliage contenant { argent..... 925
cuivre..... 75

Refroidissement rapide.

Plan vertical.	Coins.	Faces.
a. 924,6	*h*. 923,2	*q*. 923,6
b. 926,0	*i*. 923,7	*r*. 923,8
c. 929,1	*k*. 923,3	*s*. 923,1
d. 935,5	*l*. 923,3	
e. 931,0	*m*. 923,9	
f. 925,0	*n*. 923,8	
g. 924,2	*p*. 922,7	
	923,2	

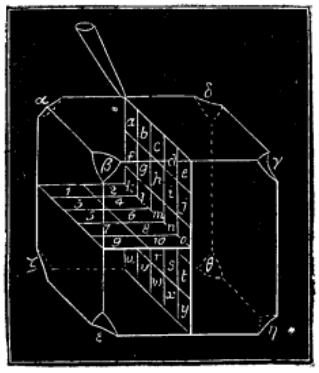


Essai à la goutte... 925,1
Différence maxima entre le centre et les coins..... 12,8

Le second cube, coulé avec le même alliage et refroidi lentement, montre que, dans ce cas, les éléments constituants de l'alliage subissent très-peu de transformations moléculaires, car le maximum de différence entre les diverses parties de ce lingot est de 1,4.

Alliage contenant { argent..... 925
cuivre..... 75

Refroidissement lent.

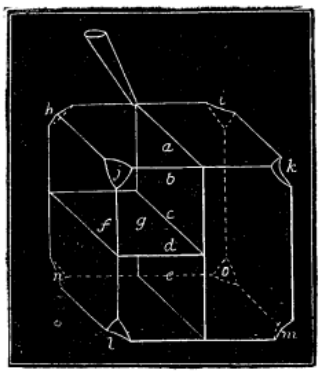


Plan vertical.		Plan horizontal.
		1. 924,8
		2. 925,0
		3. 924,9
a. 925,7	*n*. 924,4	4. 924,9
b. 925,0	*o*. 925,0	5. 925,0
c. 925,0	*p*. 924,3	6. 925,1
d. 925,0	*q*. 925,0	7. 925,1
e. 925,4	*r*. 925,3	8. 925,1
f. 924,3	*s*. 925,0	9. 925,0
g. 925,0	*t*. 924,9	10. 925,0
h. 925,3	*u*. 924,3	
i. 925,3	*v*. 924,7	Coins.
j. 925,3	*w*. 924,9	α. 924,1
k. 924,3	*x*. 924,9	β. 924,1
l. 925,3	*y*. 925,3	γ. 924,1
m. 925,3	*z*.	δ. 924,4
		ε. 924,0
		ζ. 924,2
		η. 924,2
		ι. 923,9

Essai à la goutte..... 984,9
Différence maxima entre le centre et les angles... 1,49

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un cube de l'alliage monétaire français à 900, refroidi rapidement, présente une différence de 10,1 entre les centres et les coins. Le même alliage, refroidi lentement, ne donne plus qu'une variation de 1,3.



Alliage contenant { argent... 900 / cuivre... 100

Refroidissement lent.

Plan vertical.	Coins.	Plan horizontal.
a. 899,0	*h*. 898,9	*f*. 898,5
b. 899,2	*i*. 898,6	*g*. 898,6
c. 899,6	*j*. 899,4	
d. 898,6	*k*. 898,3	
e. 899,1	*l*. 899,6	
	m. 899,5	
	n. 899,3	
	o. 898,8	

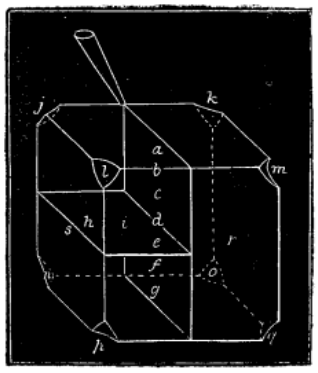
Essai à la goutte..... 900,4
Différence maxima..... 1,3

La différence maxima trouvée par Levol dans les différentes parties de son alliage homogène, était de 0,44.

J'ai trouvé que, si le refroidissement est lent, cette homogénéité est troublée, et qu'alors les parties extérieures du cube deviennent un peu plus riches en argent que le centre.

Alliage contenant { argent..... 718,93 / cuivre..... 281,07

Refroidissement lent.



Plan vertical.	Coins.
a. 718,3	*j*. 719,0
b. 719,5	*k*. 719,0
c. 718,3	*l*. 719,0
d. 718,4	*m*. 719,4
e. 718,3	*n*. 719,1
f. 718,4	*o*. 719,0
g. 718,2	*p*. 719,0
	q. 719,1
Plan horizontal.	**Faces.**
h. 718,7	*r*. 718,8
i. 718,5	*s*. 718,4

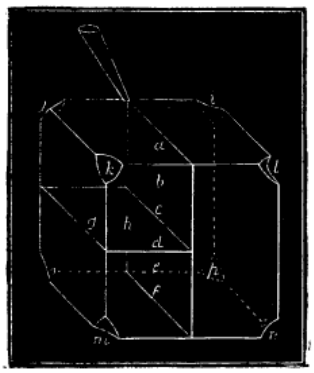
Essai à la goutte..... 719,0
Différence maxima..... 1,2

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le cube suivant représente les résultats d'une expérience sur l'alliage dont le point de fusion est le moins élevé et dont la composition correspond à la formule Ag Cu. Sa structure est intéressante, car les densités des deux métaux semblent avoir influé sur l'arrangement des molécules. La portion inférieure se trouve, en effet, plus riche que la portion supérieure.

Alliage contenant { argent..... 630,3 ; cuivre..... 369,7

Refroidissement lent.



Plan vertical.	Coins.	Plan horizontal.
a. 614,9	*i*. 620,6	*g*. 631,4
b. 631,5	*j*. 620,3	*h*. 635,9
c. 636,0	*k*. 625,9	
d. 635,0	*l*. 625,0	
e. 630,9	*m*. 632,6	
f. 634,8	*n*. 633,5	
	o. 633,9	
	p. 634	

Essai à la goutte..... 630,2

La différence maxima est de **21,1**.

Levol avait trouvé, dans un cube de son alliage, les angles plus riches que le centre de **15/1 000**; pour moi, le seul alliage sur lequel j'aie constaté l'effet des densités est celui à **690** de fin.

La figure suivante montre le résultat des analyses des diverses portions de la masse d'un alliage contenant **333,3** de fin ($AgCu^4$).

Cette masse diffère de composition dans ses parties, mais aucune loi ne semble avoir présidé à l'arrangement de ses molécules constituantes.

En résumé, ces observations conduisent à penser que les alliages d'argent et de cuivre dans certaines conditions d'homogénéité, comme celui de Levol, ne sont pas soumis à la liquation lorsqu'on les coule dans le moule à la température ordinaire et qu'on les refroidit immédiatement.

Pour les alliages inférieurs à **718,9** de fin, les surfaces extérieures sont plus riches que le centre.

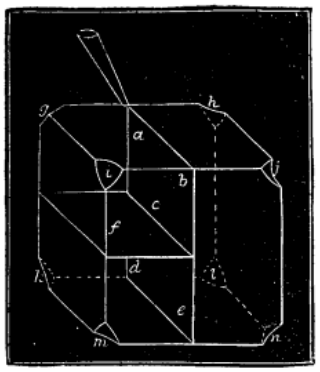
La courbe de fusibilité montre que les alliages inférieurs à **350** ont un point de fusion plus élevé que les autres et que l'argent fin lui-même.

Il ne paraît donc pas que la liquation soit due à une séparation des alliages les moins fusibles dans une masse d'argent et de cuivre ; car, s'il en était ainsi, les parties extérieures des lingots devraient toujours se trouver moins riches en argent que le centre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Alliage contenant { argent..... 333,3
cuivre..... 666,7

Refroidissement lent.



Plan vertical.	Plan horizontal.	Coins
a. 342,8	*f*. 326,2	*g*. 331 0
b. 333,0		*h*. 334,0
c. 337,5		*i*. 336,3
d. 330,0		*j*. 334,4
e. 332.0		*k*. 331,0
		l. 332,0
		m. 331,5
		n. 334,8

Essai à la goutte..... 630,2

Il est impossible, pour le moment, de donner une explication satisfaisante et complète de cette reconstitution moléculaire, mais il me semble qu'il y a déjà un certain intérêt à constater que les mêmes alliages occupent les mêmes points sur les courbes de fusibilité et de conductibilité électrique, et que la disposition des molécules d'un alliage dépend, en grande partie, de son mode de refroidissement.

J'ai cherché, sur une indication de M. R. Muller, à déterminer les relations entre les densités de l'argent solide et fondu.

J'ai employé la méthode qu'il a inventée, et dont il se sert pour la détermination de la densité de la fonte (1) en fusion.

Un vase conique, en tôle mince de Low-Moor, d'une épaisseur de 1 milimètre, de 16 centimètres de hauteur et d'une capacité intérieure de 540 centimètres cubes environ, fut pesé vide d'abord, puis rempli d'eau distillée à une température connue, ce qui permit de déterminer exactement sa capacité à la température ambiante.

De l'argent fondu à une température déterminée exactement par notre méthode calorimétrique ordinaire fut coulé dans ce vase, en observant toutes les précautions indiquées par M. Muller pour son remplissage.

Après le refroidissement, le cône de métal fut de nouveau pesé avec son contenu.

La surface du métal fondu dans le creuset était couverte de charbon, et, comme on sait que l'argent fin en fusion absorbe une partie de l'oxygène de l'air, le cône était rempli d'une atmosphère de vapeurs de charbon.

La correction la plus importante qu'il ait fallu apporter aux résultats de cette opération est celle relative au changement de volume du vase à la suite de l'introduction du métal fondu.

(1) *Rapports de la Société Royale*, t. XXII, p. 366, et t. XXIII, p. 200.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les différentes qualités de fer travaillé présentent de grandes variétés de dilatation par la chaleur. Ce fait et l'accroissement connu de cette expansion à de hautes températures rendirent nécessaire de déterminer ce coefficient moyen, pour les températures entre zéro et le point de fusion de l'argent.

Dans ce but, nous avons adopté une modification de la méthode de Ramsden : le fer placé dans une enveloppe de graphite fut entouré d'argent en fusion. L'indication du micromètre était prise lorsque la longueur du fer était restée invariable pendant un certain temps, considérant que ce moment était celui de la solidification de l'argent, la perte de la chaleur latente de la liquéfaction rendant à ce moment la température constante.

Un grand nombre d'expériences m'ont donné, malgré les difficultés qu'elles présentaient, des résultats que je crois exacts. Les nombres

	0,00001242
	0,00001254
	0,00001245
	0,00001249
	0,00001271
Moyenne. . . .	0,00001240

expriment la dilatation linéaire pour 1 degré du fer Low-Moor employé, jusqu'à la température de fusion de l'argent.

Le coefficient moyen de dilatation cubique déduit de ces résultats est

0,00003720.

Ce nombre est beaucoup plus élevé que celui donné par Rinmann, qui serait 0,00002808 pour le fer travaillé, entre 15 degrés et le rouge blanc.

Le tablean suivant donne les résultats des expériences faites pour déterminer les densités de l'argent fin et de l'alliage homogène de Levol en fusion. Nous avons choisi cet alliage parce que sa densité à l'état solide concorde très-sensiblement avec celle de ses éléments constituants.

La dilatation cubique pour l'argent pur était dans la proportion de 9,4612 : 10,57.

En déduisant le coefficient moyen, soit 1 050 degrés, nous trouvons 0,00011164 pour 1 degré.

Le coefficient de dilatation linéaire est

0,00003721.

Le coefficient moyen de dilatation linéaire de l'argent entre zéro et 100 degrés est, suivant différents auteurs, 0,00002015.

On voit donc que la dilatation de l'argent entre zéro et 1 050 degrés est à peu près

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le triple de ce qu'elle serait si elle avait suivi la même loi pour toutes les températures.

Le coefficient moyen de dilatation linéaire de l'alliage de Levol, jusqu'à son point de fusion, déduit des densités données par le tableau, est 0,00003703.

Mais il est impossible de le comparer avec celui qu'il donnerait à de hautes températures, tant que ce dernier n'aura pas été observé d'une manière positive.

	VOLUME initial du cône.	VOLUME du cône rempli de métal fondu.	TEMPÉRATURE du métal liquide.	POIDS du métal.	DENSITÉ du métal liquide.	DENSITÉ du métal solide.
	cc	cc	o	kg		
Argent pur.	536,6	556,3	1143	5,2554	9,4468	10,57
	542,9	564,4	1223	5,3483	9,4757	
				Moyenne. . . .	9,4612	
Alliage de Levol.	735,13	778,06	1020	7,0624	9,0788	9,9045 (Levol).
	537,42	557,25	1131	5,0334	9,0321	
				Moyenne. . . .	9,0554	

Alliage d'or et de cuivre.

Malgré l'importance scientifique et commerciale des alliages d'or et de cuivre, peu d'entre eux ont été jusqu'à présent étudiés au point de vue de leur densité.

En 1873, me trouvant à Prague, je saisis cette occasion pour faire, avec le professeur Zenger, de cette ville, une série d'expériences au moyen de la *balance à tangente,* qu'il venait d'inventer, et pour chercher à déterminer les relations de densité qui existent entre les différents alliages d'or et de cuivre.

Les alliages, pesés d'abord dans l'air, l'étaient ensuite dans l'eau; un miroir fixé au fléau de la balance permettait de mesurer l'inclinaison de ce fléau par le déplacement d'un rayon lumineux qui l'accroissait beaucoup; mais ces expériences n'eurent pas de suite, la méthode ordinaire de peser nous paraissant plus simple et plus sûre.

La possibilité de déterminer le titre d'un alliage d'or et de cuivre par l'observation de la densité a été récemment discutée par M. O. G. Broch, professeur de mathématiques à Christiania, qui a conclu d'une série d'expériences consciencieuses (1) que

(1) *Norwegian Nyt. Mag. for Naturvk.* Christiania, 1876.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'erreur probable d'une seule observation sur un poids de 90 grammes environ pouvait être de ± 0,0014.

Une différence de ± 0,001 dans un alliage d'or approchant de 900 correspond à une différence de densité de ± 0,0019. La limite d'erreur dans la constatation de la densité de ces alliages correspond donc à une erreur de titre de 2/10 000, et le docteur Broch en conclut que l'on peut déterminer la différence de titre de deux masses de monnaies d'or et de cuivre avec une approximation de 2/10 000, en les pesant successivement dans l'air et dans l'eau.

La présence, dans ces alliages, de métaux autres que l'or et le cuivre n'a pas une grande importance tant que leur densité ne diffère pas sensiblement de celle du cuivre.

Ainsi, si dans un alliage à 900 on remplace 1 millième de cuivre par 1 millième d'argent, la densité calculée s'élève de 17,1662 à 17,1722, ce qui correspond à une élévation de titre de 3/10 000.

Il est généralement admis que, par les procédés actuels d'essai, l'erreur possible est de 1/10 000, et M. Broch affirme que, par la simple constatation des densités, on peut déterminer le titre d'un alliage avec une approximation de ± 2/10 000.

Ces observations du docteur Broch ont servi de point de départ à des recherches plus étendues, dont l'objet était de constater la dilatation ou la contraction causée par la réunion en alliage de l'or et du cuivre purs, car on sait que peu d'alliages possèdent la densité qu'indiquerait le calcul, d'après celle de leurs éléments.

Calvert et Thomson, qui ont déterminé les densités de beaucoup d'alliages (1), ont constaté, dans le cours de leurs recherches, que les alliages de cuivre se contractent toujours. Ils ne paraissent pas avoir expérimenté les alliages de l'or et du cuivre; mais, en l'absence des observations pratiques, on pouvait supposer ces alliages soumis à la même loi. Matthiessen a, en effet, démontré que les alliages d'or et d'argent, d'or et de plomb, ont toujours une densité réelle supérieure de 0,3 à 1,8, à la densité calculée (2).

Plus récemment, M. Alfred Riche a constaté que les alliages de cuivre et d'étain se contractent légèrement et régulièrement lorsqu'ils contiennent au-dessus de 48 pour 100 d'étain, et qu'à partir de ce titre la contraction augmente brusquement et atteint son maximum au titre de 38 pour 100 d'étain, alliage dont la densité est supérieure à celle du cuivre pur. On voit, par la courbe (3) qui représente ces variations, que, si certains de ces alliages se contractent ou se dilatent d'une manière extrordinaire, les

(1) *Phil. Mag.*, t. XVIII, p. 354; 1859.

(2) *Phil. Trans.*, p. 177; 1850.

(3) Nous donnons la courbe de ces densités sur la même planche qui porte (p. 369) le diagramme des densités des alliages d'or et de cuivre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autres se divisent en trois groupes, dont les densités varient régulièrement suivant leur composition.

Ainsi, par exemple, dans ces alliages de cuivre et d'étain, pour ceux qui contiennent 42, 29 et 18 d'étain, la détermination des densités donnerait sur leur composition des renseignements très-incertains, et, si les alliages de cuivre et d'or se comportent comme ceux de cuivre et d'étain, toute méthode de détermination de leur composition, par la comparaison de leurs densités, perdrait beaucoup de sa valeur.

Dans le but de déterminer si ces alliages d'or et de cuivre se comportent de la même manière que ceux de cuivre et d'étain, nous avons préparé par voie de fusion avec de l'or pur et du cuivre pur une série d'alliages dont nous avons vérifié les titres par les méthodes ordinaires d'essai. L'or avait été purifié par les moyens adoptés pour la préparation de l'or étalon des essais (1).

Quant au cuivre que nous avons employé, sa grande conductibilité électrique nous garantissait sa pureté.

Comme on se proposait d'appliquer à l'essai des monnaies ce procédé de détermination des titres par les densités, il a paru logique d'examiner une série d'alliages sous forme de disques comprimés avec la même pression entre des coins gravés, car on sait que la densité des métaux est sensiblement modifiée par le recrouissage ; la densité de l'or varie, dans ce cas, entre 19,258 et 19,367, et celle du cuivre entre 8,535 et 8,916 (2).

Pour la détermination de ces densités, on a employé la méthode ordinaire. Une cage de fil de platine était suspendue par un très-mince fil de platine sous l'un des plateaux d'une très-délicate balance d'essai de Oertling, qui, avec cette charge, restait sensible au $0^{gr},00001$.

Le flan de métal, placé dans le plateau supportant la cage de platine, était équilibré au moyen d'une tare de plomb placée dans l'autre et un curseur du poids de $0^{gr},001$.

On remplaçait alors le flan lui-même par des poids métriques ajustés avec soin, et le poids du flan se trouvait ainsi déterminé avec la plus grande exactitude. Le flan placé alors dans la cage de platine, était plongé dans de l'eau distillée que l'on faisait bouillir pendant un certain temps, et que l'on plaçait ensuite sous le récipient d'une machine pneumatique.

Le vase, contenant l'eau distillée ainsi bien purgée d'air, était alors replacé sous le plateau de la balance. La cage de platine y était raccrochée et l'on rétablissait l'équilibre au moyen de poids placés dans ce plateau. La température de l'eau était soigneusement notée pendant la durée de la pesée.

Le flan soulevé avec des pinces jusqu'à la surface de l'eau, on constatait alors, en rétablissant l'équilibre de la balance, le poids du liquide déplacé par la cage.

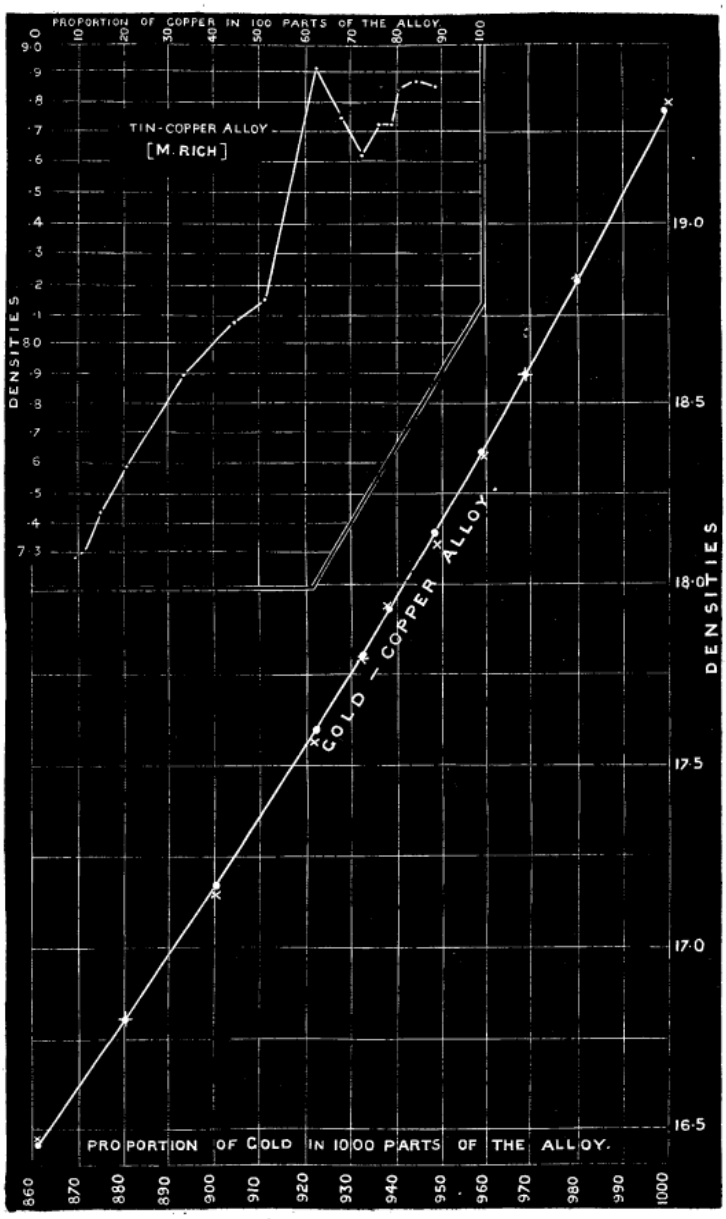
---

(1) *Quatrième Rapport annuel du Directeur de la Monnaie de Londres*, 1872. Appendice, p. 46.
(2) *Quatrième Rapport annuel du Directeur de la Monnaie*, 1873. Appendice, p. 46.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le tableau suivant donne le résultat de ces expériences :

Diagramme des densités des alliages d'or et de cuivre et de cuivre et d'étain.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Densités des alliages d'or et de cuivre.

Titre 1	Densité de la limaille. 2	Densité des flans. 3	Moyenne. 4	Densité calculée. 5	Différence. 6	Coefficient de dilatation cubique. 7
1,000. .	•	19,3184 19,3208 19,3217	19,3203	19,3020*	+0,0183	0,00004245
980,1. .	18,787 18,845 18,813	18,8401 18,8392 18,8362	18,8385	18,8355	+0,0030	0,00004270
968,8. .	18,719 18,639 18,651	18,5813 18,5778 18,5824	18,5805	18,5804	+0,0001	0,00004284
958,3. .	18,512 18,326 18,470	18,3558 18,3571 18,3557	18,3562	18,3605	—0,0043	0,00004296
948,4. .	18,119 18,130 18,101	18,1150 18,1213 18,1156	18,1173	18,1378	—0,0205	0,00004308
938,5. . [Au^6Cu.].	17,706 17,796 17,790	17,9354 17,9335 17,9332	17,9340	17,9301	+0,0039	0,00004319
932,0. .	•	17,7932 17,7867 17,7943	17,7911	17,7956	—0,0045	0,00004326
922,8. .	•	17,5665 17,5677 17,5699	17,5680*	17,6087	—0,0407	0,00004337
900,5. . [Au^3Cu.].	• •	17,1632 17,1676 17,1650	17,1653	17,1750	—0,0097	0,00004360
880,5. .	•	16,8086 16,8058 16,8041	16,8062	16,8047	+0,0015	0,00004380
861,4. . [Au^2Cu.].	• •	16,4809 16,4840 16,4848	16,4832	16,4630	+0,0202	0,00004399

La cinquième colonne contient les densités des alliages calculées dans l'hypothèse que la combinaison ne donnerait lieu à aucun changement de volume, et ces résultats sont représentés par une courbe dont les coordonnées sont, d'une part, les proportions de l'or dans l'alliage et, de l'autre, les densités.

Les densités moyennes des flans trouvées expérimentalement sont marquées d'un astérisque (*) et concordent complétement avec les nombres donnés par les calculs, ce qui permet de supposer qu'il n'y a pas de changement de volume par suite de l'alliage des deux métaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les proportions d'or dans les alliages examinés varient de 860 et 980 millièmes : dans ces limites se rouvent compris tous les alliages monétaires connus jusqu'à ce jour.

Nous voyons par ces expériences que l'on peut déduire le titre des monnaies d'or de leur densité, et que cette méthode permet de vérifier rapidement la valeur d'une quantité considérable de pièces d'or sans les détruire, ce qui peut être d'un certain intérêt pour la vérification des *deniers de boîtes*. Ce procédé n'est pas d'une aussi grande exactitude lorsqu'il s'agit de déterminer le titre d'une seule pièce, les causes d'erreurs ayant plus d'importance pour les petites masses que pour les grandes.

Il n'est pas probable que les alliages soient à leur maximum de densité lorsqu'ils sont sous forme de flans comprimés, car on sait que l'or atteint ce maximum lorsqu'il est précipité de dissolutions à l'état très-divisé. Aussi, dans la suite de ces expériences, avons-nous employé, d'après les indications de M. Riche, nos alliages à l'état de *limaille*.

Cette méthode a l'avantage de supprimer les erreurs provenant des cavités qui se trouvent dans les lingots fondus et des différences de composition intérieure.

Un grand nombre de déterminations ont été faites dans ces conditions, mais il nous a été impossible d'obtenir des résultats concordants ; quelques-uns des résultats ainsi obtenus sont mentionnés dans la seconde colonne de notre tableau, mais ils ne sont pas satisfaisants, et nous n'avons pas poursuivi ces expériences pour les alliages au-dessus des 938,5, point où les différences entre les densités calculées et les densités expérimentales commencent à devenir trop considérables.

Nous exécutons en ce moment les déterminations des densités d'une série complète d'alliages ; mais, sauf le cas de quelque déviation très-considérable poursuivie dans les parties de la courbe qui restent à examiner, nous croyons que l'on peut considérer nos résultats comme définitifs et concluants, au moins dans la pratique.

(*Annales de chimie et de physique.*)

CHAUFFAGE INDUSTRIEL.

NOTICE SUR LE FOYER A ÉTAGES MULTIPLES POUR BRULER LES COMBUSTIBLES PULVÉRULENTS ET PAUVRES, SYSTÈME MICHEL PERRET.

L'état pulvérulent constitue une des plus grandes difficultés de la combustion des charbons qui ne possèdent pas la propriété de s'agglutiner sous l'action du feu. On a pu utiliser, en partie, ces charbons en les agglomérant artificiellement, mais c'est un procédé coûteux, qui ne peut être employé pour des combustibles de qualité inférieure.

La pauvreté du combustible, accompagnant son état pulvérulent, est donc l'obstacle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réel à l'utilisation de la grande masse de ces matières, qui sont en partie délaissées faute d'un appareil convenable pour en retirer toute la valeur calorifique.

Il est même des cas dans lesquels le combustible pulvérulent et riche présente des difficultés spéciales de combustion.

Comme exemple frappant, l'extraction des anthracites atteint, aux États-Unis, 23 millions de tonnes par an. Or, ces anthracites fournissent, en moyenne, 25 pour 100 de menus, soit environ 6 millions de tonnes délaissées. C'est le quart de la consommation houillère de la France.

Dans la Savoie, des gisements énormes d'anthracite sont inexploités, par suite de l'état pulvérulent et de l'impureté du combustible.

Dans l'enquête ouverte par l'Assemblée nationale, en 1871, sur la situation houillère en France, on a constaté qu'un très-grand nombre de concessions restaient inexploitées, en raison de la mauvaise qualité des charbons extraits. Dans tous les bassins houillers les mêmes abandons se présentent. Dans certaines mines, des couches puissantes sont laissées dans le sol, parce qu'elles ne produisent qu'un combustible dont le prix de vente est peu rémunérateur. Enfin, qui ne sait quelles quantités énormes de résidus sont rejetées par les forges, les verreries et la généralité des usines?

Le foyer à étages multiples, peu dispendieux de construction, permet de brûler, sans préparation aucune, toutes ces matières. Telles sont :

1° les poussières de charbons maigres;
2° les poussières d'anthracite;
3° les houilles les plus pauvres;
4° les boues et schistes du lavage des houilles;
5° la poussière de coke;
6° la poussière de lignites;
7 la tourbe menue;
8° le fraisil des forges;
9° les suies de locomotives;
10° les résidus de tous les foyers.

Pour ce dernier exemple, il est à remarquer que, après un triage grossier à la pelle des plus gros mâchefers, ces résidus renferment encore de 30 à 35 pour 100 de matières combustibles; ceux des foyers fortement activés en contiennent jusqu'à 55 pour 100. Or, le foyer à étages multiples peut brûler, avec incinération complète, des matières ne contenant que 25 pour 100 de combustible.

On peut donc, sans présomption, affirmer que ces appareils contribueront, dans une large part, à augmenter les richesses combustibles de toutes les non-valeurs qui n'ont pu, jusqu'à présent, y être comprises.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Description. — Le *foyer à étages multiples,* que représente la planche 81, se compose essentiellement de quatre étages en dalles réfractaires, légèrement cintrées, et d'un cendrier. La façade est percée de trois ouvertures superposées, garnies de portes. Deux de ces portes servent à la manœuvre du combustible sur les étages, et la troisième, celle du cendrier, à l'extraction des résidus.

Les dalles sont supportées sur des piliers en briques réfractaires, qui constituent les parois latérales du foyer. Enfin, tout cet ensemble est renfermé dans un massif en briques ordinaires, destiné à éviter la déperdition de chaleur et maintenu par un système général d'armatures.

La combustion s'opère à l'air chaud. A cet effet, la plaque de devanture du foyer est formée par une pièce de fonte, à doubles parois, entre lesquelles s'échauffe l'air d'alimentation avant de pénétrer dans le cendrier. Cet air chaud détermine la combustion par surface du charbon étalé sur les étages, en s'élevant successivement d'un étage sur l'autre. Les produits de la combustion s'échappent par la partie supérieure du foyer et sont dirigés dans les appareils destinés à utiliser leur chaleur.

Mise en train et manœuvre de l'appareil. — La mise en train se fait en brûlant du bois ou de la braisette dans le cendrier et sur les dalles, et en portant au rouge, une première fois, tout l'ensemble des étages qui reçoivent, à ce moment, une première charge de combustible.

La manœuvre régulière consiste alors à faire descendre la matière d'un étage sur l'autre, à l'aide d'un râble, à l'étaler en couche mince sur l'étage immédiatement inférieur, et à charger de combustible nouveau l'étage supérieur qui se trouve vidé.

La combustion, ainsi établie, continue d'elle-même, sans qu'il soit nécessaire d'intervenir autrement qu'aux heures de manœuvre. Celles-ci sont déterminées par les quantités de chaleur que l'on veut obtenir. Quant à la durée du travail, elle varie, suivant la grandeur du foyer, entre quinze et trente minutes, y compris le nettoyage du cendrier.

Intervalle de temps entre les manœuvres. — On augmente ou on diminue l'action du foyer, en faisant varier l'intervalle de temps entre les chargements. Ils peuvent se faire toutes les vingt-quatre heures, si l'on ne veut produire qu'une faible chaleur; toutes les douze heures, si l'on veut obtenir une chaleur plus forte; toutes les six heures et même plus fréquemment dans les foyers industriels qui exigent une chaleur intense.

Règlement de l'appareil. — La température des étages va en décroissant de l'étage de charge au cendrier, au fur et à mesure de l'épuisement du combustible. Un trop fort tirage, introduisant trop d'air dans le foyer, refroidit les étages inférieurs; avec un trop faible tirage, au contraire, les étages supérieurs noircissent, la quantité d'oxygène

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étant consommée avant de les atteindre. Le règlement s'obtient donc facilement à l'aide de ces deux limites.

Combustible brûlé par mètre carré d'étage. — La quantité de combustible pur, brûlé par mètre carré de l'étage de charge, est en rapport avec les intervalles de manœuvre. Ainsi :

Pour un intervalle de 24 heures, on brûle 2 kilog. par mètre carré et par heure
— 12 — 4 —
— 6 — 8 —

Toutes ces quantités sont en combustible analytiquement pur, c'est-à-dire déduction faite du poids des cendres.

La quantité d'air nécessaire à la combustion est réglée très-exactement, en raison du combustible brûlé.

Théorie de l'appareil. — L'élasticité et la grande régularité dans l'allure de la combustion ont lieu d'étonner. On ne peut s'en rendre compte qu'en suivant attentivement le fonctionnement de l'appareil, qui présente des dispositions parfaitement méthodiques. En effet :

1° La température élevée produite par la combustion sur des étages très-rapprochés permet à l'oxygène de l'air d'agir très-énergiquement sur le combustible ;

2° Cette action énergique n'a lieu qu'à la surface du combustible, surface constante malgré la diminution d'épaisseur de la couche par la combustion ;

3° L'air s'élevant d'étage en étage est dépouillé progressivement de son oxygène, à l'aide de la température croissante des étages ;

4° La manœuvre qui fait descendre la masse en ignition d'étage en étage, présente toujours la partie de cette masse la plus dépouillée de combustible au contact de l'air pur arrivant en sens inverse par le bas de l'appareil ;

5° L'air d'alimentation est chauffé, soit dans la devanture métallique, soit par récupération, soit par tout autre moyen, et peut atteindre jusqu'à 300 degrés ;

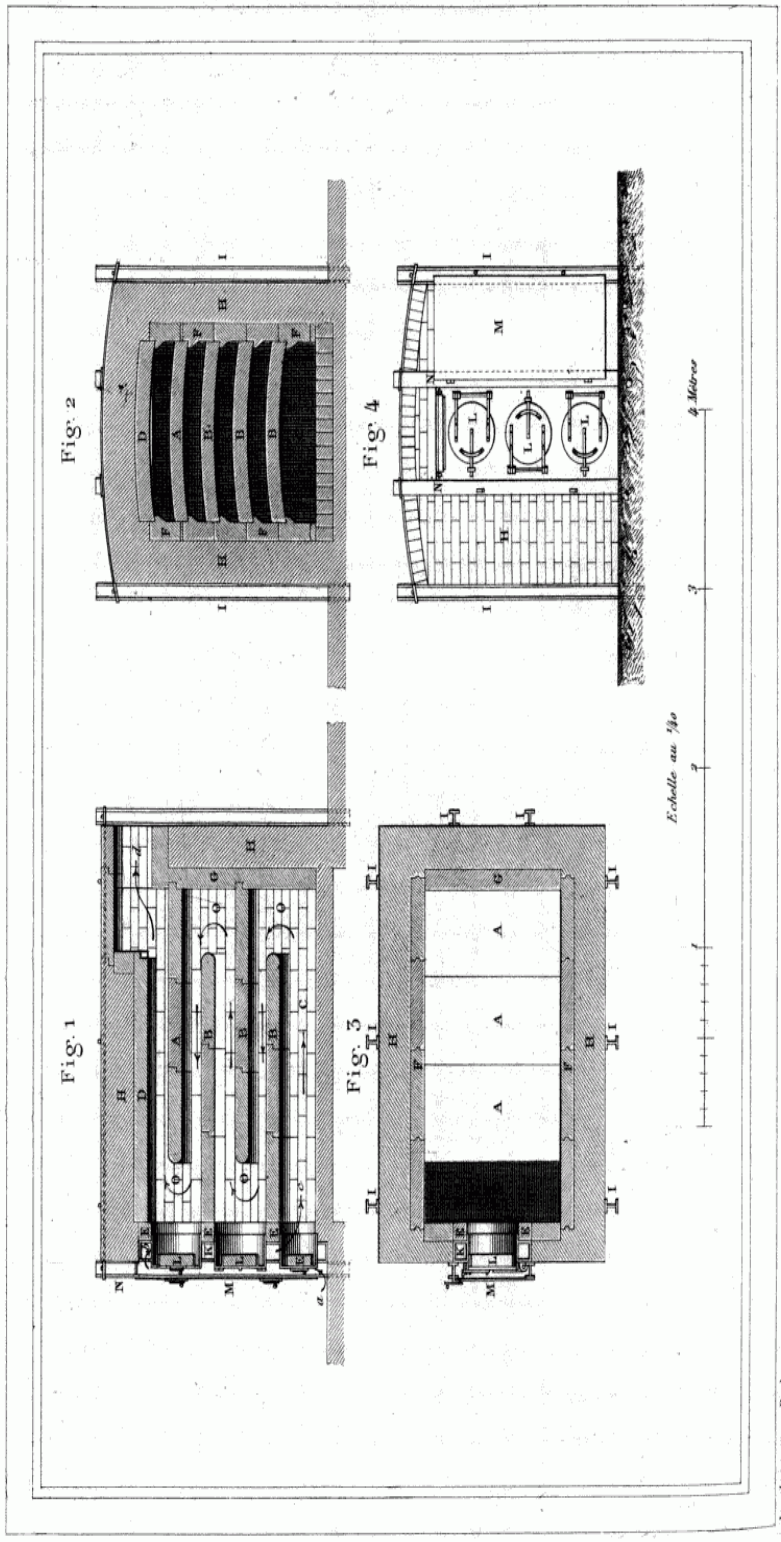
6° L'air n'éprouve, en cheminant à la surface du combustible, aucune variation de résistance autre que celle du règlement par le registre, placé, soit à l'entrée, soit à la sortie de l'appareil.

Ces considérations permettent de résumer ainsi la théorie de ce nouveau mode de combustion :

Épuisement progressif et complet de la matière combustible par l'air chaud, agissant méthodiquement dans un milieu restreint à la surface du combustible étalé en couches minces.

L'ensemble de ces conditions produit l'incinération complète des plus mauvais combustibles et leur fait rendre le maximum d'effet utile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



FOYER À ÉTAGES MULTIPLES, PAR M. MICHEL PERRET.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces faits ont été démontré pratiquement par le succès obtenu dans plusieurs localités, dans les départements de la Seine, du Nord, du Rhône, de l'Isère, de la Drôme et de l'Hérault, et avec des applications diverses, telles que l'évaporation des liquides, étuves de toutes espèces, calorifères d'ateliers et d'habitations, thermosiphons.

On pourrait citer, s'il était nécessaire, des chiffres d'économies réalisées, qui pourraient paraître extraordinaires, mais qui s'expliquent par le très-bas prix des combustibles pauvres et par la régularité du travail calorifique.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 81 REPRÉSENTANT LE FOYER A ÉTAGES MULTIPLES DE M. MICHEL PERRET.

Fig. 1. Section longitudinale passant par l'axe du foyer.

Fig. 2. Section transversale.

Fig. 3. Section horizontale passant par l'étage supérieur du foyer.

Fig. 4. Vue de face du foyer.

A, étage de chargement du combustible; il est formé de dalles réfractaires, légèrement cintrées.

B, étages intermédiaires.

C, cendrier.

D, dalles de couverture de l'étage A.

E, plaque réfractaire à lunettes.

F, sommiers supportant les dalles.

G, paroi réfractaire du fond du foyer.

H, maçonnerie en brique ordinaire enveloppant tout le foyer.

I, armatures en fer.

K, plaque de devanture en fonte à doubles parois, servant à chauffer l'air d'alimentation.

L, portes circulaires de chargement et de manœuvre, avec parois intérieures réfractaires; les portes supérieure et inférieure s'ouvrent du même côté; la porte intermédiaire s'ouvre en sens inverse.

M, écran se rabattant comme une porte pour utiliser le rayonnement des portes L; dans la figure 4, cet écran est ouvert pour laisser voir les portes L.

N, N, montants du cadre sur lequel est monté l'écran M.

O, passages alternant à l'extrémité de chaque étage du foyer.

a, entrée de l'air sous l'écran M (fig. 1).

b, passage de l'air dans la devanture creuse K.

c, entrée de l'air dans le cendrier C.

d, sortie du gaz de la combustion.

Toute cette circulation est indiquée par des flèches sur la figure 1. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHEMINS DE FER.

SUR LES CHEMINS DE FER DANS LES PRINCIPAUX ÉTATS DE L'EUROPE, PAR M. F. JACQMIN, DIRECTEUR DE LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST.

Sous le titre de *Etude sur l'exploitation des chemins de fer par l'Etat*, M. F. Jacqmin, directeur de le Compagnie des chemins de fer de l'Est, a publié, récemment, une brochure dans laquelle il compare les deux modes d'exploitation des chemins de fer, par les Compagnies et par l'Etat. Laissant de côté toute discussion à ce sujet, nous empruntons à ce remarquable travail quelques détails intéressants, qui ont trait à la constitution des réseaux de chemins de fer dans différents états de l'Europe continentale.

France.

Le réseau des chemins de fer d'intérêt général (1) comprenait au 31 décembre 1875	26 339	kilom.
Sur ce nombre les six grandes Compagnies sont concessionnaires de.	23 087	id.
Le surplus du réseau se trouve réparti entre 28 compagnies différentes, ayant ensemble	3 252	id.

Belgique.

Au 31 décembre 1876, le réseau général des chemins de fer belges comprenait		3 589	id.
Savoir :			
1° Chemins exploités par l'Etat :			
(*a*) Lignes construites par l'Etat	678 kilom.		
(*b*) Lignes construites par des Compagnies et rachetées par l'Etat	452 id.	2 105	id.
(*c*) Lignes construites par des Compagnies et exploitées par l'Etat	975 id.		
2° Chemins construits et exploités par des Compagnies. . . .		1 484	id.
Total général.		3 589	kilom.

(1) On ne parle pas des chemins de fer d'intérêt local, dont la concession a été donnée par les conseils généraux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'ensemble du réseau belge ne dépasse pas la longueur des lignes concédées à l'une des six grandes Compagnies françaises.

Le plus ancien et le plus important réseau de la Belgique est celui des chemins de l'Etat. Dès 1831, on se préoccupa des moyens de relier directement le port d'Anvers à la frontière allemande sans passer par le territoire néerlandais. Par des considérations absolument politiques, la Chambre des représentants vota la construction par l'Etat d'un réseau ayant pour point central Malines, et se composant de quatre branches, dirigées vers Anvers, vers la frontière de Prusse par Liége, vers la frontière de France par Bruxelles, et vers la mer du Nord par Gand, Bruges et Ostende.

Le réseau, défini par la loi du 1er mai 1834, fut construit et ses sections successivement livrées à l'exploitation, sans qu'on s'occupât beaucoup de la création d'autres lignes. L'Etat concéda le chemin d'Anvers à Gand, construit à voie étroite (1m,15), et la question des chemins de fer resta comme assoupie pendant onze ans, jusqu'en 1845.

A ce moment, les capitalistes étrangers, anglais pour la plupart, envahirent en quelque sorte la Belgique et obtinrent neuf concessions, représentant ensemble 720 kilomètres.

Les résultats furent médiocres, beaucoup de ces nouvelles lignes étant improductives ; malgré tout, le pays fut en proie à une véritable fièvre de chemins de fer. Les demandes de concessions se multipliaient, et l'Etat accordait tout ce qu'on lui demandait ; de sorte que, en 1869, il y avait en Belgique cinquante sociétés ayant construit ensemble 1689 kilomètres, à peu près 33 kilomètres par société.

La situation de ces sociétés était fort précaire ; leurs représentants songèrent au seul parti qu'il y avait à prendre, c'est-à-dire à la réunion du plus grand nombre possible de lignes en quelques groupes. Les compagnies isolées disparurent donc presque toutes et furent remplacées par le groupe du Nord-Belge, par le groupe du Grand-Central belge, par le groupe de la Société générale d'exploitation et par la Grande Compagnie du Luxembourg.

L'Etat avait assisté à peu près passivement à la création de tous ces groupes ; il eut un réveil cruel. La Société générale d'exploitation était arrivée, en soudant les unes aux autres des tronçons isolés, à constituer des artères parallèles aux grandes lignes de l'Etat et à disputer à ces dernières un trafic insuffisant pour faire vivre deux ou trois entreprises.

Après plusieurs années de luttes et d'hésitations, intervint, en 1870, entre l'Etat et la Société d'exploitation, une convention, par laquelle l'Etat prenait à bail 600 kilomètres de lignes déjà construites, chargeait le représentant de la Société d'exploitation de la construction à forfait de 500 autres kilomètres, et s'engageait à exploiter ces lignes nouvelles à des conditions analogues à celles qui avaient été consenties pour les 600 premiers kilomètres.

Enfin, d'autres considérations entraînèrent l'Etat, en 1872, à racheter le réseau de la grande Compagnie du Luxembourg.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Malgré toutes ces absorptions, le réseau de l'Etat ne comprend encore que les 3/5 du réseau total : 2 100 kilomètres sur 3 600. Le complément a encore une existence indépendante ; mais il y a de fréquents conflits entre l'Etat et la compagnie la plus importante, celle du Grand-Central belge, qui se sont livrés plusieurs combats de tarifs.

Pays-Bas.

Le royaume des Pays-Bas n'a pas suivi, pour la constitution de son réseau de chemins de fer, l'exemple qui lui était donné par la Belgique ; loin de confier la construction et l'exploitation des lignes à l'Etat, les Chambres néerlandaises hésitaient même à accorder des concessions.

La première ligne, celle d'Amsterdam à Harlem, fut ouverte le 20 septembre 1839. L'année précédente, le gouvernement avait proposé aux Etats généraux de concéder le chemin d'Amsterdam à Arnheim ; mais la loi fut repoussée. Convaincu des avantages que son pays devait retirer des chemins de fer, le roi Guillaume prescrivit la construction de la ligne, en s'engageant personnellement et sur sa fortune privée, à couvrir les intérêts de l'emprunt nécessaire à l'exécution des travaux. La ligne fut construite et ses produits rendirent inutile l'engagement généreux pris par le roi ; les Chambres autorisèrent la rétrocession de la ligne d'Amsterdam à Arnheim à une société qui, désignée sous le nom du Néerlandais-Rhénan, s'engageait à construire un ensemble de lignes situées au sud et à l'est d'Amsterdam.

Après la constitution de ces deux sociétés, la Société hollandaise et la Société du Néerlandais-Rhénan, quelques lignes secondaires furent concédées ; mais on s'aperçut vite que, sans la large intervention de l'Etat, il était impossible d'arriver à obtenir un accroissement notable du réseau. Des projets d'ensemble, soumis aux Etats généraux et longuement discutés, furent approuvés en 1860 et 1863. Ils reposent sur une base précise :

La construction par l'Etat et à ses frais ;

L'exploitation par une Compagnie privée fournissant le matériel roulant.

Conformément à ce programme, l'Etat entreprit la construction de lignes sur quelques-unes desquelles il a été élevé des ouvrages d'art considérables et qui font le plus grand honneur aux ingénieurs néerlandais. Au fur et à mesure de leur achèvement, elles sont remises à une Société chargée de leur exploitation.

Les débuts de la Société d'exploitation ont été très pénibles et les conditions de son contrat primitif avec l'Etat ont déjà dû être, une première fois, complétement remaniées.

En fait, la situation générale des chemins de fer néerlandais, au 1er janvier 1877, était la suivante :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Désignation des Compagnies.	Lignes exploitées.	Lignes en construction ou concédées.
Hollandaise	300 kilom.	63 kilom.
Néerlandais-Rhénan	202 —	32 —
Grand-Central belge	112 —	45 —
Central-Néerlandais	101 —	» —
Sociétés diverses	69 —	394 —
Société d'exploitation des chemins de fer de l'État	1,003 —	362 —
	1,787 kilom.	896 kilom.
Ensemble	2 683 kilomètres.	

Empire d'Allemagne.

L'étude du la constitution du réseau des chemins de fer de l'Empire d'Allemagne est fort complexe. Ici, les préoccupations politiques ont presque toujours primé les questions purement économiques.

Les graves événements qui se sont accomplis en Allemagne, depuis moins de quinze ans, ont déterminé une suite de transformations dans lesquelles les chemins de fer ne pouvaient être oubliés.

Le tableau suivant indique, pour les longueurs kilométriques totales des chemins de fer :

1° Celles construites et exploitées par l'Etat ;

2° Celles construites par les Compagnies, mais exploitées par l'Etat avant leur exploitation par les Compagnies concessionnaires ;

3° Celles construites et exploitées par des Compagnies, puis rachetées par l'Etat ;

Enfin 4°, celles construites et exploitées par des Compagnies concessionnaires.

Tous les chiffres qui correspondent à chacune de ces divisions sont donnés pour **1859, 1866, 1874** et **1877** ; ils s'appliquent à chacune des divisions politiques de l'Allemagne à ces diverses dates.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU DES CHEMINS DE FER ALLEMANDS PAR ÉTAT.

ÉTATS.	1. CHEMINS DE FER CONSTRUITS et exploités par l'État.				2. CHEMINS DE FER REPRIS par l'État avant leur exploitation par la Cie concessionnaire.				3. CHEMINS DE FER RACHETÉS par l'État après une exploitation plus ou moins longue par les Cies.				4. CHEMINS DE FER CONSTRUITS et exploités par les Cies concessionnaires.			
	1859.	1866.	1874.	1877.	1859.	1866.	1874.	1877.	1859.	1866.	1874.	1877.	1859.	1866.	1874.	1877.
	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.
Grand duché de Bade.....	(1)377	684	1,063	1,110	»	34	94	102	»	»	»	»	»	»	»	»
Royaume de Bavière	1,021	1,334	2,369	2,971	»	»	»	»	»	»	»	769	198	880	1,218	554
Duché de Brunswick.....	200	250	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	250	250
Ville libre de Francfort-sur-le-Mein.	(1) 29	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Royaume de Hanovre.....	817	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Gr.-duché de Hesse-Darmstadt.....	(1) 29	29	29	29	»	»	»	»	»	»	»	176	47	184	477	500
Hesse électorale...	200	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Grand-duché de Mecklembourg...	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	145	145	321	321
Grand-duché d'Oldenbourg.....	»	»	190	338	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Royaume de Prusse.	1,680	(2)3,028	4,192	4,520	1,078	1,473	2,811	2,849	»	»	50	517	2,453	4,533	7,965	9,731
Royaume de Saxe..	514	667	1,027	1,227	»	106	146	146	»	»	»	500	»	»	500	56
Duchés de Saxe....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	150	172	172
Royaume de Wurtemberg.....	303	561	1,178	1,252	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	6	6
Empire allemand..	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1,035	1,100	»	»	»	»
TOTAUX GÉNÉRAUX.	5,170	6,553	10,048	11,447	1,078	1,613	3,051	3,097	»	»	1,085	3,062	2,843	5,892	10.909	11,590

(1) Main-Neckar appartenant par tiers à Bade, à la Hesse-Darmstadt et à la ville libre de Francfort, et depuis 1866 à la Prusse.
(2) Y compris les ligues annexées du Hanovre, du Nassau et de la Hesse-Électorale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la première période, celle qui se termine en 1859, on ne songe qu'à doter le pays du plus grand nombre de chemins de fer possible, chaque Etat voulant avoir un réseau pour desservir d'abord ses propres intérêts, mais sur lequel on désire attirer le trafic, pouvant emprunter les réseaux des Etats voisins. On conçoit que, tracé dans des idées de cette nature, le réseau allemand ne réponde à aucune vue d'ensemble ; les monnaies, unités de mesure et de poids ne sont pas les mêmes, et l'on doit, pour un parcours un peu long, calculer des taxes en florins du Rhin, en thalers, en florins du Sud. Au point de vue du mode d'exécution, les choses diffèrent également.

Le grand-duché de Bade, le Wurtemberg, le Hanovre, la Saxe (royaume et duchés), le Brunswick construisent et exploitent directement leurs lignes.

En Bavière, l'Etat construit un réseau important, mais il concède quelques lignes.

En Prusse, au contraire, si l'Etat construit quelques lignes, il en concède plus encore et le régime des concessions semble devoir l'emporter.

De 1859 à 1866, les choses changent peu au point de vue du régime de construction et de concession ; mais, frappé des inconvénients que présente le morcellement des exploitations, le gouvernement prussien favorise de tous ses efforts les associations en vue d'arriver à l'unité dans toutes les branches du service.

Après Sadowa, les chemins d'Etat de Brunswick, de Hanovre, de la Hesse-Electorale deviennent des chemins d'Etat prussiens ; l'influence de l'Etat prussien augmente chaque jour ; mais les sociétés particulières développent encore leurs réseaux parallélement à ceux des directions royales, et, jusqu'en 1874, on ne songe pas à modifier une situation qui, en définitive, a doté le pays de 24 000 kilomètres de longueur.

La proposition faite par le grand chancelier d'autoriser l'Empire à racheter tous les chemins de fer, a déterminé une agitation politique qui dure encore. Qu'en résultera-t-il ? C'est ce qu'on ne saurait dire. En comparant, au point de vue général, le mode d'exploitation par l'Etat ou par les Compagnies, on voit que,

En 1859, les États exploitent		69 p. 100	du réseau total.
En 1866	—	58	—
En 1874	—	57	—
En 1877	—	61	—

C'est en Prusse que le régime des chemins de fer concédés a conservé la plus grande importance. En 1877, il était appliqué sur 9 731 kilomètres, l'Empire d'Allemagne n'en ayant que 11 590.

L'Etat prussien exploite directement 7 886 kilomètres. Ils dépendent du ministère royal du commerce, de l'industrie et des travaux publics. Par ordonnance du 23 décembre 1872, les lignes sont divisées en *neuf directions royales indépendantes*, savoir :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	Siége de la Direction.
Chemin de l'Est de Prusse	Bromberg.
— Basse-Silésie	Berlin.
— Westphalie	Munster.
— Hanovre	Hanovre.
— Main-Weser	Cassel.
— Francfort-Bebra	Francfort.
— Nassau	Wiesbaden.
— Sarrebruck	Sarrebruck.
— Berg et Marche	Elberfeld.

Ces neuf directions royales sont secondées par vingt-sept commissions royales ayant mission de soulager les directions et d'activer, par la décentralisation, l'expédition des affaires.

Des rouages aussi compliqués ne fonctionnent pas, on le comprend, sans frottements ; pour 7 876 kilomètres, il y a en définitive trente-cinq états-majors nombreux ; chaque fonctionnaire est peu rétribué, mais la somme totale dépensée est très considérable.

Les neuf directions royales et les vingt-sept commissions royales n'ont pas à s'occuper des chemins de fer de l'Empire ; il y a pour cela une direction impériale à Strasbourg, dont le personnel supérieur comprend un président et douze directeurs.

Pour les autres chemins d'Etat, il y a sept directions royales ou grand-ducales, à Dresde, Stuttgard, Munich, Carlsruhe, Darmstadt, Oldenbourg et Mecklembourg ; les directions n'ont pas de commissions royales comme en Prusse.

Enfin, il a été créé à Berlin une institution spéciale (*la Reichs-Eisenbahn-Amt*), administration générale des chemins de fer de l'Empire, et dont l'action doit ou plutôt devait s'étendre sur tous les chemins de fer, qu'ils fussent exploités par les Etats (la Bavière excepté) ou par des sociétés privées. Jusqu'ici, au moins, cette nouvelle institution n'a pas eu grand succès.

Si l'ensemble du réseau des chemins de fer de l'Empire, au 1er janvier 1877, s'élève à 29 196 kilomètres et est supérieur à l'ensemble du réseau français qui, à la même date, ne comprenait que 22 550 kilomètres, on peut dire que la direction de l'exploitation y est bien autrement morcelée que dans notre pays.

Empire Austro-Hongrois.

Dans l'Empire Austro-Hongrois, on rencontre :

Des chemins de fer construits par l'Etat et exploités par ses agents ;

Des chemins de fer concédés, construits et exploités par les sociétés concessionnaires ;

Des chemins de fer construits par des sociétés, mis sous séquestre par l'Etat et exploités, soit par lui, soit par des sociétés fermières ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des chemins de fer construits par l'Etat, vendus par lui et dont le rachat est annoncé comme probable.

Toutes les combinaisons connues, en ce qui concerne les chemins de fer, ont été ou sont en vigueur dans l'Autriche-Hongrie ; il y en a même une qui est assez extraordinaire, nous voulons parler de l'Etat actionnaire. Dans plusieurs circonstances, l'Etat a acquis tout ou partie des actions d'un chemin de fer et il devait ainsi intervenir à la fois comme actionnaire et comme représentant de la puissance publique. Ce mode d'intervention a également existé en Allemagne ; il y en a aussi plusieurs exemples en Suisse ; au lieu de donner des subventions, les cantons souscrivent des actions.

Les événements politiques ont encore compliqué la situation, déjà si embrouillée, des chemins de fer. Ainsi, la perte du royaume Lombardo-Vénitien a coupé en deux le réseau attribué à la Compagnie de la Sudbahn, connue sous le nom de Sud-Autrichiens-Lombards.

La constitution de deux grandes divisions de l'Empire en-deçà et au delà de la Leitha, a également augmenté le trouble, car les vues du gouvernement cisleithanien ne sont point celles du gouvernement transleithanien.

Il serait bien long et bien difficile de retracer historiquement les transformations du réseau autrichien, depuis la constitution, en 1825, de la première Compagnie pour la construction et l'exploitation d'une ligne de fer et de bois (*Holz und Eisenbahn*) reliant la Moldau au Danube, de Budweis à Linz, jusqu'à ce jour. Dans cette période de cinquante années, on peut signaler deux faits principaux :

1° La constitution par le gouvernement autrichien de deux grandes Compagnies, la Staatsbahn et la Sudbahn (les Autrichiens et les Lombards) ;

2° La fièvre des concessions qui a sévi sur le pays de 1867 à 1873.

En favorisant la création de deux sociétés puissantes, dans lesquelles les capitaux étrangers entraient pour une part très-large, le gouvernement obtenait la construction de lignes secondaires, le trafic des grandes artères (celle de l'Ouest à l'Est, donnée à la Société autrichienne, celle du Nord au Sud, donnée à la seconde société) devant compenser les insuffisances de recettes qui devaient se produire sur ces lignes secondaires.

La fièvre des chemins de fer qui s'est déclarée dans toute l'Europe a eu, en Austro-Hongrie, une gravité exceptionnelle, due aux transports des céréales que les régions cisleithaniennes ont eu, en 1868, à expédier dans toutes les directions. On a dit que la Hongrie allait devenir le grenier de l'Europe, que l'exportation suffirait à rémunérer tous les capitaux engagés dans la construction des voies de communication, et les chemins de fer se sont multipliés à l'infini. Les faits n'ont pas répondu à ces espérances. Entrepris sans études préalables sérieuses, les chemins de fer ont coûté beaucoup plus cher qu'on ne l'avait cru ; puis on s'est aperçu que les routes de terre faisaient souvent défaut pour desservir les gares nouvelles ; de plus l'étranger n'a pas redemandé de céréales. L'État avait accordé une garantie d'un revenu déterminé ; mais le capital prévu pour la construction s'étant trouvé insuffisant, on n'a plus su

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comment se procurer le capital complémentaire. Enfin, sur quelques lignes les dépenses d'exploitation ont été supérieures aux recettes et l'on a demandé à l'Etat de nouveaux subsides.

Ajoutons à toutes ces difficultés les spéculations effrénées sur toutes les valeurs mobilières et l'on comprendra l'effondrement qui s'est produit à la Bourse de Vienne en mai 1873, au moment ou s'ouvrait l'Exposition universelle. Les chemins de fer n'ont pas été épargnés et, en ce moment, on ne saurait dire qu'on soit arrivé à un état régulier et paisible. Une loi très-récente a donné à l'État des pouvoirs considérables pour racheter ou reprendre les lignes concédées à des sociétés malades et sans espoir de guérison. L'expérience seule pourra dire ce que vaut cette loi.

En résumé les chemins de l'Austro-Hongrie se répartissaient comme suit au 1er janvier 1877 :

Chemins de fer de l'État.	Territoire cisleithanien	594 kilom.	2 274 kilomètres.
	Territoire transleithanien	1 680 —	
Chemins de fer concédés.	Territoire cisleithanien	10 132 —	15 018 —
	Territoire transleithanien	4 886 —	
	Total général		17 292 kilomètres.

En 1840 il n'y avait encore que 427 kilomètres.

Sur les 17 292 kilomètres existant au 1er janvier 1877, l'État en exploitait 1 758, soit 10, 20 p. 100 ; les compagnies, 15 534, soit 89, 80 p. 100. Mais il importe de faire une distinction importante : si le réseau exploité par l'État comprenait quelques kilomètres appartenant à des compagnies (78 kilom.), le réseau exploité par les compagnies comprenait, en deçà de la Leitha, 594 kilomètres de lignes appartenant à l'État.

Confédération Suisse.

En Suisse, tous les chemins de fer sont des chemins concédés. Considérée au point de vue de la rémunération du capital consacré à leur construction, la situation de ces chemins est fort triste. Le nombre des lignes concédées dépasse de beaucoup le nombre qui était nécessaire au trafic général actuel du pays. Cette exagération est due à deux causes :

En premier lieu, chaque canton, État souverain, a voulu avoir ses lignes et on est arrivé à avoir deux et même trois chemins desservant une même direction générale. Il y aura bientôt trois chemins de fer entre Lausanne et Soleure, quand deux ont de la peine à vivre.

En second lieu, une grande partie du capital, actions et obligations, des premières sociétés de chemins de fer a été fournie par les places étrangères, Paris, Londres, Francfort. Le scrupule de ruiner des souscripteurs étrangers n'a pas toujours suffisamment touché les autorités locales, et on aurait beaucoup moins multiplié les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

concessions si le pays avait supporté les pertes causées par cette multiplicité même.

En fait le réseau général des chemins suisses s'élevait, au 1er juillet 1877, à 3 128 kilomètres, savoir :

Lignes en exploitation	2 317	kilom.
Lignes en construction	281	—
Lignes concédées.	530	—
Total	3 128	kilom.

Avant l'année 1870, le réseau des chemins de fer suisses était à peu près exclusivement représenté par quatre groupes :

Le Central suisse, possédant les lignes qui, de Bâle, se dirigent sur la Suisse centrale, Bienne, Berne, Thun, Lucerne et Brugg ;

Le Nord-Est suisse, possédant les lignes qui rayonnent autour de Zurich ;

L'Union suisse, formée des lignes tracées dans l'Est et desservant les bords du lac de Constance, Saint-Gall, Glaris et Coire ;

L'Ouest suisse, enfin, qui avait réuni les lignes tracées le long des lacs de Genève et de Neuchâtel, les lignes de Fribourg et du Valais.

Les deux premières sociétés, après des commencements difficiles, étaient arrivées à une grande prospérité ; les deux autres, au contraire, vivaient fort péniblement ; les actionnaires ne recevaient aucun dividende et la situation des obligataires était mal assurée.

Après les événements de 1870-71, la reprise des affaires fut extrêmement fructueuse pour les chemins de fer suisses ; mais au lieu d'en profiter, soit pour consolider leur crédit, soit pour construire des embranchements, nouveaux affluents des artères anciennes, on se lança dans des entreprises entièrement nouvelles. A part le réseau du Jura Bernois, projeté dans des régions encore dépourvues de chemins de fer, on ne trouve que des entreprises ou mal étudiées ou conçues uniquement en vue de faire concurrence aux lignes actuelles. Parmi les premières, on doit citer l'entreprise du Gothard qui passe par les plus cruelles perspectives :

Augmentation probable de 100 millions sur le chiffre des dépenses prévues ;

Refus des gouvernements allemand, italien et suisse d'augmenter le chiffre de leurs subventions.

Ajournement d'une partie des lignes projetées ;

Procès avec l'entrepreneur du grand souterrain.

En résumé il n'y a pas de chemins de fer d'Etat en Suisse et les sociétés ont traversé une crise épouvantable dont elles sont à peine sorties.

Royaume d'Italie.

Le Piémont, après avoir construit et exploité ses principales lignes, les a vendues à la grande société qui avait acheté du gouvernement autrichien les chemins de fer du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sud et les chemins du royaume Lombardo-vénitien. Outre le prix d'acquisition, la société des Sud-Autrichien-Lombard prenait à sa charge l'achèvement des lignes commencées pour lesquelles on demandait des gares considérables et la construction de lignes nouvelles très difficiles et peu fructueuses.

Tous les engagements pris par la compagnie ont été tenus. Malheureusement, après avoir dépensé dans l'espace de vingt années la somme énorme de 800 millions en or, après avoir subi toutes les conséquences des transformations politiques accomplies dans cette période, la compagnie a rencontré dans ses relations journalières avec le gouvernement italien des difficultés telles qu'il n'existait d'autre issue que le rachat.

Les conditions de ce rachat sont connues : les actionnaires français et anglais pour la plupart perdent en ce moment à peu près les quatre cinquièmes de leurs versements.

Les chemins de fer romains, les chemins de fer de l'Italie méridionale traversent des crises semblables à celles qui ont frappé le réseau de la Haute-Italie.

Malgré le rachat, le gouvernement n'a pas encore pris possession des lignes de la Haute-Italie, et l'on vit aujourd'hui sous un régime intermédiaire, résultant d'un compromis et d'une convention qui laissent, pour un temps très-limité, à l'ancienne compagnie l'exploitation du réseau.

Beaucoup d'esprits en Italie hésitent à confier à l'État une affaire aussi considérable, et l'on se demande s'il ne serait pas préférable de diviser le réseau italien en trois groupes : l'Italie du nord, l'Italie centrale et l'Italie méridionale ; puis affermer ces groupes à trois compagnies distinctes ; en d'autres termes, on reconstituerait ce que l'on a défait.

Voici, d'après le compte rendu publié chaque année par la direction générale des chemins de fer au ministère des Travaux publics de Rome, des renseignements relatifs à la situation topographique des lignes au 1er janvier 1877. On ne peut, évidemment, en ce moment, établir une division précise entre les chemins de fer exploités par l'État et ceux exploités par les compagnies :

Lignes comprises dans les réseaux ci-dessous.	Exploitation.	Construction.	En projet.
Haute-Italie	3 461 kilom.	63 kilom.	6 kilom.
Romains	1 673 —	24 —	» —
Midi	1 454 —	» —	193 —
Calabro-Sicilien	1 085 —	208 —	» —
Sardes	198 —	» —	190 —
Lignes diverses	99 —	208 —	379 —
	7 970 kilom.	503 kilom.	768 kilom.
Ensemble		9 241 kilomètres.	

On remarquera, dans ces chiffres, la faible étendue des lignes en construction et des lignes en projet. Il est évident qu'en Italie, comme dans bien des régions de l'Europe, la construction des chemins de fer a devancé les besoins du pays.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Longueur totale des chemins de fer dans le monde entier.

Il y a en ce moment, dans le monde, environ 300 000 kilomètres de chemins de fer qui se répartissent comme suit :

Amérique	143 000 kilom.
Asie (principalement l'Inde anglaise)	11 000 —
Océanie (principalement l'Australie).	2 500 —
Afrique (principalement l'Algérie et l'Egypte).	2 500 —
Europe.	140 000 —

En laissant de côté l'Asie, l'Océanie et l'Afrique qui n'offrent que peu d'exemples de l'exploitation par l'État, on peut dire que l'Amérique du Nord a élevé à la hauteur d'un dogme politique l'inaptitude de l'État à se charger de la construction et de l'exploitation des chemins de fer.

Si l'on considère l'Europe, on trouve que les cinq sixièmes environ du réseau sont exploités par des compagnies, le dernier sixième par l'État, savoir :

En Belgique.	2 105 kilom.
En Allemagne	17 606 —
En Austro-Hongrie	2 274 —

(M.)

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1878.

DÉCRET ARRÊTANT LA LISTE DES MEMBRES DU JURY INTERNATIONAL.

Le Président de la République française,

Vu le règlement approuvé par décrets des 14 août 1877 et 19 avril 1878, fixant la nature des récompenses à décerner à l'occasion de l'Exposition universelle internationale de 1878, et organisant les jurys chargés de les répartir ;

Vu l'arrêté du ministre de l'instruction publique, des cultes et des beaux-arts, en date du 2 novembre 1876, désignant les membres des jurys pour l'admission des œuvres d'art à l'Exposition ;

Vu le décret du 30 avril 1878 relatif à la répartition des présidents et des vice-présidents de groupes du jury des récompenses entre les diverses nations participant à l'Exposition universelle internationale ;

Vu les présentations de la commission supérieure des Expositions internationales ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur le rapport du ministre de l'agriculture et du commerce,

Décrète :

Article 1er. — Sont approuvées les listes annexées au présent décret portant désignation des membres du jury international des récompenses, ainsi que des présidents, vice-présidents et secrétaires de groupes.

Art. 2. — Le ministre de l'agriculture et du commerce est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 8 juin 1878.

Maréchal DE MAC-MAHON
duc DE MAGENTA.

Par le Président de la République :

Le ministre de l'agriculture et du commerce,
TEISSERENC DE BORT.

(Les noms précédés d'un astérisque sont ceux des membres appartenant au Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.)

GROUPE I. — Œuvres d'art.

ITALIE. — Tullo Massarani, sénateur, président.
FRANCE. — Meissonier, membre de l'académie des beaux-arts, 1er vice-président.
SUÈDE ET NORWÈGE. — H. Gude, artiste-peintre, professeur, 2e vice-président.
FRANCE. — George Lafenestre, chef de bureau à la direction des beaux-arts, secrétaire.
— Crépinet, membre du conseil général des bâtiments civils, secrétaire.
— Etienne, architecte du domaine, secrétaire.
— Jamain (Joseph), conservateur du dépôt légal à la direction des beaux-arts, secrétaire.

1re SECTION.

CLASSES 1 ET 2 RÉUNIES. — *Peintures à l'huile, peintures diverses et dessins.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Edouard Armitage, esq. R. A.
ANGLETERRE. — Frederick Leighton, esq. R. A.
— William C.-T. Dobson, esq. R. A.
ÉTATS-UNIS. — Francis D. Millet.
SUÈDE ET NORWÈGE. — F.-L. de Dardel, chef de l'administration des édifices de l'Etat.
— Docteur L. H. S. Dietrichson, professeur de littérature à l'Université de Christiania.
ITALIE. — Le commandeur E. Pagliano, peintre, professeur.
ESPAGNE. — Theodoro Ponte de la Hoz.
AUTRICHE-HONGRIE. — Louis Passini, artiste peintre.
— François Pulszky, directeur des musées et collections publiques.
RUSSIE. — Bogoluboff, professeur à l'académie des beaux-arts de Saint-Pétersbourg.
— Jacoby, professeur à l'académie des beaux-arts de Saint-Pétersbourg.
SUISSE. — Théodore de Saussure.
BELGIQUE. — Vervoort, ancien président de la chambre des représentants à Bruxelles.
— Slingeneyer, artiste peintre, membre de l'académie royale de Belgique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BELGIQUE. — De Laveleye, membre de l'académie royale de Belgique.
DANEMARK. — L. Frœlich, peintre d'histoire.
PORTUGAL. — Le marquis de Penafiel, pair du royaume.
PAYS-BAS. — W. Roelofs, peintre.
— G. Stortenbeker.
FRANCE. — Baudry, membre de l'académie des beaux-arts.
— Bouguereau, membre de l'académie des beaux-arts.
— Cabanel, membre de l'académie des beaux-arts.
— Gérome, membre de l'académie des beaux-arts.
— Hébert, membre de l'académie des beaux-arts.
— Lehmann, membre de l'académie des beaux-arts.
— Robert-Fleury, membre de l'académie des beaux-arts.
— Bonnat, artiste peintre.
— Boulanger, artiste peintre.
— Jules Breton, artiste peintre.
— Delaunay, artiste peintre.
— Leloir, artiste peintre.
— Jalabert, artiste peintre.
— Maurice Cottier, membre du conseil supérieur des beaux-arts.
— Laurens, artiste peintre.
— Reiset, directeur des musées nationaux.
— Hesse, membre de l'académie des beaux-arts.
— Vicomte de Tauzia, conservateur des peintures du musée du Louvre.
— Gruyer, membre de l'Académie, inspecteur des beaux-arts.
Suppléant. — Henner, inspecteur des beaux-arts.

2e SECTION.

CLASSE 3. — *Sculptures et gravures sur médailles.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — W. Calder Marshall, R. A.
ITALIE. — Le Commandeur Monteverde, sculpteur.
AUTRICHE-HONGRIE. — Charles Kundmann, sculpteur.
BELGIQUE. — Fraikin, membre de l'académie royale de Belgique.
FRANCE. — Chapu, sculpteur.
— *Guillaume, membre de l'académie des beaux-arts.
— Dubois (Paul), sculpteur.
— Cavelier, membre de l'académie des beaux-arts.
Suppléant. — Millet (Aimé), sculpteur.

3e SECTION.

CLASSE 4. — *Dessins et modèles d'architecture.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Charles Barry, F. S. A. P. R. J. B. A.
ITALIE. — Le commandant Basile, professeur d'architecture à l'université de Palerme.
AUTRICHE-HONGRIE. — Le chevalier Henri de Ferstel, conseiller supérieur des travaux publics à Vienne.
ÉGYPTE. — Mariette-Bey, membre de l'Institut, commissaire général de l'Egypte.
PAYS-BAS. — N...
FRANCE. — Ballu, membre de l'académie des beaux-arts.
— Duc, membre de l'académie des beaux-arts.
— Lefuel, membre de l'académie des beaux-arts.
— Bœswilwald, inspecteur général des monuments historiques.
— Vaudremer, architecte.
Suppléant. — Ginain, architecte.

4e SECTION.

CLASSE 5. — *Gravures et lithographies.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Gibson Craig, esq.
ÉTATS-UNIS. — Joseph K. Riggs.
PAYS-BAS. — H. J. Burgers, artiste peintre.
FRANCE. — Vicomte Delaborde, secrétaire perpétuel de l'académie des beaux-arts.
— Gatteaux, membre de l'académie des beaux-arts.
— Henriquel, membre de l'académie des beaux-arts.
Suppléant. — Chauvel, lithographe.

GROUPE II. — Éducation et enseignement. — Matériel et procédés des arts libéraux.

FRANCE. — Simon (Jules), sénateur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉTATS-UNIS. — N.... 1er vice-président.
FRANCE. — Delisle (Léopold), directeur et administrateur général de la Bibliothèque nationale.
— de Fallois, avocat.
— Maze (H.), professeur de géographie et d'histoire au lycée Fontanes.
— Vergé (Charles), auditeur au conseil d'Etat.
— Claude Lafontaine, ancien élève de l'Ecole polytechnique.

CLASSE 6. — *Éducation de l'enfant; enseignement primaire; enseignement des adultes.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES.— Sir Charles Reed, chairman of London School Board.
SUÈDE ET NORWÈGE. — A. Abrahamson, propriétaire.
ITALIE. — Martini, député.
JAPON. — Kouki.
AUTRICHE-HONGRIE. — Emeric Békey, conseiller municipal de Budapest.
SUISSE. — Wettstein, directeur des séminaires.
BELGIQUE. — Sauveur, directeur général de l'instruction publique à Bruxelles.
PAYS-BAS. — W. J. A. Jonckbloet, docteur ès lettres.
FRANCE. — Brouard, inspecteur de l'instruction primaire.
— Buisson, ancien inspecteur primaire de la Seine.
— Cougny, inspecteur de l'enseignement du dessin.
— Dubail, ancien maire.
— Lévêque (Charles), membre de l'Institut.
— Schwaëblé, directeur à l'école supérieure de commerce.
Suppléants. — Aubry-Vitet, conseiller général.
— Bergé, inspecteur de l'enseignement primaire.
— Dethomas, conseiller général.

CLASSE 7. — *Organisation et matériel de l'enseignement secondaire.*

ETATS-UNIS.— John D. Philbrick, L. L. D., ancien intendant en chef de l'instruction publique de la ville de Boston.
ITALIE. — Luzzatti, député.
AUTRICHE-HONGRIE.— Le docteur Alexandre Bauer, professeur à l'Ecole polytechnique de Vienne.
BELGIQUE. — Alvin, membre de l'académie royale de Belgique.
FRANCE. — Chasles (Emile), inspecteur général des langues vivantes.
— Dubief, directeur de l'institution libre de Sainte-Barbe.
— Duruy, ancien ministre.
— Godard, directeur de l'école Monge.
Suppléants. — Quet, inspecteur général de l'instruction publique.
— Salvandy (de), ancien député.

CLASSE 8. — *Organisation, méthode et matériel de l'enseignement supérieur.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Lord Reay.
SUÈDE ET NORWÈGE. — O. Torel, chef du service géologique en Suède.
RUSSIE. — De Saint-Hilaire, directeur de l'école normale de Saint-Pétersbourg.
SUISSE. — Rambert, professeur à Zurich.
PORTUGAL. — A. A. d'Aguiar, président de la 1re classe de l'académie royale des sciences de Lisbonne.
PAYS-BAS. — John van den Broek d'Obrenan.
FRANCE. — Bert (Paul), député.
— Boutmy, directeur de l'école libre des sciences politiques.
— Bréal, membre de l'institut.
— Lacaze (Louis), député.
— Henrichs, professeur à la faculté de Lyon.
— Laboulaye, sénateur.
— Milne-Edwards, membre de l'Institut.
Suppléants. — Beudant, professeur à la faculté de droit.
— Fournier (Félix), membre de la commission des échanges internationaux.

CLASSE 9. — *Imprimerie; librairie.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — John Leighton, Esq. F. S. A., M. R. I.
ETATS-UNIS. — Henry Stevens.
ESPAGNE. — Francisco Coëllo.
AUTRICHE-HONGRIE. — Maurice Chevalier de Gerold, imprimeur à Vienne.
— Sigismond Falk, directeur de la société d'imprimerie à Budapest.
BELGIQUE. — Jamar, membre de la chambre des représentants.
DANEMARK. — J. J. Hansen, rédacteur en chef de l'*Europe diplomatique.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PAYS-BAS. — A. P. H. Obreen.
FRANCE. — Germer-Baillère, membre du conseil général de la Seine.
— Hauréau, directeur de l'imprimerie nationale.
— Martinet, imprimeur-éditeur.
— Masson (Georges), ancien président du cercle de la librairie.
— Gauthier-Villars, libraire du bureau des longitudes et de l'Observatoire.
— Rothschild (le baron James-Edouard), bibliophile.
Suppléants. — Gasté, imprimeur-lithographe.
— Noël Parfait, député.

CLASSE 10. — *Papeterie, reliure; matériel des arts de la peinture et du dessin.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — N...
ETATS-UNIS. — Charles C. Fulton.
ITALIE. — Le chevalier Cesare Avondo.
AUTRICHE-HONGRIE. — Edouard Musil, directeur central de la fabrique de papier de Neusiedl.
PAYS-BAS. — N...
FRANCE. — Bécoulet, président de l'Union des fabricants de papiers.
— Havard (père).
— Laroche-Joubert (A.), député.
— Haro, restaurateur de tableaux.
Suppléants. — Engel (père), relieur.
— Vacquerel (Eugène), fabricant de cartons.

CLASSE 11. — *Application usuelle des arts du dessin et de la plastique.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — E. J. Poynter, esq. R. A., director for art, South Kensington Museum.
AUTRICHE-HONGRIE. — Camille Sitte, directeur de l'école impériale et royale des métiers de Salzbourg.
SUISSE. — Stettler, architecte à Berne.
BELGIQUE. — De Somer van Genechten, membre de la commission belge, industriel à Turnhout.
FRANCE. — Chapelain, graveur en médailles.
— Denuelle (Alexandre), peintre décorateur.
— Stern, graveur.
Suppléants. — Nuitter (C. H.), archiviste de l'Opéra.
— Guichard, membre du Jury de 1867.

CLASSE 12. — *Epreuves et appareils de photographie.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — N...
ETATS-UNIS. — N...
AUTRICHE-HONGRIE. — Frédéric Luckhardt, photographe de la cour impériale et royale à Vienne.
— Louis Lechner, commissaire adjoint de Hongrie.
RUSSIE. — Levitzki, photographe.
PAYS-BAS. — J. J. van Kerkwyk, membre de la seconde chambre des Etats généraux des Pays-Bas.
FRANCE. — Davanne, président de la société de photographie.
— Héliand (René, comte d').
— Martin (Ad.), professeur de physique.
Suppléant. — Franck de Villecholle, professeur à l'Ecole centrale.

CLASSE 13. — *Instruments de musique.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — John Stainer, esq. mus. doc.
ETATS-UNIS. — Fréd. A. Post.
ESPAGNE. — Mariano Soriano Fuentes.
AUTRICHE-HONGRIE. — Docteur Hanslick, conseiller du gouvernement I. R.
— François Liszt, compositeur et pianiste.
SUISSE. — Oscar Hegar.
BELGIQUE. — Gevaert, directeur du conservatoire royal de musique de Bruxelles.
FRANCE. — Lecoupey, professeur au Conservatoire de musique.
— Chouquet (Gustave), directeur du musée du Conservatoire national de musique.
— J. Armingaud, professeur de violon.
— Reber, membre de l'Institut.
— Vervoitte, inspecteur général des maitrises de France.
Suppléants. — Gallay (Jules), adjoint au maire du 8me arrondissement.
— Thibouville-Lamy, fabricant d'instruments.

CLASSE 14. — *Médecine, hygiène et assistance publique.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Professeur Lister, F. R. S.
ETATS-UNIS. — Le docteur Thomas W. Evans.
ITALIE. — Le docteur Bertani, député.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SUISSE. — Le docteur Albert Vogt, professeur à Berne.
BELGIQUE. — Hairion, président de l'académie royale de médecine.
FRANCE — Docteur Béclard, professeur à la faculté de médecine de Paris.
— Docteur Lefort, chirurgien de l'hôpital Beaujon.
— Docteur Trélat fils, chirurgien à l'hôpital de la Charité.
— Docteur Vulpian, doyen de la faculté de médecine de Paris.
Suppléants. — Richet, professeur à la faculté de médecine.
— Roussel (Th.), député.

CLASSE 15. — *Instruments de précision.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Lord Lindsay, M. P.
SUÈDE ET NORWÈGE. — Docteur O. J. Broch, professeur de mathématiques à l'Université de Christiania.
ITALIE. — Le professeur Giuseppe Colombo.
AUTRICHE-HONGRIE. — Docteur Ernest de Fleischl, professeur suppléant privé de l'université de Vienne.
SUISSE. — Louis Soret, professeur à Genève.
FRANCE. — Cornu, professeur de physique à la faculté des sciences.
— Laussedat, colonel du génie.
— Commandant Mouchez, membre de l'Institut.
— Commandant Perrier, membre du bureau des longitudes.
Suppléant. — Bardoux père, ancien juge au tribunal de commerce.

CLASSE 16. — *Cartes et appareils de géographie et de cosmographie.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Docteur Selwyn, F. R. S. F. G. S., director of the geological survey of Canada.
SUÈDE ET NORWÈGE. — Docteur Th. Kjerulf, professeur de minéralogie à l'Université de Christiania.
SUISSE. — Le colonel fédéral Sigfried.
FRANCE. — Fuchs, ingénieur des mines.
— Grandidier (Alfred), voyageur et publiciste.
— Himly, professeur de géographie à la faculté des lettres de Paris.
FRANCE. — Bugnot, colonel d'état-major.
Suppléants. — Germain, ingénieur hydrographe.
— Maunoir, secrétaire général de la Société de géographie.

GROUPE III. — Mobilier et accessoires.

FRANCE. — Duval (Ferdinand), préfet de la Seine, président.
SUISSE. — N.... 1er vice-président.
FRANCE. — Dieterle, directeur de la manufacture nationale de Beauvais.
— Lix, chef du 3e et du 4e groupe, à l'Exposition universelle de 1878.
— Reynaud (Joseph), secrétaire de la 3e commission.
— Thurneyssen, attaché au cabinet de M. le commissaire général.

CLASSE 17. — *Meubles à bon marché et meubles de luxe.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Montague Guest, Esq.
ÉTATS-UNIS. — Thomas B. Oakley.
ITALIE. — Di Bartolo, professeur d'archéologie.
AUTRICHE-HONGRIE. — Bernard Ludwig, ébéniste de la cour impériale et royale de Vienne.
RUSSIE. — F. Meltzer, fabricant à Saint-Pétersbourg.
SUISSE. — Julius Stadler, professeur à Zurich.
BELGIQUE. — E. Romberg, directeur général honoraire au ministère de l'intérieur.
DANEMARK. — Le professeur V. Dahlerup, architecte.
PAYS-BAS. — W. O. F. van Oudheusden, docteur en droit.
FRANCE. — Rochambeau (marquis de).
— Grohé, membre du jury en 1867.
— Lemoine (H.), fabricant.
— Heuzey, professeur à l'école des beaux-arts.
— Damon (aîné), fabricant de meubles.
Suppléant. — Guéret (aîné), sculpteur sur bois.

CLASSE 18. — *Ouvrages du tapissier et du décorateur.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — J. Hunter Donaldson, Esq.
ITALIE. — Le comte D. Finocchietti.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AUTRICHE-HONGRIE. — Frédéric Kœnig, architecte à Vienne.
FRANCE. — Duplan.
— Tronquois, architecte.
Suppléant. — Allelix, manufacturier à Beauvais.

CLASSE 19. — *Cristaux, verrerie et vitraux.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — N...
ITALIE. — N...
ESPAGNE. — S. Exc. le comte de Mathian.
AUTRICHE-HONGRIE. — Louis Lobmeyr, fabricant de verreries de la cour impériale de Vienne.
BELGIQUE. — Lambert, membre de la chambre des représentants.
FRANCE. — Richarme, député.
— Marie, directeur du dépôt de la cristallerie de Saint-Louis.
— Didron, fabricant de vitraux peints.
— Biver, directeur général de la manufacture de glaces de Saint-Gobain-Chauny.
Suppléants. — Dubois, maire du 10e arrondissement.
— Maës (fils), fabricant de cristaux.

CLASSE 20. — *Céramique.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Augustus W. Franks, esq. F. R. S. F. S. A.
SUÈDE ET NORWÈGE. — P. F. Clève, professeur à l'Université d'Upsal.
ITALIE. — Le docteur Felice Bernabei.
CHINE. — Adolphe Moreau.
JAPON. — Kawara.
ESPAGNE. — Francisco Tubino, de l'académie des beaux-arts de Madrid.
AUTRICHE-HONGRIE. — S. Exc. le comte Wladimir Dzieduszycki, conseiller intime de S. M. I.-R. Apost.
— Le chevalier Charles de Posner, fabricant à Budapest.
BELGIQUE. — Lambert, ingénieur des mines.
DANEMARK. — C. C. Peters, professeur à l'académie royale des beaux-arts.
PERSE, SIAM, MAROC, TUNISIE, ANNAM. — Charles Barriat, artiste peintre.
FRANCE. — Robert, administrateur de la manufacture nationale de Sèvres.
— * De Luynes (Victor), professeur au conservatoire des arts et métiers.
— * Salvetat, chef des travaux chimiques à la manufacture de Sèvres.
FRANCE. — Peullier, membre de la commission des valeurs en douane.
— Dubouchet (A.), directeur des beaux-arts à Limoges.
— Millet, chef des fours et pâtes à la manufacture de Sèvres.
— Barluet, gérant des faïenceries de Creil et de Montereau.
— Journault, député.
Suppléant. — Rousseau, négociant en faïences d'art.

CLASSE 21. — *Tapis, tapisseries et autres tissus d'ameublement.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Vincent Robinson, esq.
ESPAGNE. — S. Exc. le marquis de Guadalmina.
PERSE, SIAM, MAROC, TUNISIE, ANNAM. — H. Hermann, vice-consul de Perse à Paris.
PAYS-BAS. — Prosper van den Broek d'Obrenan.
FRANCE. — Darcel, administrateur de la manufacture des Gobelins.
— Croué, négociant, juge au tribunal de commerce.
— Mourceau, fabricant de tissus d'ameublement.
Suppléants. — Sallandrouze de Lamornay, manufacturier.
— Dupont, manufacturier.

CLASSE 22. — *Papiers peints.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Christopher Dresser esq. Ch. D. F. L. S.
FRANCE. — Delicourt, ancien président du conseil des prud'hommes.
— Leroy (Isidore), membre du conseil des prud'hommes.
Suppléants. — Courtat, fabricant de papiers peints.

CLASSE 23. — *Coutellerie.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — F. J. Mappin, esq. mayor of Sheffield.
FRANCE. — Parisot, orfèvre, fabricant de coutellerie.
Suppléant. — Piault (Jules).

CLASSE 24. — *Orfévrerie.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Professor Archer, F. R. S. E., director of the Museum of science and art, Edinburg.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SUÈDE ET NORWÈGE. — Le major J. A. G. Bjorkman, directeur de l'école industrielle de Stockholm.
ETATS-UNIS. — N...
RUSSIE. — F. Chopin, membre du conseil du commerce et des manufactures.
PAYS-BAS. — Herman den Kate.
FRANCE. — L. Falize fils, bijoutier en or.
— Bachelet, père, ancien fabricant d'orfévrerie religieuse.
— Roussel père, orfèvre, coutellier.
— Veyrat, père, ancien juge au tribunal de commerce.
Suppléant. — Fray, orfèvre.

CLASSE 25. — *Bronzes d'art, fontes d'art diverses, métaux repoussés.*

CHINE. — Henri Gernuschi.
ESPAGNE. — Joaquin Togores y Fabregas, officier général du génie maritime.
AUTRICHE-HONGRIE. — Frédéric Spitzer, à Paris.
RUSSIE. — N. Stange, conseiller de commerce.
BELGIQUE. — Schoy, professeur à l'académie des beaux-arts d'Anvers.
FRANCE. — Paillard (Victor), fabricant de bronze, maire du 3e arrondissement.
— Servant (G.).
— Ranvier, fabricant de zinc et bronze d'art.
— Durenne, fabricant de fonte d'art.
— Gagneau, membre de la commission des valeurs en douane.
Suppléant. — Piat, sculpteur-statuaire.

CLASSE 26. — *Horlogerie.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — N....
ETATS-UNIS. — Thomas W. Knox.
SUISSE. — Le professeur docteur Hirch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel.
— J.-B. Granjean.
FRANCE. — Chopard, directeur de l'école d'horlogerie, à Besançon.
— Japy (Emile), manufacturier.
— Redier, fabricant.
— Saunier (Claudius), ancien professeur d'horlogerie.
Suppléant. — Savoye (Ch.), fabricant de montres.

CLASSE 27. — *Appareils et procédés de chauffage et d'éclairage.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Docteur Angus Smith, F. R. S.
ETATS-UNIS. — James W. Tucker.
SUÈDE ET NORWÈGE. — A. W. Ewert, professeur à l'école industrielle Chalmœr, à Gothembourg.
RUSSIE. — Prokhoroff, ingénieur civil.
BELGIQUE. — Barlet, ingénieur.
FRANCE. — Payn, administrateur de la Compagnie parisienne du gaz.
— Muller (Emile), ingénieur, professeur à l'école centrale des arts et manufactures.
— Hurez (Paul-Félix), fabricant d'appareils de chauffage.
Suppléants. — Chabrié aîné.
— Servier (E.).
— Luchaire, fabricant d'appareils d'éclairage.

CLASSE 28. — *Parfumerie.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — N....
PERSE, SIAM, MAROC, TUNISIE, ANNAM. — Th. Benilan.
FRANCE. — Riche, professeur à l'Ecole de pharmacie.
— Piver, parfumeur.
Suppléant. — Guerlain, parfumeur.

CLASSE 29. — *Maroquinerie, tabletterie et vannerie.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Frédéric Hankey, esq.
AUTRICHE-HONGRIE. — Ed. Eanitz, négociant-commissionnaire à Vienne.
SUISSE. — Kiefer-Baer.
BELGIQUE. — De Grelle, ancien commissaire du gouvernement à l'Exposition de Londres, en 1862.
FRANCE. — Badoulleau-Levillain.
— Dupont, manufacturier à Beauvais.
— Brochard.
Suppléants. — Rennes, fabricant.
— Barbier, ancien chef d'atelier à l'institution nationale des sourds-muets.

GROUPE. IV. — Tissus, vêtements et accessoires.

AUTRICHE-HONGRIE. — Le baron Charles d'Offermann, fabricant.
FRANCE. — Feray, sénateur, 1er vice-président.
DANEMARK. — N..., 2e vice-président.
FRANCE. — Casimir Berger, membre de la commission des valeurs en douane.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FRANCE. — Ponnier, membre de la commission des valeurs.
— Henry Vergé, attaché à la direction des secfaires étrangères.

CLASSE 30. — *Fils et tissus de coton.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES.— Malcom Ross, esq.
SUÈDE ET NORWÈGE.— C. H. Lundstrom, fabricant.
ESPAGNE. — S. Exc. le marquis de Valmar.
AUTRICHE-HONGRIE. — Ed. de Portheim, fabricant à Prague.
RUSSIE. — Waren, fabricant de cotonnades (Finlande).
SUISSE. — Rieter-Fenner.
BELGIQUE. — Hosten, industriel à Gand.
LUXEMBOURG, SAINT-MARIN, MONACO, VAL D'ANDORRE.— Georges Pugh,secrétaire-général de la commission de la république d'Andorre.
PAYS-BAS. — G. Oyens.
FRANCE. — Lemaire (Eug.), filateur à Rouen.
— Waddington, manufacturier.
— Besselièvre, président de la société industrielle de Rouen.
— Rousseau, président de la société industrielle de Saint-Quentin.
— Thiriez, filateur à Lille (Nord).
— Godde, manufacturier à Tarare (Rhône).
— Boigeol-Japy (Ch.), manufacturier à Giromagny (Haut-Rhin).
— Carcenac, ancien négociant, maire du 2e arrondissement.
Suppléant. — Journé, négociant.

CLASSE 31. — *Fils et tissus de lin, de chanvre, etc.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — William Quartus Ewart, esq.
ESPAGNE. — S. Exc. Juan del Peral, ex-secrétaire d'Etat de S. M. la reine Isabelle II.
AUTRICHE-HONGRIE. — Robert Siegl, membre de la chambre de commerce d'Olmutz.
RUSSIE. — Iliine, professeur à l'institut technologique à Saint-Pétersbourg,
BELGIQUE. — Camille Devos, industriel à Courtray.
FRANCE. — Max-Richard, manufacturier.
— Laniel (Eug.), manufacturier à Vimoutiers et Lisieux.
— * Magnier, négociant.
— Leblanc, manufacturier.
Suppléants. — Saint (Charles), fabricant.
— Simonnot-Godard, manufacturier.

CLASSE 32. — *Fils et tissus de laine peignée.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Henry Mitchell, esq., président de la chambre de commerce de Bradford.
ESPAGNE. — Hilario Nava y Cabeda.
RUSSIE. — Kleiber, conseiller de manufacture à Saint-Pétersbourg.
BELGIQUE.— G. Mullendorff, industriel à Verviers.
DANEMARK. — L. J. Groen, vice-président de la commission royale de Danemark.
ETATS DE L'AMÉRIQUE CENTRALE ET MÉRIDIONALE. — Joseph Leroy, commissionnaire exportateur.
FRANCE. — Dauphinot, sénateur.
— Kœchlin-Schwartz, manufacturier.
— Delattre (Jules), manufacturier à Dorigny, près Douai (Nord).
— Bossut (Henry), président du tribunal de commerce de Roubaix.
— Legrand, fabricant.
— Boca (Paul), manufacturier à Saint-Quentin.
Suppléants. — Warnier, ancien député, à Reims.
— Bonnaud, commissionnaire.

CLASSE 33. — *Fils et tissus de laine cardée.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — C.-E. Bousfield.
— N....
SUÈDE ET NORWÈGE. — J. Lenning, fabricant.
ESPAGNE. — Enrique Guillen.
AUTRICHE-HONGRIE. — Le chevalier Gustave de Scholler, fabricant de tissus de laine à Brunn.
RUSSIE. — Le baron Zachert, fabricant à Bialostock.
BELGIQUE. — Grandjean-Chapuis, industriel à Verviers.
PORTUGAL. — A. d'Almeida Santos, négociant.
PAYS-BAS. — J. H. A. Diepen, président de la chambre de commerce de Tilbourg.
FRANCE. — Baudoux-Chesnon, membre de la commission des valeurs en douane.
— Pepin, manufacturier à Orléans.
— Blin, manufacturier à Elbœuf.
— Balsan, ancien député.
— Cormouls-Houlès, manufacturier à Mazamet.
— Prat (Ed.), manufacturier à Vienne.
— Cunin-Gridaine, sénateur, manufacturier à Sedan.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FRANCE. — Danet (Georges), manufacturier à Louviers.
— Labadié, député, négociant.
Suppléant.— Talamon (Félix), membre de la commission des valeurs en douane.

CLASSE 34. — *Soie et tissus de soie.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — W. H. Clabburn, esq.
ITALIE.— Bozzotti Cesare, conseiller communal de Milan.
CHINE. — Prosper Giquel.
ESPAGNE. — S. Exc. Angel Vallejo de Miranda.
AUTRICHE-HONGRIE. — Adolphe Wiesenburg, conseiller impérial.
RUSSIE. — J. Marix, correspondant du conseil du commerce et des manufactures.
SUISSE. — Meyer-Burkly.
PERSE, SIAM, MAROC, TUNISIE, ANNAM. — Baron Alquier, capitaine de frégate.
PORTUGAL. — Francisco Antonio de Vasconcellos, chef de division au ministère des travaux publics, à Lisbonne.
FRANCE. — Raimbert (Jules), membre de la commission des valeurs en douane.
— Person, membre de la commission officielle pour le développement du commerce extérieur.
— Marcilhacy, négociant.
— Mathevon, manufacturier.
— Colcombet, président de la chambre de commerce de Saint-Etienne.
— Boudon (Louis), filateur à Uzès.
— * Rondot (Natalis), délégué de la chambre de commerce de Lyon.
— Vatin, ancien fabricant.
Suppléants. — Rhodé, négociant.
— Louvet (Eugène), fabricant.

CLASSE 35. — *Châles.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Edward Prinsep, esq.
FRANCE. — Gaussen (Maxime), ancien fabricant.
Suppléant. — Hussenot, ancien juge au tribunal de commerce.

CLASSE 36. — *Dentelles, tulles, broderies et passementeries.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Thomas-Isaac Birkin, esq.
SUÈDE ET NORWÈGE. — C. Arnberg, fabricant.
ESPAGNE. — S. Exc. le duc de Banos.
AUTRICHE-HONGRIE. — Charles Drachsler, passementier de la cour impériale et royale de Vienne.
SUISSE. — Steiger-Meyer.
BELGIQUE. — Duhayon, membre de la commission belge.
FRANCE. — Aubry (Félix), ancien membre de la chambre de commerce.
— Flaxland, membre de la commission des valeurs en douane.
— William-Cliff, manufacturier à Saint-Quentin.
— Biais, fabricant.
— Cordier, membre de la chambre consultative de Calais.
Suppléant. — Louvet, fabricant.

CLASSE 37. — *Articles de bonneterie et de lingerie; objets accessoires du vêtement.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Robert Walker Smith esq.
AUTRICHE-HONGRIE. — Max Stiasny, fabricant de gants, à Vienne.
SUISSE. — Blumer-Egloff.
FRANCE. — Hayem, membre du jury en 1867.
— Hartog, fabricant.
— Courvoisier, juge au tribunal de commerce.
Suppléants. — Buxtorff (Emmanuel), manufacturier à Troyes.
— Gruyer, père.
— Tarbouriech-Nadal, commissionnaire.

CLASSE 38. — *Habillements des deux sexes.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Josiah Boothby, esq. commissaire spécial exécutif de l'Australie du Sud.
ETATS-UNIS. — Anthony Van Bergen.
AUTRICHE-HONGRIE. — Charles Rath, fabricant de chapeaux de paille, député.
— Maurice Pollak, conseiller impérial, fabricant à Vienne.
RUSSIE. — Mazourine, fabricant à Moscou.
SUISSE. — Jean Isler-Cabezas.
BELGIQUE. — Pavoux, industriel à Molenbeck-Saint-Jean.
FRANCE. — Bessand, ancien juge au tribunal de commerce.
— Bouillet, fabricant, juge au tribunal de commerce.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FRANCE.—Levois, membre de la chambre de commerce.
— Haas, fabricant.
Suppléants. — Muzet, membre du conseil des prud'hommes.
— Armand-Dumaresq, artiste peintre.

CLASSE 39. — *Joaillerie et bijouterie.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — R. Phillips, esq.
ITALIE. — Alexandro Castellani, archéologue.
AUTRICHE-HONGRIE. — J. C. Klinkosch, orfèvre à Vienne.
SUISSE. — Jacques Rossel.
PAYS-BAS. — Chevalier C. Hartsen, membre du conseil d'Etat des Pays-Bas.
FRANCE. — Fontenay, membre de la chambre de commerce.
— Héricé, négociant.
— Martial-Bernard, fabricant.
— Bapst (Alfred), ancien juge au tribunal de commerce.
Suppléants. — Piel.
— Vever, juge au tribunal de commerce.

CLASSE 40. — *Armes portatives; chasse.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — W. H. Russel, Esq. LL. D.
ETATS-UNIS. — Général J.-H. van Alen.
SUÈDE ET NORWÈGE.— Capitaine G. Blix, directeur des manufactures d'armes du royaume.
ESPAGNE. — Jean-Manuel Marin, colonel du génie de l'armée espagnole.
BELGIQUE. — J. Ancion, membre de la commission belge, industriel à Liége.
FRANCE. — Rouart, ingénieur constructeur.
— Fouquier, secrétaire général du conseil d'Etat.
Suppléants. — Gérest, fabricant.

CLASSE 41. — *Objets de voyage et de campement.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Colonel Reilly, R. A. C. B.
FRANCE. — * Goulier, colonel du génie.
Suppléant. — Sriber, manufacturier.

CLASSE 42. — *Bimbeloterie.*

FRANCE. — Rossolin, commissionnaire.
Suppléant. — Dessein, ancien fabricant.

GROUPE V. — Industries extractives. Produits bruts et ouvrés.

BELGIQUE. — M. Victor Tesch, ministre d'Etat.
FRANCE. — Frémy, membre de l'Institut.
SUÈDE ET NORWÈGE. — K. Styffe, directeur général.
— De La Massuë Marcel, attaché au ministère de la Marine et des colonies.
— Simonin (L.) ingénieur des mines.
— Bérard, ingénieur des mines.
— Kermengant, ingénieur des mines.

CLASSE 43. — *Produits de l'exploitation des mines et de la métallurgie.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — J. Lowthian Bell, esq. M. P. F. R. S.
— Profess. Warington Smyth, M. A. F. R. S.
ETATS-UNIS. — Professeur W. P. Blake.
— Professeur Henry B. Nason.
SUÈDE ET NORWÈGE. — A. R. Akerman, professeur à l'école supérieure technique.
ITALIE. — Axerio, ingénieur.
AUTRICHE-HONGRIE. — Le baron François de Wertheim, fabricant d'outils de la cour impériale et royale, à Vienne.
— Guillaume Zsigmondy, député à Budapest.
RUSSIE. — Jonés Sponville, ingénieur des mines.
BELGIQUE. — Bouhy, directeur de la Nouvelle-Montagne, à Liége.
— Dupret (Charles), industriel à Charleroi.
GRÈCE. — A. Cordellas, commissaire.
ETATS DE L'AMÉRIQUE CENTRALE ET MÉRIDIONALE. — De Artola, consul et commissaire délégué de Bolivie.
PORTUGAL. — H. Temple Ellicott, ingénieur des mines.
ESPAGNE. — Daniel Cortazar.
FRANCE. — Général Frébault, sénateur.
— Lebasteur, ancien ingénieur des constructions navales.
— Jordan, professeur de métallurgie à l'école centrale des arts et manufactures.
— Martelet, ingénieur en chef des mines.
— Adolphe Japy, gérant de la maison Japy frères et comp.
— * Cailletet, maître de forges, à Châtillon.
— Limet, fabricant de limes, à Cosne (Nièvre).
— Boutmy, maître de forges à Carignan (Ardennes).
— * Debray, essayeur à la garantie de l'Etat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FRANCE. — Friedel, conservateur des collections de minéralogie à l'école des mines.
— Barroin, ingénieur.
Suppléants. — Coignet (Charles), ingénieur civil.
— Zeiler, ingénieur.
— Flobert, quincailler.
— Hallot (Ch.).

CLASSE 44. — *Produits des exploitations et des industries forestières.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Colonel Pearson.
SUÈDE ET NORWÈGE. — J. Heftye, banquier à Christiania.
Italie. — G. C. Simeoni, inspecteur des forêts.
AUTRICHE-HONGRIE. — Le docteur Guillaume F. Exner, conseiller du gouvernement.
— Albert de Bedo, conseiller supérieur royal-hongrois des forêts.
RUSSIE. — De Linder, propriétaire.
ETATS DE L'AMÉRIQUE CENTRALE ET MÉRIDIONALE. — Gaston Menier, fils.
FRANCE. — Rebattu, propriétaire-forestier en Algérie.
— Moreau (Erédéric), ancien juge au tribunal de commerce de la Seine.
— Ravaut, ancien négociant.
— Tassy, professeur à l'institut agronomique de Paris.
— Grandeau, professeur à l'école forestière.
Suppléant. — Berthon, fabricant de bouchons de liége.

CLASSE 45. — *Produits de la chasse; produits, engins et instruments de la pêche et des cueillettes.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Marquis de Huntly.
SUÈDE ET NORWÈGE. — Docteur F. C. Schübeler, professeur de botanique à l'université de Christiania.
ETATS DE L'AMÉRIQUE CENTRALE ET MÉRIDIONALE. — Crisanto Medina, ministre du Guatemala.
FRANCE. — Servant, négociant.
— Déséglise, négociant.
Suppléant. — Robillard, fabricant d'engins de pêche.

CLASSE 46. — *Produits agricoles non alimentaires.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — J. G. Mackensie, of Kintail.
ÉTATS-UNIS. — Ashbel Smith.
ITALIE. — B. G. A. Angeloni, député.
ESPAGNE. — S. Exc. le comte de Banuelos, sénateur.
AUTRICHE-HONGRIE. — David Abrahamovicz, propriétaire foncier.
— Sigismond de Bohus, député et propriétaire, à Budapest.
RUSSIE. — Philibert, propriétaire (Nouvelle-Russie).
ETATS DE L'AMÉRIQUE CENTRALE ET MÉRIDIONALE. — Philippe Aubé, président de la chambre de commerce d'Elbeuf.
PAYS-BAS. — N...
FRANCE. — Borie (Victor), membre de la société centrale d'agriculture de France.
— Bernier.
— Vilmorin, ancien juge suppléant au tribunal de commerce de la Seine.
— Cousté, directeur de la manufacture nationale des tabacs.
Suppléant. — Cély, membre du conseil général d'Oran.

CLASSE 47. — *Produits chimiques et pharmaceutiques.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Professeur Roscoe, F. R. S.
ETATS-UNIS. — Professeur W. H. Chandler.
SUÈDE ET NORWÈGE. — L. Mourad-Krohn, pharmacien à Bergen.
ITALIE. — Alphonso Cossa, professeur.
AUTRICHE-HONGRIE. — Michel Matscheko, président de la société industrielle pour la Basse-Autriche.
RUSSIE. — Beilstein, professeur à l'institut technologique de Saint-Pétersbourg.
SUISSE. — Piccard, professeur à Bâle.
BELGIQUE. — P. Dewilde, professeur à l'école militaire de Bruxelles.
DANEMARK. — V. Jœrgensen, fabricant de produits chimiques à Oeresund, près Copenhague.
ETATS DE L'AMÉRIQUE CENTRALE ET MÉRIDIONALE. Torrès-Caïcedo, ministre du Salvador à Paris.
PORTUGAL. — R. D. Silva, membre de l'académie des sciences de Lisbonne.
PAYS-BAS. — Serrurier.
FRANCE. — Berthelot, membre de l'Institut.
— Fourcade, ancien manufacturier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FRANCE.—Chiris (Léon), député des Alpes-Maritimes.
— Lauth, chimiste.
— * Troost, professeur de chimie à la faculté des sciences.
— Schlœsing, direecteur de l'école d'application des manufactures de l'Etat.
— Jules François, inspecteur général des mines.
— Ferrand.
— Guibal, vice-président, de la chambre de commerce.
— Renard, manufacturier de produits chimiques, à Marseille.
— Chevalier-Escot, fabricant de produits chimiques, à Orléans.
Suppléants. — Ph. de Clermont, directeur-adjoint du laboratoire de chimie, à la Sorbonne.
— Jungfleisch, professeur à l'école de pharmacie, à Paris.
— Boude, raffineur de soufre, à Marseille.

CLASSE 48. — *Procédés chimiques de blanchiment, de teinture, d'impression et d'apprêt.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Professeur Williamson. M. D. F. R. S.
SUISSE. — Emmanuel Meyer.
BELGIQUE. — Chandelon, professeur à l'Université de Liége.
FRANCE. — Decaux (Ch.), sous-directeur des teintures aux Gobelins.
— Weiss, fabricant de tissus imprimés.
— * Schutzenbenger, professeur de chimie minérale au collége de France.
Suppléants. — Blanche, manufacturier, maire de Puteaux (Seine).
— Persoz fils, directeur de la condition des soies.
— Francillon (Jules), teinturier.

CLASSE 49. — *Cuirs et peaux.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — David Richardson, esq.
ETATS-UNIS. — Adolphe H. Reitlinger.
ITALIE.— Sébastien de Luca, professeur de chimie.
AUTRICHE-HONGRIE. — Frédéric Suess, fabricant et député à Sechshaus.
RUSSIE.— Lopatine, fabricant à Saint-Pétersbourg.
SUISSE. — Ernest Mercier.
BELGIQUE.—Verboeckhoven, industriel à Bruxelles.
ETATS DE L'AMÉRIQUE CENTRALE ET MÉRIDIONALE. — Eugène Thirion, consul du Venezuela à Paris.
LUXEMBOURG, SAINT-MARIN, MONACO, VAL D'ANDORE. — A. Omlor.
FRANCE. — Marteau, juge au tribunal de commerce de la Seine.
— Herrenschmidt, tanneur.
— Prévost, manufacturier à Milhau (Aveyron).
— Rouveure, manufacturier.
— Fortier-Beaulieu, manufacturier.
— Bayvet, manufacturier.
Suppléant. — Muntz, chef de travaux chimiques à l'institut agronomique.

GROUPE VI. — Outillage et procédés des industries mécaniques.

ANGLETERRE. — The Earl of Caithness.
FRANCE. — * Tresca, membre de l'Institut, sous-directeur du conservatoire des arts et métiers.
RUSSIE. — Wischnegradski, docteur de l'institut technologique.
FRANCE. — Lockert, ingénieur civil,
— Bourdon fils, ingénieur civil.
— Charton fils, ingénieur des ponts et chaussées.
— * Peligot, ingénieur civil.

CLASSE 50. — *Matériel et procédés de l'exploitation des mines et de la métallurgie.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES.— J. Arthur Phillips, esq.
AUTRICHE-HONGRIE. — Pierre Schwing, inspr sup.
BELGIQUE. — Habets, ingénieur des mines à Liége.
ESPAGNE. — José Echeverria.
FRANCE. — Burat, ingénieur des mines.
— Degousé, ingénieur civil.
— Marmottan, président du conseil d'administration de la compagnie des mines de Bruay.
— Ledoux (Ch.), ingénieur au corps national des mines.
Suppléants. — Pernolet (Arthur), ingénieur des mines.
— Valton, ingénieur des mines.

CLASSE 51. — *Matériel et procédés des exploitations rurales et forestières.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Sir Archibald K. Magdonald, bart.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANGLETERRE ET SES COLONIES.—John Coleman, esq.
ETATS-UNIS. — Frank C. Johnson.
SUÈDE ET NORWÈGE. — Professeur H. O. Nathorst.
RUSSIE. — Tschernaieff, délégué du département de l'agriculture.
BELGIQUE. — Leclerc, inspecteur général de l'agriculture.
DANEMARK.— Le chambellan baron K. F. O. Reedtz-Thott.
PORTUGAL.— Pedro R. da Cunha é Silva, ingénieur en chef de la division forestière du nord du Portugal.
FRANCE. — Pinet (d'Abilly), constructeur de machines agrigoles.
— Chabrier (Ernest), ingénieur civil.
— Durand-Claye (Alfred), ingénieur des ponts et chaussées.
— Liébaud, ingénieur-constructeur.
Suppléant. — Caron, ingénieur en chef,

CLASSE 52. — *Matériel et procédés des usines agricoles et des industries alimentaires.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES.— Lieutenant-colonel Grantham.
AUTRICHE-HONGRIE. — Gustave Noback, fabricant à Prague.
— Le docteur Eugène de Rodiczky, professeur à l'académie supérieure d'agriculture à Magyar-Ovar.
SUISSE. — John Blanchot.
BELGIQUE. — Gilain, industriel à Tirlemont.
FRANCE. — Mignon, ingénieur-constructeur.
— Cogniet, juge au tribunal de la Seine.
— Menier, député.
— Groult jeune, manufacturier.
Suppléant. — Boussingault, fils, essayeur chimiste à Besançon.

CLASSE 53. — *Matériel des arts chimiques, de la pharmacie et de la tannerie.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Berger Spense, esq.
FRANCE. — Wurtz, docteur, membre de l'Institut.
— * Le Blanc, ingénieur, professeur à l'école centrale des arts et manufactures.
— Limousin, pharmacien.
Suppléant.— Schmitz, ingénieur de la compagnie parisienne du gaz.
— Truelle, juge au tribunal de commerce.

CLASSE 54. — *Machines et appareils de la mécanique générale.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — John Robinson, esq., président de la société des ingénieurs mécaniciens.
— John Anderson, esq., L. L. D., M. I. C. E.
ETATS-UNIS. — Professeur George Davidson.
— Thomas James Sloan.
ITALIE. — Alessandro Mantese, ingénieur en chef du génie civil.
SUÈDE ET NORWÈGE. — A. B. Münter, gérant de la compagnie des usines de Kockum.
ESPAGNE. — Meliton Martin.
AUTRICHE-HONGRIE. — Charles Pfaff, fabricant de machines à Ottakring.
RUSSIE.— Della-Vos, directeur de l'école impériale technique de Moscou.
SUISSE. — Autenheimer, directeur du Technicum, à Winterthour.
BELGIQUE. — Dwelshauwers Derg, professeur à l'Université de Liége.
PAYS-BAS. — A. Kapteyn, ingénieur.
FRANCE. — Résal, ingénieur en chef des mines.
— Hirsch, ingénieur des ponts et chaussées.
— Rolland, directeur des manufactures de l'Etat.
— Périssé, ingénieur civil.
— * Collignon fils, ingénieur des ponts et chaussées.
— Peaucellier, lieutenant-colonel du génie.
— De Comberousse, professeur à l'école centrale des arts et manufactures.
— Gargan, ingénieur civil.
Suppléants. — Bourdon père, manufacturier.
— Leclère, capitaine d'artillerie.
— Henry, capitaine d'état-major.

CLASSE 55. — *Machines-outils.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES.— William Richardson, esq.
ETATS-UNIS. — B. B. Hotchkiss.
— Charles R. Goodwin.
SUÈDE ET NORWÈGE. — E. Franckel, ex-directeur du matériel des chemins de fer de l'Etat.
SUISSE. — Maurice Probst, ingénieur à Berne.
BELGIQUE. — Schaar, directeur des chemins de fer de l'Etat à Bruxelles.
FRANCE. — Kretz, inspecteur des manufactures de l'Etat.
— Crozet-Boussingault, manufacturier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FRANCE. — Regray, ingénieur-chef du matériel et de la traction à la compagnie des chemins de fer de l'Est.
— Rault, ingénieur des manufactures de l'Etat.
— Pihet, ingénieur-constructeur.
Suppléants. — Frey, ingénieur.
— Léon, ingénieur.

CLASSE 56. — *Matériel et procédés du filage et de la corderie.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES.— T. H. Sidebotton, esq. M. P.
FRANCE (*classes* 56 *et* 57 *réunies*). — Claude, sénateur, manufacturier.
— Simon (E.), ingénieur.
— Lecomte, fabricant de dentelles.
— Gros-Hartmann, de la maison Gros-Marozean.
Suppléant. — Turgan, ingénieur.

CLASSE 57. — *Matériel et procédés du tissage.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Richard Tonge, esq.
FRANCE. — N....

CLASSE 58. — *Matériel et procédés de la couture et de la confection des vêtements.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — F.-A. Paget, esq. C. E.
ETATS-UNIS. — N....
FRANCE. — Fanien, manufacturier.
— Bariquand fils, fabricant de machines à coudre.
Suppléants. — Gingembre (L.), manufacturier.
— Boussard.

CLASSE 59. — *Materiel et procédés de la confection des objets de mobilier et d'habitation.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES.— The Hon. Edouard Combes, commissaire-général de la Nouvelle-Galles du Sud.
ETATS-UNIS. — A. G. Wilkinson.
FRANCE. — Cousté, entrepreneur de travaux publics.
— Haret, père.
Suppléants. — Armengaud jeune, ingénieur.
— Chevalier, entrepreneur de travaux publics.

CLASSE 60. — *Matériel et procédés de la papeterie, des teintures et des impressions.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Sir Sydney Waterlow Bart, M. P.
SUÈDE ET NORWÈGE. — A. Anderson, professeur à l'école supérieure technique.
BELGIQUE. — Duysberg, industriel à Huy.
FRANCE. — * Ch. Laboulaye, ingénieur-expert, ancien fabricant de papier.
— Ermel, ingénieur.
Suppléants. — Turquetil, fabricant de papiers peints.
— Deresnémesnil, ancien directeur de l'imprimerie nationale.

CLASSE 61. — *Machines, instruments et procédés usités dans divers travaux.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Edwards Wood, esq.
FRANCE. — Lévy, ingénieur civil des mines.
— Philipps, membre de l'Institut.
Suppléants. — Pierret, horloger-mécanicien.
— Tourette, fabricant de boutons.

CLASSE 62. — *Carrosserie et charronnage.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES.— T. C. Starey, esq.
ETATS-UNIS. — John Munroe.
RUSSIE. — Labsine, directeur de l'école des métiers à Saint-Pétersbourg.
BELGIQUE. — Charlet, industriel à Bruxelles.
ITALIE. — Le comte G. F. Fenaroli, sénateur.
FRANCE. — Binder aîné (Charles), carrossier.
— Guiet.
— Belvalette, carrossier.
— Jeanteaud, carrossier.
Suppléants. — Banvais, commandant d'artillerie.
— Lemoine, fabricant de ressorts et essieux.

CLASSE 63. — *Bourellerie et sellerie.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Lepel H. Griffin, esq.
ESPAGNE. — S. Exc. le comte de Sanafé.
ETATS DE L'AMÉRIQUE CENTRALE ET MÉRIDIONALE. — N....
FRANCE. — Noisette, directeur du matériel de la compagnie générale des omnibus de Paris.
— Marion, administrateur de la compagnie générale des petites voitures.
— Savoy, négociant commissionnaire.
Suppléants. — Rilling, membre du conseil d'ad-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ministration de la compagnie générale des petites voitures.

CLASSE 64. — *Matériel des chemins de fer.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Captain Douglas Galton R. E., C. B. F. R. S.
ETATS-UNIS. — Théodore Bronson.
SUÈDE ET NORWÈGE. — A. Almgren, ingénieur en chef du service du trafic aux chemins de fer de l'Etat.
AUTRICHE-HONGRIE. — Charles Hornbostel, directeur de la section de la Kaiserin-Elisabeth-bahn, à Vienne.
— Albert de Szent-Gyorgyi, ingénieur en chef de la société des chemins de fer de l'Etat, à Budapest.
BELGIQUE. — Belpaire, administrateur des chemins de fer de l'Etat.
FRANCE. — Couche, inspecteur général des mines.
— Delaistre, ingénieur en chef des ponts et chaussées.
— Solacroup, directeur de la compagnie d'Orléans.
— Mantion, ingénieur en chef des travaux et de la surveillance à la compagnie des chemins de fer du Nord.
— Jacqmin, directeur des chemins de fer de l'Est.
— Marié, ingénieur en chef du matériel et de la traction à la compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.
Suppléants. — Banderali, inspecteur du service central du matériel et de la traction au chemin de fer du Nord.
— Ollivier (Achille), ingénieur civil.

CLASSE 65. — *Matériel et procédés de la télégraphie.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Major Webber, R. E., chef de la télégraphie militaire au Post-Office.
FRANCE. — * Becquerel (Edmond), membre de l'institut, professeur au conservatoire des arts et métiers.
— Bergon, administrateur divisionnaire des lignes télégraphiques.
Suppléants. — Baron, inspecteur des télégraphes.
— Hocq, capitaine d'artillerie.

CLASSE 66. — *Matériel et procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Professor Fleeming Jenkin.
ANGLETERRE ET SES COLONIES. — T. C. Kœfer, esq., C. E., chief executve commis.
ETATS-UNIS. — J.-E. Sickels.
AUTRICHE-HONGRIE. — Frédéric Stach, ingénieur civil.
SUISSE. — Moser, ingénieur en chef de la ville de Zurich.
BELGIQUE. — Maus, directeur général de l'administration des ponts et chaussées, à Bruxelles.
PAYS-BAS. — J. A. A. Waldorp, ingénieur en chef des ponts et chaussées.
ITALIE. A. Betocchi, inspecteur du génie civil.
ESPAGNE. — Carlos Maria de Castro.
FRANCE. — Bailly, architecte, membre de l'Institut.
— Kleitz, inspecteur général des ponts et chaussées en retraite.
— Ponsin, ingénieur de la compagnie d'Orléans.
— Watel, entrepreneur de travaux publics.
— Richard (Louis), ancien ingénieur en chef de la compagnie des chemins de fer des Charentes.
— Voisin-Bey, ingénieur en chef des ponts et chaussées.
— Michau, entrepreneur de travaux publics.
— * Trélat (Emile), directeur de l'école centrale d'architecture.
Suppléants. — Baudet (Emile), ingénieur-constructeur.
— Mozet, entrepreneur de travaux publics.
— Vée (Léonce), ingénieur civil.
— Boutillier, ingénieur civil.

CLASSE 67. — *Matériel de la navigation et du sauvetage.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Rear Admiral the Hon. H. Carr Glyn C. B. C. S. I.
SUÈDE ET NORWÈGE. — A. Dekke, constructeur de navires à Bergen.
ITALIE. — B. Brin, inspecteur du génie naval.
GRÈCE. — N...
FRANCE. — Vice-amiral Krantz.
— Mangin, directeur des constructions navales au ministère de la marine.
— Pérignon (E.), ingénieur des arts et manufactures.
Suppléants. — Mazeline, constructeur.
— Le vicomte de Maigret, lieutenant de vaisseau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 68. — *Matériel et procédés de l'art militaire.*

ETATS-UNIS. — Général W. W. H. Davis.
ESPAGNE. — S. Exc. Francisco Gonzalez Manrique, général de brigade.
PAYS-BAS. — J. A. A. Besier, général de l'état-major général des Pays-Bas.
FRANCE. — N...

GROUPE VII. — Produits alimentaires.

FRANCE. — Boussingault, membre de l'Institut, professeur à l'Institut agronomique, président.
ESPAGNE. — S. Exc. Albert de Quintana, 1er vice-président.
FRANCE. — Lalande (Armand), président de la chambre de commerce de Bordeau, 2e vice-président.
— Hepp (Ed.), secrétaire particulier de M. le directeur de la section française.
— G. Géry, attaché d'ambassade.
— Vicomte Paul de Beaussire-Seyssel, attaché au cabinet du ministre de l'agriculture et du commerce.

CLASSE 69 — *Céréales, produits farineux avec leurs dérivés.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — C. Woolloton, esq.
ETATS-UNIS. — Docteur Wm. E. Johnston.
ITALIE. — Le commandeur Nicolas Miraglia, directeur de la division d'agriculture.
ESPAGNE. — Juan Navarro Reberter.
AUTRICHE-HONGRIE. — Roman Uhl, boulanger de la cour impériale et royale à Vienne.
— Emeric Pékar, ingénieur des moulins.
RUSSIE. — H. Raffalovich, adjoint à la commission impériale de Russie.
DANEMARK. — Le chambellan S. Skeel de Birkelse.
ETATS DE L'AMÉRIQUE CENTRALE ET MÉRIDIONALE. — Antonio M. Marquez.
PERSE, SIAM, MAROC, TUNISIE, ANNAM. — Ch. de Saint-Robert, ministre plénipotentiaire de France en retraite.
PORTUGAL. — Luiz d'Andrade Corvo, agronome du District de Lisbonne.
PAYS-BAS. — W. van der Vliet docteur en droit.
EGYPTE. — Delchevalerie, inspecteur au ministère de l'agriculture et du commerce, au Caire.
FRANCE. — Foucher, ancien fabricant.
— La Serve, sénateur.
— * Heuzé, inspecteur général de l'agriculture.
— Aubin, meunier.
Suppléants. — Higuette, ingénieur-mécanicien.
— Teston (Eugène), conservateur de l'Exposition de l'Algérie.

CLASSE 70. — *Produits de la boulangerie et de la pâtisserie.*

FRANCE. — Bucan, ancien officier des subsistances militaires.
— Guillout, manufacturier.
Suppléant. — Crétaine.

CLASSE 71. — *Corps gras alimentaires, laitages et œufs.*

ITALIE. — Raphaelle de Cesare.
ESPAGNE. — Sebastian Garcia de Rables.
GRÈCE. — A. Pappassimos.
DANEMARK. — Th. Segelcke, professeur à l'école royale de l'agriculture.
FRANCE. — Poggiale, membre de l'académie de médecine.
— Buquet, juge au tribunal de commerce.
Suppléants. — Chirade (A.).
— Cuvillier (Charles), négociant.

CLASSE 72 ET 73. — *Viandes et poissons. — Legumes et fruits.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — G. Collins Levey-esq., secretary to the commission for Victoria.
ETATS-UNIS. — Georges Wurts.
SUÈDE ET NORWÈGE. — H. Friele, négociant à Bergen.
ESPAGNE. — Pablo Mathieu.
FRANCE. — Mercier, aucien juge au tribunal de commerce.
— * Peligot, de l'académie des sciences.
— Omer-Decugis, négociant.
— Pellier, fabricant de conserves, au Mans, (Sarthe).
Suppléants. — Chevet fils, négociant.
— Rebours-Guizelin, fabricant de conserves alimentaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 74. — *Condiments et stimulants; sucres et produits de la confiserie.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — Gustave Adam, esq., commissaire honoraire de l'île Maurice.
ITALIE. — G. Froio, professeur d'agriculture.
ESPAGNE. — Alfred Allain.
RUSSIE. — E. Andreeff, membre du conseil de commerce et des manufactures à Saint-Pétersbourg.
ETATS DE L'AMÉRIQUE CENTRALE ET MÉRIDIONALE. — Henri Martinet.
FRANCE. — Fouquet, député, fabricant de sucre.
— Jouin, commissionnaire.
— Desmarais (Henri), membre de la chambre de commerce.
— De Mahy, député.
— Pelpel (Eugène), ancien négociant.
Suppléants. — Lombart, industriel.
— Bardy, chimiste.
— Jacquin, fils, fabricant de dragées.

CLASSE 75. — *Boissons fermentées.*

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — H. Vizetelly, esq.
ETATS-UNIS. — Docteur Antoine Ruppaner.
SUÈDE ET NORWÈGE. — C. Christiansen, consul à Laurvig.
ITALIE. — Le comte E. Balbo Bertone di Sambuy, député.
ESPAGNE. — N...
AUTRICHE-HONGRIE. — Robert Schlumberger, propriétaire à Vœslau.
— Chevalier Paul de Flandorffer, négociant à Sopron.
RUSSIE. — Solski, directeur du musée agricole de Saint-Pétersbourg.
SUISSE. — Jules Dœge.
BELGIQUE. — Grosfils, industriel à Vervins.
GRÈCE. — Raoul Delamotte.
PORTUGAL. — Le conseiller J. I. Ferreira-Lapa, membre de l'académie royale des sciences de Lisbonne.
PAYS-BAS. — H. Beins, docteur ès sciences.
FRANCE. — Boullay, négociant.
— Bouchardat, de l'Académie de médecine.
— Dumesnil.
— Martel, ancien député de la Charente.
— Le vicomte de Vergnette-Lamothe, correspondant de l'Institut.
— Teissonnière, négociant.
— Mestreau, député.
FRANCE. — Célérier (Léon).
— Bignon (Louis), propriétaire.
— Rey (Louis), courtier en vins à Bordeaux.
— Tastet (Amédée), courtier en vins.
— Brandebourg, maire de Bordeaux.
Suppléants. — Depret (Camille), négociant.
— Vergniolle (Octave), négociant à Flanjagny (Gironde).

GROUPE VIII.

FRANCE. — Léonce de Lavergne, sénateur, président.
AUTRICHE-HONGRIE. — S. Exc. le comte Jules Szàpary, conseiller intime de S. A. I. et R., 1er vice-président.
FRANCE. — * Pasteur, membre de l'Institut, 2e vice-président.
— De la Gorsse, secrétaire.
— Joigneaux fils, secrétaire.

CLASSE 76. — *Spécimens d'exploitation rurales et d'usines agricoles.*

ETATS-UNIS. — Edward H. Knight.
BELGIQUE. — T'Serstevens, membre de la commission belge.
FRANCE. — * Hervé-Mangon, membre de l'Institut, professeur de génie rural au conservatoire des arts et métiers.
— Foucher de Careil, sénateur.
— * Aimé Girard, professeur au Conservatoire des arts et métiers.
— Ronna, ingénieur civil.
— Lecouteux, professeur à l'institut agronomique.
— Risler, professeur à l'institut agronomique.
Suppléants. — Muret (Henri), membre de la société centrale d'agriculture.
— Petit, agriculteur à Champagne.
— Lavalard, directeur de la cavalerie de la compagnie générale des omnibus.
— Baron de Ladoucette (Etienne), député de Meurthe-et-Moselle.
— Tresca (Alfred), répétiteur de mécanique à l'institut agronomique.

CLASSE 83. — *Insectes utiles et insectes nuisibles.*

FRANCE. — Blanchard, professeur au muséum d'histoire naturelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FRANCE. — De Ginestous (marquis), éducateur de vers à soie.
— Balbiani, professeur au collége de France.
Suppléant. — Maillot, directeur de la station de sériciculture de Montpellier.

CLASSE 84. — *Poissons, crustacés et mollusques.*

FRANCE. — De Bon, commissaire général de la marine.
— Vaillant, professeur d'ichthyologie au jardin des plantes.
Suppléants. — Caulet de Longchamps, chef de la division des pêches au ministère des travaux publics.
— De Courteville, chef du bureau des pêches au ministère de la marine.

GROUPE IX.

PAYS-BAS. — G. J. G. Klerek, ancien ministre de la guerre, président.
FRANCE. — Joigneaux, député de la Côte-d'Or, 1er vice-président.
PORTUGAL. — Le vicomte de Villa Maïor, pair du royaume, 2e vice-président.
FRANCE. — Comte de Galbert, membre de la société d'horticulture de l'Isère, secrétaire.
— Verlot, secrétaire général de la société d'horticulture, secrétaire.

CLASSE 85.

ANGLETERRE ET SES COLONIES. — John Wils, esq.
FRANCE. — * Barral, secrétaire de la Société centrale d'agriculture de France.
— Darcel, ingénieur en chef des ponts et chaussées.
— Joly, vice-président de la société d'horticulture de France.
Suppléants. — Tricotel, ancien fabricant de kiosques, à Paris.
— Jolibois, jardinier en chef du Luxembourg.

CLASSE 86.

BELGIQUE. — J. Linden, botaniste.
LUXEMBOURG, SAINT-MARIN, MONACO. — N...
PAYS-BAS. — J. T. R. Galesloot.
FRANCE. — Duchartre, membre de l'Institut.
— Truffaut père, horticulteur à Versailles.
FRANCE. — Carrière, chef des pépinières du muséum d'histoire naturelle.
Suppléants. — Bertin père, pépiniériste.
— Laforcade, jardinier principal du bois de Boulogne.
— Jamain (Hippolyte), fleuriste.

CLASSE 87.

JAPON. — Koubo.
FRANCE. — * Chatin, membre de l'Institut et de la société centrale d'agriculture de France.
— Laizier, président de la société de secours mutuel des jardiniers de Paris.
Suppléants. — Joret, ancien négociant en fruits.
— Siroy, secrétaire du comité de culture de la société d'horticulture.

CLASSE 88.

PAYS-BAS. — A. Van Lennep, propriétaire à Heemstède.
FRANCE. — Decaisne, membre de l'Institut et de la société centrale d'agriculture de France.
— Du Breuil, professeur d'arboriculture à l'institut agronomique.
— Bucheté, mouleur en fruits, à Paris.
Suppléant. — Coulombier fils, pépiniériste.
— Michelin, secrétaire du comité d'arboriculture de la société centrale d'horticulture.

CLASSE 89.

FRANCE. — Bouquet de la Grye, conservateur des forêts à Troyes.
— Pissot, conservateur du bois de Boulogne.
— Gouault, jardinier en chef du muséum d'histoire naturelle.
Suppléant. — Lepaute, conservateur du bois de Vincennes.
— Guenet, marchand de graines, à Paris.

CLASSE 90.

FRANCE. — Bureau, professeur de botanique au muséum d'histoire naturelle.
— Prilleux, professeur à l'institut national agronomique.
— Quihou, chef des cultures du jardin d'acclimatation.
Suppléants. — Isidore Leroy, horticulteur à Passy.
— Edouard André, horticulteur.
— Bergmann, chef des cultures de Ferrières (Seine-et-Oise).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 26 avril 1878.

Présidence de M. DUMAS, Président.

CORRESPONDANCE. — M. *Laville*, horloger, boulevard de Reuilly, 49 ; sonnerie d'appartements perfectionnée. (Arts économiques.)

M. *Matisse* (J.), marchand tailleur, rue du Cherche-Midi, 102, à Paris, nouvelle serrure incrochetable. (Arts mécaniques.)

M. *Dufour*, à Compiègne, rue Hersan, 8 ; foyer fumivore. (Arts mécaniques.)

M. *Bourdon* (Ch.), avenue Philippe-Auguste, 117 ; divers moyens d'accouplement de deux arbres parallèles tournant en sens contraire. (Arts mécaniques.)

M. *Huché* (Cyrille), rue de la Coulommière, 3, à Meaux, demande le concours de la Société pour breveter une machine à coudre. (Arts mécaniques.)

M. *Labiscarre*, ouvrier cordonnier, rue Poinsot, 10, à Paris, demande un secours pour faire breveter une bouée de sauvetage qu'il a inventée. (Arts mécaniques.)

M. *Germain* (V.), soldat au 90me de ligne, à Saint-Ouen (Seine), avenue de Batignolles, 22 ; nouveau moyen pour arrêter les chevaux emportés. (Agriculture.)

M. *Vincent* (Camille), professeur-adjoint à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, boulevard Saint-Germain, 24, à Paris, donne la description des procédés par lesquels il obtient industriellement le chlorure de méthyle et indique les principaux emplois de ce produit. (Arts chimiques.)

M. *Lecourt* (F.), rue Payenne, 4, à Paris ; substitution de la chlorophylle aux sels de cuivre dans la préparation des conserves de légumes verts. (Arts économiques.)

M. *Périn* (Jules), secrétaire de la Société de protection pour les apprentis dans les fabriques, annonce que cette Société tiendra, en juillet prochain, sa quatrième fête de l'Enfance ouvrière.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Crayons.* — M. *Dufresne* lit, au nom du comité des beaux-arts et des constructions, un rapport sur les crayons divers, en plombagine, en couleurs ou en noir, de M. *Gilbert fils*, fabricant à Givet.

Le comité des beaux-arts propose de remercier M. *Gilbert* et de faire insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Les conclusions de ce rapport sont approuvées par le Conseil.

L'unification du numérotage des fils. — M. *G. Roy* fait, au nom du comité du commerce, un rapport sur un travail de M. *L. Gauche*, relatif aux tarifs comparatifs des filés.

Le comité propose d'adresser à M. *Léon Gauche* les remercîments de la Société et d'insérer le rapport au *Bulletin*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMUNICATIONS. — *Chemins de fer hollandais.* — Renseignements sur l'exploitation des chemins de fer de la Hollande, par M. *Baude*, membre du comité des arts mécaniques. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Condensation des gaz. — M. *Cailletet,* correspondant de l'Institut et membre correspondant de la Société, expose les procédés par lesquels il est parvenu à liquéfier tous les gaz réputés permanents, et à démontrer qu'ils peuvent tous être liquéfiés et même solidifiés. Il fait en séance quelques expériences dont la description a été déjà publiée dans le *Bulletin* (voy. cahier de mars 1878, p. 131).

Moteur à vide d'air. — M. *Th. du Moncel* présente à la Société, de la part de M. *Regge,* mécanicien, rue de Lancry, 38, à Paris, un nouveau moteur appelé par lui *à vide d'air*, et qui est fondé sur le déplacement du centre de gravité d'une masse pesante sous l'influence de la chaleur.

Cet appareil est constitué essentiellement par trois systèmes basculant, pivotant sur leur centre, et terminés par des réservoirs cylindriques tournés en sens inverse et hermétiquement fermés. Chacun de ces systèmes a la forme d'un Z, dont les barres terminales représentent les réservoirs et la barre de liaison un tube qui réunit les deux réservoirs. Quand le système est placé verticalement, l'un de ces réservoirs, celui du bas, est rempli d'alcool ; l'autre est vide et ne peut contenir qu'un peu de vapeur d'alcool, car l'air a dû être préalablement chassé de ce système de vases communiquants, par l'ébullition de l'alcool, avant qu'on ait pratiqué la fermeture hermétique. Ces trois systèmes tournent sur un axe central et sont disposés de manière que les réservoirs, en faisant suite l'un à l'autre, dessinent deux arcs de cercle et constituent avec leurs conduits croisés, au point d'articulation, deux secteurs d'environ 45°. Chacun des réservoirs est, d'ailleurs, muni d'un taquet qui, en buttant contre un ressort, arrête le système dans une position déterminée. D'un autre côté, chacun des tubes de liaison de ces réservoirs est muni, dans le voisinage du collier d'articulation, d'un cliquet qui appuie sur une roue à rochet placée de l'autre côté du système et qui, en l'entraînant lorsque le système se déplace, la fait tourner d'un arc d'environ 135°. Cette roue à rochet porte d'ailleurs, sur son axe, une roue qui s'engrène avec un système de rouages à barrettes et transforme en mouvement circulaire continu le mouvement forcément saccadé déterminé par les systèmes basculants. Ce mouvement circulaire est naturellement régularisé au moyen d'un volant. Voici, maintenant, comment l'appareil fontionne :

Une lampe à alcool, ou toute autre source de chaleur, est placée sur un support au-dessous de celui des réservoirs inférieurs qui occupe le point le plus élevé de l'arc constitué par eux. Sous l'influence de l'échauffement de l'alcool qui a lieu alors, un dégagement de vapeur se produit, et cette vapeur, pressant sur le liquide, le force à monter dans le réservoir supérieur correspondant, lequel étant éloigné de la verticale se trouve bientôt assez pesant pour entraîner le système, malgré le cliquet de retenue qui le maintient au-dessus de la lampe, et malgré la résistance opposée au moteur. Ce système, en tombant, vient donner un coup de marteau sur les réservoirs inférieurs qui avancent d'une quantité suffisante pour qu'un nouveau réservoir se trouve à portée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la lampe, et produise, au bout de une ou deux secondes, un effet analogue au premier ; les choses se renouvellent de ce cette manière indéfiniment. (Renvoi au comité des arts mécaniques.

Relais pour appareils télégraphiques. — M. *du Moncel* présente à la Société, au nom de M. *Tommasi*, un nouveau système de relais télégraphiques, destiné principalement aux longues lignes sous-marines.

Pour obtenir dans ces conditions de bons résultats, il faut que le relais ait une très-grande sensibilité, qu'il puisse être impressionné instantanément par des courants très-faibles et d'une durée excessivement courte, et que ses mouvements soient nettement définis et très-rapides.

M. *Tommasi* a eu recours à un électro-aimant d'une forme toute particulière. Cet organe a une certaine ressemblance avec l'appareil que Faraday a employé pour l'étude de la rotation des rayons polarisés sous l'influence magnétique ; seulement, la traverse qui réunit les deux branches polaires opposées l'une à l'autre, est recouverte, comme celle-ci, d'une hélice magétisante, et c'est entre les pôles de cet électro-aimant que sont placés les deux barreaux magnétiques parallèles, destinés à réagir sur les contacts du relais. Le système magnétique, formé par ces barreaux, est d'une très faible masse et d'une très-petite longueur, et il ne doit pas dépasser le diamètre des extrémités polaires de l'électro-aimant. Chacun des aimants pivote sur son centre et porte un petit taquet, destiné à produire une secousse pour décoller les contacts et rendre plus prompts les mouvements du système. En temps normal, ces barreaux sont rappelés dans le plan de la ligne équatoriale de l'électro-aimant par un aimant fixe dont le pôle actif est en pointe ; mais, quand le courant passe à travers l'électro-aimant, chacun des pôles de celui-ci agit sur le système magnétique, à la fois par attraction et par répulsion, et tend à le faire dévier dans un sens ou dans l'autre, suivant la direction du courant à travers l'électro-aimant. Le système magnétique, qui se trouve disposé entre les deux contacts du relais, vient donc butter sur l'un ou sur l'autre de ces contacts, et fait fonctionner la pile locale destinée à animer le télégraphe mis en rapport avec les relais.

Le relais fonctionne avec des courants renversés, et il a été combiné de manière à s'appliquer aux télégraphes Morse ou aux télégraphes Hughes. Il est si sensible qu'il peut être impressionné par un couple voltaïque, composé d'un fil de cuivre et d'un fil de zinc immergés dans l'eau pure, dont le courant passe à travers une planche de bois sec de vingt centimètres de longueur ; ce qui correspond à une résistance de plusieurs millions de kilomètres de fils télégraphiques. (Renvoi au comité des arts économiques.

Nomination de membres.—Sont nommés membres de la Société : MM. *le marquis de Montebello ; Gury* (Emile), ingénieur à Cuisance ; *Perissé* (Sylvain), ingénieur 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. GOULIER, *au nom du Comité des arts mécaniques*, SUR LES BAROMÈTRES MONUMENTAUX ET LES ENREGISTREURS *de M.* REDIER, *horloger, cour des Petites-Ecuries, 8, à Paris.*

Dans le principe, M. Redier s'était proposé et avait résolu le problème suivant : Faire marcher, sur un cadran monumental, de 1 ou 2 mètres de diamètre, une aiguille dont les indications soient identiques à celles d'un baromètre à mercure, ou d'un baromètre anéroïde, instruments incapables de commander directement les mouvements de cette lourde aiguille. Dans la solution de ce problème, appliquée au baromètre de la Bourse et à celui de la Pointe Saint-Eustache, on emploie, pour mouvoir l'aiguille, de robustes mouvements d'horlogerie qui la déplacent, soit à droite, soit à gauche et de quantités convenables, lorsque la liberté d'agir leur est donnée par une sorte de déclanchement qui subit, sans résistance sensible, l'action des mouvements de l'aiguille d'un anéroïde (1).

Ce sont des mécanismes analogues, mais progressivement perfectionnés, que M. Redier a employés ensuite pour enregistrer graphiquement les lois de phénomènes physiques susceptibles de mesure, c'est-à-dire pour leur faire tracer, sur des feuilles de papier, des courbes dont les abscisses sont propor-

(1) Cet appareil est aussi applicable à la manifestation, sur le cadran, des déplacements du mercure dans la courte branche d'un siphon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tionnelles aux temps écoulés et dont les ordonnées sont, à chaque instant, proportionnelles à la grandeur des phénomènes.

Ces appareils enregistreurs peuvent être employés dans des circonstances très-diverses ; déjà ils ont été appliqués à la météorologie, à l'industrie et à la physiologie.

Pour la météorologie, M. Redier leur a fait enregistrer les variations de la pression barométrique et de la température de l'air.

Pour l'industrie, il leur a fait donner, sur la demande de M. Bourdon, la représentation des valeurs successives de la tension de la vapeur d'eau dans un générateur, et sous la direction de notre savant collègue, M. Hervé Mangon, la représentation des densités de l'alcool qui sort d'un alambic. Dans l'un et l'autre cas, la courbe tracée, en dehors de l'action possible du chauffeur, montre au chef d'usine le plus ou moins de régularité du service de cet ouvrier : résultat fort important, car toute irrégularité dans son service se traduit par une perte sèche (1).

La seule application à la physiologie qui ait été faite jusqu'ici est celle de la bascule que M. Redier a présentée à la Société. Cette bascule, qu'il a exécutée d'après les idées et sous la direction de M. Hervé Mangon, doit servir à M. Grandeau, professeur à la Faculté des sciences et à l'Ecole forestière de Nancy, pour étudier les lois de l'évaporation ou de la transpiration, soit d'une surface aqueuse, soit d'un sol nu ou enherbé, soit de plantes ou d'animaux qui seront placés sur le grand plateau de cette bascule.

Avant de décrire les appareils dont nous venons d'indiquer quelques usages, disons en quoi ils diffèrent des appareils enregistreurs exécutés antérieurement.

Dans ceux-ci, on emploie divers moyens, plus ou moins critiquables, pour enregistrer graphiquement la grandeur des phénomènes à mesurer, soit sur un plateau ou un cylindre tournant, soit sur une bande de papier qui est déplacée avec une vitesse connue. Mais, dans tous ces appareils, c'est l'indicateur même de l'instrument de mesure qui trace directement ou indirectement la courbe cherchée.

D'abord on munit cet indicateur d'un crayon ; mais le frottement de

(1) On sait quelle économie la régularité de la conduite du feu d'une chaudière à vapeur peut donner sur la dépense du combustible relativement à la force produite. Dans le cas de la distillation des alcools, si la température est trop élevée, des essences de mauvais goût se mêlent au liquide condensé ; si la température est trop basse, il y a de l'alcool perdu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celui-ci sur le papier faussait très-souvent les indications de l'appareil.

Pour éluder cet inconvénient, on remplaça le crayon par un pinceau ; mais on ne pouvait entretenir celui-ci en bon état de fonctionnement que pendant un temps limité.

On évita cet embarras par l'emploi d'une pointe qui, frappée par un marteau, à intervalles de temps égaux, faisait sur du papier des trous donnant un certain nombre de points de la courbe à déterminer ; mais, pour utiliser ceux-ci, il fallait parfois les réunir par un trait de crayon tracé à vue. D'ailleurs les accidents qu'eût présentés, entre deux points consécutifs, une courbe tracée directement, étaient entièrement perdus. Et pourtant ces accidents peuvent être très-intéressants : témoin l'augmentation brusque de la pression atmosphérique qui accompagne certains coups de tonnerre (1).

On obtint des résultats plus sûrs et plus complets en faisant tracer les courbes, par une pointe flexible, sur une couche de noir de fumée déposée sur un cylindre ou mieux sur un papier appliqué sur celui-ci ; mais il fallait consacrer un temps assez considérable, soit aux opérations préparatoires, soit à celles qui permettent de fixer les courbes obtenues, courbes que d'ailleurs on était exposé à effacer en effectuant la dernière manipulation.

Enfin, on a eu recours à la photographie. Avec ce dernier procédé, la lumière d'un bec de gaz, convenablement dirigée et concentrée, permet de représenter la courbe cherchée par la limite d'une teinte foncée ; mais ce moyen exige, comme le précédent, des manipulations délicates et assez longues ; d'ailleurs il ne permet pas de consulter les courbes et leurs accidents au moment où ceux-ci se produisent ; et rien n'est moins certain que la durée des dessins obtenus.

Les appareils de M. Redier n'ont aucun des inconvénients qui viennent d'être signalés. Avec eux, la courbe est tracée par un simple crayon mû, ainsi que le papier qui reçoit le tracé, par des moteurs robustes qui, nous l'avons déjà dit, sont comme des esclaves obéissant servilement à l'index de l'appareil de mesure, sans lui opposer une inertie notable. Et si ces enregistreurs ne semblent pas capables de la haute précision que peut faire espérer l'enregistrement photographique, produit par des instruments bien exécutés et

---

(1) Cette augmentation a été signalée, pour la première fois, à notre connaissance, par M. l'abbé Goulon, curé de Sainte-Ruffine, près de Metz. (*Bulletin international de l'Observatoire de Paris*, 21 mars 1866, p. 22.) Elle a été fréquemment confirmée, d'une manière indubitable, au moyen des courbes tracées par le baromètre enregistreur de M. Redier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bien conduits, du moins ils peuvent donner, pour la plupart des applications, une exactitude plus que suffisante.

Etudions maintenant les appareils dont les fonctions viennent d'être indiquées, et donnons aux explications un développement suffisant pour faire apprécier les causes d'exactitude ou d'inexactitude qui peuvent affecter les résultats.

Dans tous ces appareils le moteur principal, essentiel, est l'arbre d'un train différentiel, actionné par les barillets de deux forts ressorts d'horlogerie, qui se déroulent en sens inverse quand l'appareil directeur leur en laisse la liberté.

On sait en quoi consiste un train différentiel. Dans celui que M. Redier emploie, l'arbre principal porte, fixé perpendiculairement à sa direction, un second arbre autour duquel tourne une roue satellite conique, comme une roue de voiture tourne autour de la fusée de son essieu. Cette roue satellite est comprise entre deux disques qui peuvent tourner librement autour de l'arbre principal. Chacun de ces disques porte d'ailleurs une double denture : d'abord une denture conique, entaillée sur sa base, et qui engrène avec la roue satellite, puis une seconde denture, taillée sur sa tranche et par laquelle il engrène avec une couronne dentée, entourant la base de l'un des barillets et faisant corps avec lui.

Il résulte de ces dispositions que, quand l'un des barillets reste fixe, si l'autre a la liberté de tourner, il communique sa rotation au disque avec lequel il engrène, et celui-ci entraîne, dans son mouvement, la roue satellite sur laquelle il roule et qui roule elle-même sur la denture conique du second disque fixe. Si le second barillet tourne seul, c'est ce second disque qui fait rouler la roue satellite, mais cette fois en sens inverse de tout à l'heure, puisque la rotation de ce barillet est inverse de celle de l'autre. Or, l'arbre de la roue satellite la suit dans son roulement ; et, comme il est fixé perpendiculairement sur l'arbre du train différentiel, il agit sur cet arbre, comme le bras d'un manége, pour le faire tourner, soit à droite, soit à gauche, selon que la liberté de tourner est donnée à l'un ou à l'autre des deux barillets.

Remarquons que le mouvement de rotation de l'arbre du train serait encore obtenu si les deux barillets tournaient à la fois, mais avec des vitesses différentes. Le sens de la rotation, et même la vitesse de l'arbre des trains, seraient alors déterminés par l'excès de la vitesse de l'un des barillets sur celle de l'autre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est l'arbre du train différentiel qui, dans les baromètres monumentaux, porte la grande aiguille, et qui, dans les enregistreurs, commande le mouvement du crayon. Disons comment, dans le cas du cadran monumental, est disposé l'appareil directeur qui permet à cet arbre de tourner d'une façon convenable.

Les deux barillets des ressorts moteurs mènent des rouages, composés de pignons et de roues qui, engrénant successivement les uns avec les autres, donnent à deux arbres extrêmes des vitesses incomparablement plus grandes que celles de ces barillets. Ces arbres extrêmes portent des volants à ailettes, semblables à ceux des sonneries des pendules, et qui éprouvent, de la part de l'air, des résistances modératrices de leurs vitesses. Pour arrêter le barillet sur lequel agit l'un de ces forts ressorts, il suffit d'exercer, sur les ailes du volant correspondant, une résistance insignifiante, car le moment de cette action est à celui de l'effort qu'il faut produire pour remonter le ressort dans le rapport inverse des vitesses de rotation de l'arbre du volant et de celui du barillet.

Or le baromètre anéroïde est fixé, concentriquement, sur une roue (ou mieux un râteau) commandée par l'arbre du train, et qui fait tourner ce baromètre à gauche dès que l'arbre tourne à droite, et réciproquement. L'axe de cette roue coïncide avec celui de l'aiguille de l'anéroïde, et il est équidistant de ceux des volants, auxquels il est d'ailleurs parallèle.

Enfin l'aiguille de l'anéroïde est terminée par une traverse, qui lui donne la forme d'un **T**, et qui, située à peu près dans le plan des axes des deux volants, a une longueur un tant soit peu plus grande que la distance qui sépare les cylindres engendrés par ces volants pendant leur révolution.

Il résulte de ces dispositions que, dans sa position moyenne, la traverse de l'aiguille peut arrêter les deux volants ; mais que, dès que cette aiguille marche à droite, par exemple, c'est-à-dire quand la pression barométrique augmente, le volant de gauche est déclanché. Alors le barillet qui le commande se met en marche sous l'action de son ressort, et fait tourner vers la droite l'arbre du train différentiel. Celui-ci fait tourner la grande aiguille dans le même sens, qui est celui du mouvement de la petite. Mais, en même temps, il fait tourner le baromètre à gauche (1). Celui-ci entraîne son

(1) C'est ce mouvement inverse du baromètre qui assure l'égalité des indications de la grande et de la petite aiguille. Car si le baromètre restait fixe, le déplacement de la grande aiguille vers la droite se continuerait tant que le volant de gauche serait déclanché et sans qu'il y eut aucune relation de grandeur avec celui de la petite aiguille.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aiguille dans sa rotation, parce que la vitesse avec laquelle il tourne à gauche excède la vitesse du déplacement relatif de l'aiguille à droite. Celle-ci vient donc bientôt arrêter le volant de gauche que tout à l'heure elle avait rendu libre, mais elle l'arrête sans déclancher le volant de droite, puisque la traverse a une longueur suffisante pour arrêter les deux volants à la fois. Le repos ainsi obtenu cessera dès que, par suite de son mouvement propre vers la droite, l'aiguille déclanchera le volant de gauche ; de sorte que le déplacement de la grande aiguille sera le résultat de petites marches qui auront des amplitudes plus ou moins grandes, et de repos qui seront plus ou moins fréquents.

Si la pression barométrique diminuait, la marche aurait lieu en sens inverse, et serait la conséquence de la rotation du volant de droite, périodiquement déclanché.

On ne peut pas espérer que les mouvements successifs de la grande aiguille représentent rigoureusement les déplacements de l'aiguille de l'anéroïde. Car, abstraction faite des temps perdus, qui sont évités au moyen d'un poids ou d'un ressort qui maintient toujours le rouage en tension, on a à craindre ici les effets des irrégularités de la taille et du centrage des roues qui relient la grande aiguille au baromètre. On pourrait craindre que les erreurs partielles dues à ces causes ne s'accumulassent pour donner des erreurs grossières sur le déplacement total. Heureusement cela ne peut pas avoir lieu.

En effet, si l'on a bien compris le fonctionnement de l'appareil, on a vu que l'aiguille de l'anéroïde ne peut s'écarter, que de quantités insignifiantes, de la direction qui lui permet d'accrocher les deux volants ; et que lorsqu'elle tend à se déplacer, soit à droite, soit à gauche, par rapport à son cadran, de lui-même le mécanisme fait tourner tout l'anéroïde en sens inverse, pour ramener l'aiguille à la position convenable. La rotation totale que le mécanisme imprime à l'anéroïde, pour satisfaire à cette condition, est donc précisément égale et de sens contraire à la rotation totale de l'aiguille par rapport à l'instrument. Et c'est bien cette rotation totale qui est transmise à la grande aiguille, puisque la boîte du baromètre et l'aiguille sont placées sur des axes liés les uns aux autres par des engrenages. Le désaccord à craindre ne peut donc pas atteindre une valeur notable ; car il tient, d'une part à l'effet des irrégularités du mécanisme sur cette rotation totale, d'autre part aux repos qui interrompent les mouvements de la grande aiguille, tandis que l'aiguille directrice marche avec continuité, enfin et surtout à ce que, par suite de l'emprise de la traverse de l'aiguille sur les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux volants, le mécanisme n'obéit pas instantanément au changement de la marche vers la droite en marche vers la gauche.

Cette dernière cause d'erreur est de beaucoup la plus grande ; et cependant elle est assez insignifiante, eu égard au but qu'elle se propose, pour que M. Redier n'ait pas songé à la faire disparaître, ce qu'il eût pu obtenir en appliquant au baromètre le dispositif adopté pour les enregistreurs, où cette cause d'erreur est évitée comme nous l'expliquerons plus loin. Il est vrai que cette autre disposition exige de fréquents remontages (1).

Avant d'abandonner le baromètre monumental, il est bon de faire remarquer que les rafales de vent sont sans action appréciable sur sa grande aiguille, et cela parce que l'arbre du train différentiel, qui porte celle-ci, ne peut tourner que très-lentement, puisque sa vitesse est une fraction déterminée de celle des derniers arbres qui portent les volants ; et ces volants empêchent que ces arbres ne puissent prendre une vitesse très-grande.

Parlons maintenant des appareils enregistreurs ; et, pour rendre l'explication plus claire, supposons un appareil appliqué à l'enregistrement de la variation de hauteur du mercure dans la branche inférieure d'un baromètre à siphon, variation proportionnelle, à chaque instant, à celle de la pression atmosphérique.

Le moteur est, encore ici, l'arbre d'un train différentiel ; mais, des deux ressorts qui l'actionnent, l'un mène un rouage terminé par un échappement et un balancier de montre : ce ressort doit se dérouler avec continuité. L'autre, comme tout à l'heure, mène un volant réglé de telle sorte que la vitesse de déroulement de son ressort soit au moins double de celle de l'autre ; de sorte que, quand ce volant marche, il détermine dans l'arbre du train une rotation de sens contraire à celle que produit le premier ressort agissant seul. Voici comment ces mouvements de l'arbre sont rendus proportionnels à la variation de hauteur du mercure.

---

(1) Le baromètre monumental de M. Redier laisse un *desideratum*, qu'il suffira de lui signaler pour qu'il y satisfasse. Dans nos climats, les indications : *beau temps*, *variable*, *pluie*, que l'on inscrit sur les baromètres, sont inutiles pour la prévision du temps, parce que celui-ci est trop souvent en désaccord avec elles. Mais la marche ascendante ou descendante du baromètre permet de formuler des pronostics moins trompeurs. Il serait donc important que, soit en supprimant les indications habituelles, soit même en les laissant, si l'on craignait les réclamations du public ignorant, on ajoutât à l'appareil un index, de forme quelconque, montrant si le baromètre monte ou s'il descend, et même indiquant le plus ou moins de vitesse de son mouvement. Deux lignes d'explications apprendraient au public à faire usage de ces indications.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La planchette, sur laquelle le baromètre est fixé, porte une crémaillère verticale que l'arbre du train peut mettre en mouvement par l'intermédiaire de rouages convenables. D'autre part, un flotteur placé sur le mercure, soulève une longue aiguille qui tourne autour d'un axe fixe et dont l'extrémité porte un crochet qui, en s'abaissant, peut arrêter le volant unique dont nous avons parlé. Quand ce volant est libre, l'arbre du train tourne, en vertu de la différence des vitesses des deux barillets et dans un sens tel qu'il fait descendre la crémaillère et, avec elle, tout le baromètre. Par suite de cet abaissement, le crochet de l'aiguille arrête le volant; et l'arbre, tournant alors en sens inverse de tout à l'heure, fait monter la planche du baromètre, et par suite le crochet. Bientôt celui-ci n'agissant plus, laisse le volant se mettre de nouveau en marche, et, par suite, faire descendre la planche ; et ainsi de suite.

Il résulte de ces mouvements alternatifs que l'aiguille supportée par le flotteur *ne peut pas s'écarter notablement de la position pour laquelle son crochet est tangent au cylindre décrit par le volant*. Par suite, quand la surface du mercure tend à se déplacer sous le flotteur, c'est le baromètre tout entier qui est déplacé par l'arbre du train, de telle sorte que *le niveau du mercure reste constant dans l'espace;* et la rotation de l'arbre qui produit le déplacement nécessaire pour assurer cette constance est *précisément proportionnelle à la variation de hauteur de la surface du mercure par rapport au tube*, ou bien encore à la variation de la pression atmosphérique. Voyons maintenant comment cette rotation s'inscrit sur l'enregistreur.

La rotation de l'arbre commande celle d'une poulie sur laquelle est enroulé un cordon qui, par des renvois convenables, déplace le long d'une règle un chariot portant le crayon. Ces déplacements, qui sont alors proportionnels aux rotations de l'arbre du train, se produisent dans le sens des génératrices d'un cylindre sur lequel le papier est fixé. Ce cylindre est mû par un mouvement d'horlogerie (1), de telle sorte que le papier se déroule avec une vitesse qui le déplace habituellement de 4 millimètres pour une heure.

Il résulte alors de ces mouvements combinés, du papier et du crayon, dans deux sens perpendiculaires entre eux, que celui-ci trace sur celui-là

(1) Dans les appareils exécutés jusqu'ici, ce mouvement d'horlogerie est indépendant de celui qui fait marcher le train. Dans certains cas, ce dernier mouvement pourra être chargé de remplir seul les fonctions de ces deux mouvements indépendants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une courbe dont les abscisses, parallèles à la base du cylindre, sont proportionnelles aux temps, et dont les ordonnées sont proportionnelles aux déplacements angulaires de l'arbre du train, et, par suite, aux variations de la pression atmosphérique.

Pourtant, il faut bien le remarquer, la courbe n'est pas tracée avec une continuité parfaite : elle est en dents de scie, puisqu'elle résulte de la représentation des petits mouvements de l'arbre du train, qui se produisent successivement vers la droite et vers la gauche. Mais ces petits mouvements élémentaires opposés, dont les différences produisent, en définitive, l'augmentation ou la diminution des ordonnées, sont assez petits pour que, dans le tracé, ils soient à peine appréciables pour un observateur non prévenu ; on peut donc les négliger.

On n'a pas à craindre non plus des effets de temps perdus dans le rouage, parce que celui-ci est toujours maintenu en tension, d'un côté par le poids du baromètre, et de l'autre par un poids qui tend le cordon du crayon. On est aussi à l'abri du temps perdu plus considérable que produit, dans les baromètres monumentaux, et lors du changement de sens de la marche, l'emprise de la traverse de l'aiguille de l'anéroïde sur les deux volants. Il est vrai que cet avantage est racheté par un inconvénient : avec le mécanisme des enregistreurs où l'un des ressorts se débande avec continuité, la force des ressorts est épuisée en quelques jours, tandis que, avec le mécanisme d'un baromètre monumental, qui ne marche que temporairement, on peut se contenter de remonter le mouvement tous les mois, voire même tous les deux mois.

Des remarques que l'on vient de présenter, sur la presque continuité de la courbe et sur l'absence de temps perdu, il faudrait bien se garder de conclure que cette courbe représente le phénomène avec une exactitude absolue. En effet une variation de pression de 1 millimètre, qui donne lieu à un mouvement de montée ou de descente de la planche du baromètre égale à 1/2 millimètre environ, est représentée, à l'échelle des ordonnées de la courbe, par 5 millimètres. Le mouvement du baromètre est donc amplifié 10 fois. Or, cette amplification est produite ici par des rouages, et elle est affectée par toutes les irrégularités que présentent, la division des dents des roues et des pignons, la forme de ces dents, et le centrage de leurs axes. Ces inexactitudes peuvent être plus ou moins restreintes selon les soins apportés à la construction, mais il est bien difficile qu'elles soient entièrement évitées. Au reste, pour un instrument donné, on peut toujours en constater les effets

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et voir si ceux-ci sont tolérables. Il suffit pour cela de comparer un certain nombre de valeurs de la variable, mesurées sur les courbes, avec les valeurs qui résultent d'observations directes.

Tout en admettant la possibilité d'une exactitude suffisante dans la représentation des mouvements relatifs du flotteur, on pourrait craindre deux autres causes d'erreurs inhérentes au baromètre à siphon : 1° celle résultant de la forme des ménisques qui varie considérablement lorsque le baromètre monte ou descend ; 2° celle résultant des effets de la température. Mais M. Redier combat la première en faisant produire, par un marteau, des chocs périodiques sur la planche du baromètre ; et la seconde, on peut le démontrer, est insignifiante sur la surface inférieure du mercure si, pour la température zéro, le volume total du mercure contenu dans le siphon est égal à celui d'une colonne cylindrique ayant une hauteur égale à dix neuvièmes de la pression barométrique moyenne et une section égale à celle de la chambre barométrique (1).

---

(1) Soient : a et b les dilatations en volume, pour 1°, du mercure et du verre ; r le rayon de la chambre barométrique ; V_0 le volume, à 0° du mercure contenu dans l'instrument ; H_0 et H les hauteurs, à 0 et à $t°$, des colonnes de mercure qui équilibrent la pression moyenne de l'atmosphère, P.

La différence de hauteur de ces colonnes sera $H - H_0 = H_0 at$; et son volume, en la supposant placée dans la chambre barométrique, sera $\pi r^2 H_0 at$. Pour obtenir que, malgré la variation de la température, le niveau inférieur du mercure reste constant dans le tube, supposé fixé à la hauteur de ce niveau, il faudra que le petit volume dont on vient de parler soit égal à la dilatation apparente, dans le verre, de toute la masse du mercure, c'est-à-dire à $V_0 (a-b) t$, plus au volume correspondant à la dilatation linéaire de la colonne de verre H_0, c'est-à-dire à $\pi r^2 H_0 \frac{b}{3} t$.

De l'égalité que nous venons de supposer, on tire

$$V_0 = \pi r^2 H_0 \times \frac{1}{3} \frac{3a - b}{a - b}.$$

D'où l'on tire : $V_0 = 1{,}111\, \pi r^2 H_0$. Et il suffira que le volume du mercure à 0° satisfasse à cette équation, pour que la position du flotteur ne soit pas modifiée par les variations de la température, tant que la pression barométrique aura la valeur moyenne P.

Cela n'aura plus lieu rigoureusement pour une autre pression P' ; mais l'erreur ne dépendra que des effets de la dilatation d'une colonne de mercure, ayant pour hauteur P — P'. Et, tout compte fait, et en supposant les mêmes diamètres aux deux branches du siphon, l'erreur qui en résultera, sur la valeur de la pression enregistrée par l'instrument, sera seulement 0mm,1 pour une différence de pression de 0m,028 et pour une température de 20°. Une erreur aussi faible sera considérée comme insignifiante par les observateurs, qui savent que deux baromètres, placés au même niveau, sur la face Est et sur la face Ouest d'une maison, rencontrée par un vent d'Ouest, donnent des indications qui, ramenées à la même température, peuvent différer de 2 à 3/10 de millimètre ; et que, dans les mêmes conditions, on trouve des discordances analogues entre deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Puisque nous avons été amené à étudier l'une des applications des enregistreurs à la météorologie, ne négligeons pas de signaler deux perfectionnements importants que M. Redier réalisera, s'il veut y appliquer son esprit ingénieux.

Le premier consisterait à faire indiquer des moyennes, soit horaires, soit trihoraires, soit journalières. La solution de cette question, qui dépend de la quadrature, directe ou indirecte, des courbes tracées, semble pouvoir être obtenue par un mécanisme lié au crayon qui trace ces courbes. Le second perfectionnement aurait pour objet de faire tracer les courbes, non pas seulement par un crayon sur du papier ordinaire, mais bien plutôt, par une pointe, sur un papier susceptible d'en donner des copies, soit par décalquage, soit par un report sur pierre lithographique. Cela ne devrait pas dispenser de faire tracer, avec le crayon, une courbe qui, si le report était manqué, pourrait servir d'original et être reproduite par les procédés plus coûteux de la photolithographie. En réduisant les échelles des courbes au simple nécessaire, on pourrait représenter tous les phénomènes météorologiques d'un mois sur une bande de papier, ayant la hauteur du format in-8° et une longueur modérée, ainsi que le faisait M. Baur, dans les Mémoires de l'Académie de Metz, pour les maxima, les minima et les autres phénomènes divers.

Il est inutile d'insister ici sur les avantages que procurerait, à la science, la publication économique et correcte de ces courbes automatiques, au lieu et place des grands tableaux de chiffres qu'on publie actuellement. Car, outre les inconvénients de ne pas parler aux yeux et de ne donner d'ailleurs que quelques points des courbes, ces tableaux de chiffres ont encore le défaut de fourmiller très-souvent de fautes. Cela a lieu, au moins, pour certains météorologistes qui ne disposent pas d'un personnel convenable pour vérifier les calculs et les épreuves de l'imprimerie. Il y a si peu de gens qui aient le courage de vérifier leurs calculs quand les résultats de ceux-ci ne peuvent pas être contrôlés !

Mais revenons aux enregistreurs :

On conçoit facilement comment, pour des appareils faciles à déplacer, tels que les baromètres, les thermomètres, les aréomètres et les manomètres,

---

baromètres *placés*, l'un à l'extérieur, l'autre à l'intérieur d'une chambre dans laquelle un appel d'air est fait, soit par une cheminée, soit par l'action du soleil sur la lanterne d'un escalier qui communique avec cette chambre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on peut appliquer des procédés d'enregistrement, analogues à ceux qui viennent d'être décrits, et basés sur la fixité de position de leur index. Cette fixité, qui est le caractère propre aux appareils de M. Redier, est obtenue, tantôt comme avec le baromètre à siphon, au moyen d'un mouvement vertical, soit de l'instrument total, soit même de l'axe de rotation de l'aiguille qu'il actionne, tantôt comme dans les baromètres monumentaux, au moyen de la rotation de l'instrument, autour de l'axe de révolution de son aiguille. Mais des solutions de ce genre n'étaient pas applicables à l'enregistrement des variations de poids qu'éprouve un objet placé sur le grand plateau de la bascule qui a été présentée à la Société. Dans ce cas, notre savant collègue, M. Hervé-Mangon, qui, nous l'avons déjà dit, a imaginé d'appliquer l'enregistreur Redier à cette bascule, et qui a dirigé l'exécution de celle-ci, a résolu la difficulté par l'artifice suivant, qui peut recevoir des applications diverses.

Le petit plateau de la bascule porte un vase renfermant un liquide peu ou pas volatil. D'autre part l'arbre du train différentiel, qui commande le mouvement du crayon, commande aussi la rotation d'une poulie à laquelle est attaché un cordon portant un tube cylindrique fermé. Ce cylindre plonge dans le liquide, et y perd une partie de son poids égale à celui du volume du liquide déplacé ; cette perte s'ajoute au poids du petit plateau. De sorte que, si l'on assujétit l'arbre du train différentiel à faire tourner la poulie de manière que, malgré les variations de poids de l'objet placé sur le grand plateau, l'équilibre soit constamment rétabli dans la bascule, la longueur dont la partie immergée du plongeur aura dû varier pour assurer ce résultat, sera proportionnelle à la variation de poids subie par le grand plateau ; mais cette quantité sera proportionnelle aussi à la rotation de l'arbre du train, qui, elle-même, est proportionnelle au déplacement du crayon dans le sens des ordonnées de la courbe qu'il trace. Donc ces ordonnées seront réellement proportionnelles aux variations du poids du grand plateau.

L'équilibre constant que nous venons de supposer est assuré de la manière suivante : Celle des extrémités du fléau de la bascule qui est placée du côté du petit plateau porte une aiguille légère, terminée par un crochet, qui, en s'élevant dès que le poids placé sur le grand plateau est trop fort, arrête le volant commandé par l'un des ressorts. Alors le second ressort, qui se déroule avec continuité, fait marcher l'arbre du train dans un sens tel que l'immersion du plongeur augmente. Il en résulte, pour le petit plateau, une augmentation de poids, qui fait alors pencher le fléau en sens inverse. Par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suite, le volant est décroché et le ressort qui le commande imprime à l'arbre du train une rotation qui fait sortir le plongeur, et ainsi de suite. De telle sorte que l'aiguille à crochet ne peut pas s'écarter de la position voulue, sans qu'aussitôt le mécanisme ne l'y ramène en rétablissant l'équilibre.

N'oublions pas de signaler encore un détail intéressant. Les mouvements brusques et accidentels de la bascule, ceux que produiraient, par exemple, les sauts et les bonds d'un animal, soumis à l'expérience, ne s'enregistrent pas sur la courbe. En effet, quoique les oscillations qu'éprouve l'aiguille directrice modifient les durées des deux mouvements alternatifs du crayon, qui se produisent en sens inverse lorsque le volant est libre ou arrêté, cependant les déplacements de ce crayon, qui se meut nécessairement avec une grande lenteur, ne peuvent acquérir des valeurs importantes avant que l'équilibre ne soit rétabli.

Tels sont, Messieurs, les dispositions et les avantages des divers appareils enregistreurs que M. Redier a soumis à votre examen. Ce qui les distingue essentiellement de ceux qui les ont précédés, nous ne saurions trop insister sur ce point, c'est que l'appareil producteur du phénomène dont on veut enregistrer la loi, y joue le rôle de la volonté, qui, chez les animaux, incapable de produire par elle-même aucun mouvement, commande cependant à des actions musculaires réalisant des effets mécaniques puissants.

Sans doute la même idée a été appliquée déjà dans d'autres circonstances; et votre rapporteur se rappelle même avoir entendu dire à Froment, il y a plus de vingt ans, qu'en lançant dans des fils de faibles courants électriques, au moyen de touches mises sous la main du commandant d'un navire, il pouvait mettre en jeu des forces capables de déplacer le gouvernail à volonté. Mais il n'en est pas moins vrai que les appareils de M. Redier réalisent cette idée par des dispositions mécaniques, originales et ingénieuses, non sujettes aux difficultés d'installation et d'entretien nécessitées encore par l'emploi de l'électricité, et que leur construction est d'ailleurs assez simple pour que l'on puisse confier, soit leur nettoyage, soit même leur réparation à un horloger ordinaire. Et c'est sa facilité d'entretien en même temps que son utilité pratique qui doit faire espérer que l'enregistreur trouvera, en dehors de ses applications scientifiques, de nombreuses applications dans l'industrie.

En conséquence, le Comité des arts mécaniques, dont j'ai l'honneur d'être l'organe, vous prie de remercier M. Redier de son intéressante communication, et d'ordonner l'impression, dans le *Bulletin* de la Société, du présent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rapport, accompagné des figures et de la légende nécessaires pour en faciliter l'intelligence.

Signé : C. M. GOULIER, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 25 *mai* 1877.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 82 REPRÉSENTANT LES BAROMÈTRES MONUMENTAUX ET LES ENREGISTREURS DE M. REDIER.

Les instruments représentés sur la planche 82 sont : le baromètre anéroïde monumental, le baromètre à mercure, le manomètre, la bascule et le thermomètre. Les différents enregistreurs reposent sur les mêmes principes généraux et ont pour point de départ le mécanisme servant à conduire la grande aiguille du baromètre anéroïde monumental. Or, comme on retrouve les mêmes éléments dans chaque appareil, il suffira de les décrire une première fois et d'indiquer dans les différentes figures les mêmes objets par les mêmes lettres pour que, le premier appareil décrit avec soin, les autres se comprennent facilement sans qu'il soit nécessaire d'y insister.

Baromètre anéroïde monumental ou à grand cadran.

Fig. 1. Vue en élévation de l'appareil du côté opposé au grand cadran.

Fig. 2. Section transversale suivant la ligne X Y de la figure 1.

A B C D E, baromètre anéroïde ordinaire.

D E, aiguille du baromètre, terminée à la partie supérieure E par deux petits épaulements qui lui donnent la forme d'un **T**.

C, limbe gradué sur lequel la pointe D de l'aiguille marque la pression barométrique.

F G, F′ G′, mouvement d'horlogerie composé de deux rouages semblables, tournant en sens contraire; chacun de ces rouages comprend six roues, ou mobiles, qui ne sont pas représentées sur la figure.

H, barillet moteur du rouage F G, tournant à gauche; il est muni d'une couronne dentée.

H′, barillet moteur du rouage F′ G′, tournant à droite; il est également muni d'une couronne dentée.

I, volant à ailettes commandé par le rouage F G, et sur lequel appuie l'épaulement de gauche de l'aiguille du baromètre.

I′, second volant à ailettes commandé par le rouage F′ G′, et sur lequel appuie l'épaulement de droite de l'aiguille du baromètre.

J K K′ L L′, train différentiel, dont L L′ est l'axe principal; il est composé d'une roue satellite conique J qui tourne librement autour d'un essieu faisant corps avec l'axe principal et de deux disques K, K′, portant à la fois une denture droite et une denture conique, et tournant librement autour du même axe L; la roue J engrène

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en même temps avec les dentures coniques des deux disques K, K′, tandis que les dentures droites de ces disques engrènent de part et d'autre avec les couronnes dentées correspondantes des barillets H, H′. Il résulte de cette disposition que l'axe L tournera à droite ou à gauche, suivant que l'un ou l'autre des deux rouages F G, F′ G′ sera en mouvement; c'est sur l'extrémité L′ prolongée de l'axe L qu'est montée l'aiguille du cadran monumental, derrière lequel tout le mécanisme est fixé.

M N, plaque rectangulaire mobile sur laquelle est monté le baromètre anéroïde, et ayant pour axe d'oscillation l'axe même de l'aiguille D E; les petits côtés de cette plaque sont curvilignes et le côté supérieur est denté.

O, roue dentée calée sur l'axe L.

P, roue engrenant avec la roue O et montée sur un axe placé en dessous de l'axe L, dans le plan vertical qui passe par ce dernier (fig. 1).

Q, autre roue calée à l'autre extrémité de l'axe de la roue P, et engrenant d'une part avec un pignon O′ placé sur l'arbre L et d'autre part avec la denture de la plaque M N.

R R, grande platine sur laquelle sont montés tous les organes de l'appareil.

Voici maintenant comment l'appareil fonctionne :

Lorsque l'aiguille D E du baromètre n'est pas déplacée par un changement de pression, son extrémité supérieure E arrête les deux volants I, I′.

Si la pression barométrique augmente, les extrémités de l'aiguille se porteront : D vers la gauche et E vers la droite. Par suite, le volant I sera rendu libre; le rouage F G tournera, le barillet H fera marcher la roue satellite J et enfin l'aiguille du cadran monumental, placée sur l'axe L, se mouvra dans le sens voulu pour indiquer la hausse.

Si, au contraire, la pression barométrique diminue, le phénomène inverse se produira parce que ce sera le volant I′ qui sera rendu libre.

Mais, dans l'un comme dans l'autre cas, il importe que l'aiguille monumentale se meuve proportionnellement à l'aiguille D E; par conséquent, elle doit être arrêtée quand elle aura parcouru un espace angulaire correspondant à celui de l'aiguille D E, ce qui ne peut être obtenu qu'en déterminant l'enclanchement du volant correspondant qui a produit le mouvement. Or, cet enclanchement se réalise automatiquement au moyen de la plaque dentée M N qui, actionnée par la roue Q dans un sens ou dans l'autre suivant que l'un ou l'autre des deux volants est rendu libre, entraîne avec elle l'anéroïde et son aiguille D E, dont l'épaulement ne tarde pas à immobiliser ce volant et par suite tout le rouage correspondant.

Le limbe C de l'anéroïde portant une graduation de 60 millimètres, comprend un cinquième de circonférence. Pour la grande aiguille monumentale dont les indications doivent être très-visibles, la graduation de son cadran comprend les trois quarts de la circonférence. Ainsi les courses extrêmes des deux aiguilles sont dans le rapport de 1/5 à 3/4, soit de 4/15, et par conséquent les rayons du pignon O′ porté par l'arbre L et du râteau de la plaque M N avec lesquels engrène la roue Q, devront être dans le même rapport.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Baromètre enregistreur à mercure.

Fig. 3. Vue partielle de l'appareil.

S, baromètre à siphon monté sur une planchette T; ce baromètre complétement indépendant se fixe sur l'instrument au moyen de deux boutons molletés 1, 2.

Un petit flotteur d'ivoire U, porteur d'une tige d'acier verticale très-faible, repose sur le mercure.

Une aiguille très-légère V, terminée par un petit crochet, repose sur la pointe verticale de la tige d'acier de ce flotteur.

A côté du baromètre se trouve un double rouage d'horlogerie F G, F′ G′ (ce sont les mêmes lettres que sur la figure 1). L'un, le rouage F G terminé par un échappement de chronomètre W, marche à droite; l'autre, F′ G′, terminé par un volant Z, marche à gauche. Ces deux rouages sont calculés de façon que, la vitesse du barillet de l'échappement étant 1, celle du barillet du volant soit au moins 2.

Un train différentiel relie ce double rouage, et l'axe autour duquel tourne le satellite du train porte la roue *a*, qui engrène elle-même avec un pignon fixé derrière la poulie *b*.

L'axe de la poulie *b* porte également un pignon, invisible sur la figure, lequel engrène avec une crémaillère fixée sous la planchette T du baromètre; de telle façon que, quand la poulie est sollicitée par un des rouages, elle communique un mouvement vertical rectiligne à l'ensemble du baromètre à siphon.

L'échappement W marche constamment et tend à entraîner la poulie *b* qui porte le cordon du crayon traceur *c*, et à faire mouvoir la planchette T de bas en haut; l'aiguille V suit le mouvement, poussée par la petite tige du flotteur U; le crochet de cette aiguille dégage alors le volant Z qui se met à tourner.

La vitesse du volant Z étant double de celle de l'échappement, le rouage qui le conduit actionne la poulie dans l'autre sens et fait descendre la planchette T jusqu'à ce que le crochet de l'aiguille V arrête de nouveau le volant.

Ces petits mouvements successifs sont accusés sur le papier par un trait de crayon, qui est droit si le baromètre ne varie pas, et qui s'infléchit vers la droite ou vers la gauche, suivant que le baromètre descend ou monte, comme nous allons l'expliquer.

Si, par exemple, la colonne mercurielle baisse dans la petite branche du siphon, ce qui correspond à une hausse, le volant reste accroché, et le rouage de l'échappement pour opérer son dégagement déplace la planchette T d'une longueur proportionnelle à la quantité dont la pression a augmenté. La poulie *b* tourne aussi dans la même proportion, et le crayon trace sa course sur le papier.

Si, au contraire, la colonne mercurielle de la petite branche augmente, ce qui correspond à une baisse barométrique, le crochet est soulevé par le flotteur et le volant est déclanché. Alors, comme son barillet marche deux fois plus vite que celui de l'échappement, l'arbre du train différentiel et le crayon se meuvent en sens inverse de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tout-à-l'heure, et la planchette descend jusqu'à ce que le volant soit de nouveau enclanché par le crochet.

Les organes de l'enregistreur comprennent un rouage d'horlogerie *d d'* qui conduit, par l'intermédiaire d'engrenages, un cylindre sur lequel s'enroule le papier *e e*. Le crayon traceur *c* se meut sur ce papier, dont la vitesse de déroulement est calculée à raison de 4 millimètres par heure.

Le rouage actionne aussi un marteau *e'* qui frappe périodiquement sur la planchette, afin de faire prendre aux ménisques du mercure les formes convenables.

Manomètre enregistreur.

Fig. 4. Vue partielle de l'appareil.

Reportons-nous à la figure 3. Si, dans cette figure, on supprime la crémaillère qui porte la planchette sur laquelle est monté le baromètre, et qu'on mette à la place un râteau ; si, enfin, sur ce râteau on fixe un axe autour duquel pivotera l'aiguille V, on pourra utiliser cette disposition pour en faire un manomètre enregistreur. C'est là ce qu'indique la figure 4.

Un manomètre de Bourdon *f* est relié à l'aiguille *g* (analogue à celle V de la fig. 3).

Toutes les fois que la pression fera changer la courbure du tube manométrique, l'aiguille *g* montera ou descendra et, par conséquent, dégagera ou arrêtera le volant *h* et les choses se passeront exactement comme dans le baromètre enregistreur (fig. 3).

Bascule à équilibre constant.

Fig. 5. Élévation longitudinale de l'instrument.

i i i, est une bascule ordinaire à laquelle se trouvent reliés, par des traverses en fer, deux pieds *i'* portant une tablette destinée à recevoir le mécanisme enregistreur.

Le petit plateau *j* de la bascule porte un cylindre *k* contenant de l'eau glycérinée, et qui traverse un orifice percé dans ce plateau.

Un plongeur *l*, relié au mécanisme enregistreur, s'enfonce dans le liquide du cylindre *k* ; il suit de là que, dès que le plongeur *l* monte ou descend, l'équilibre est rompu.

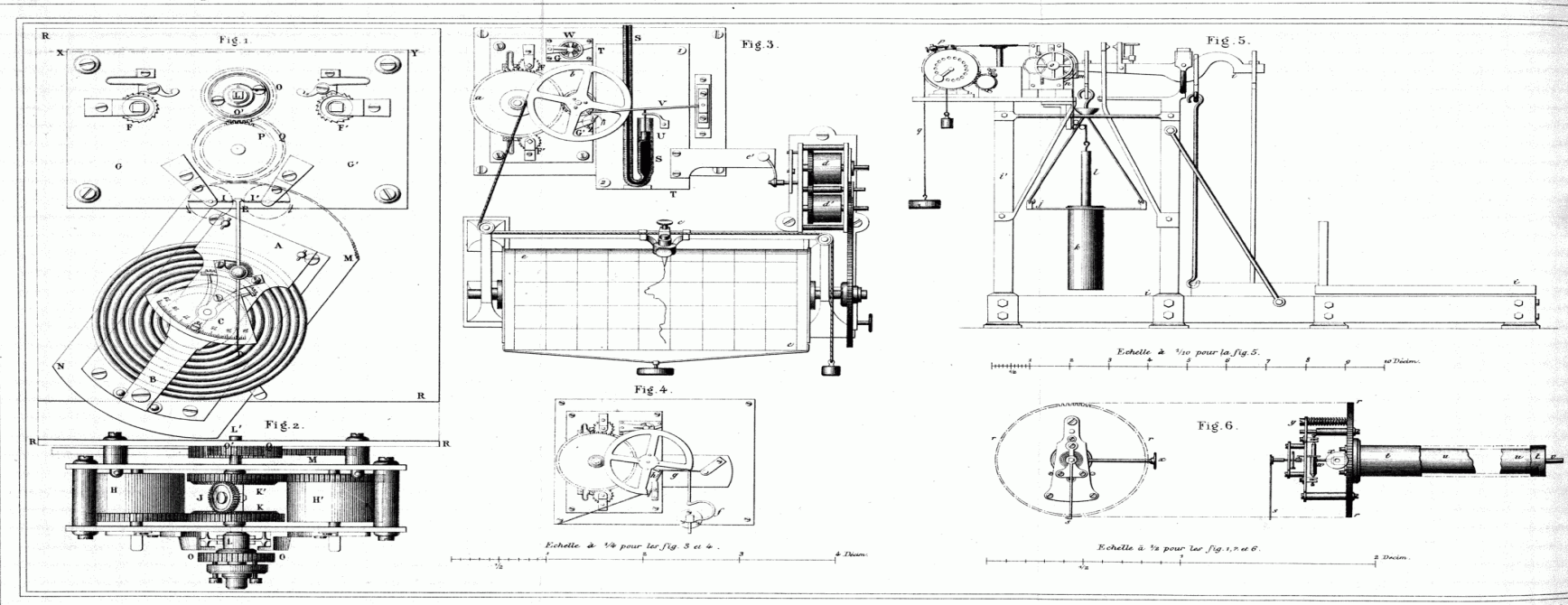
Sur la tablette se trouve un mouvement différentiel analogue à celui décrit fig. 3 pour le baromètre enregistreur.

Si l'on fixe à l'extrémité du long bras du fléau de la bascule une aiguille à long crochet *m*, comme celle V du flotteur du baromètre, elle dégagera ou arrêtera de la même manière le volant *n* du rouage analogue au volant Z de la fig. 3, et les choses se passeront de même que pour le baromètre (le crochet et le volant sont cachés dans la figure).

Ici la double poulie *o*, en tournant à droite ou à gauche, abaissera ou relèvera le plongeur qui y est relié par un fil et qui rétablira l'équilibre rompu ; les mouvements de ce plongeur tracés par un crayon *p* sur le papier déroulé *q*, indiqueront alors les variations de poids.

Ainsi dans les deux instruments, baromètre et bascule, l'enregistrement ne diffère

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lith. F. Gillet, 30, r. Guy-Lussac. Paris. — Imp. Monrocq.

BAROMÈTRES MONUMENTAUX ET ENREGISTREURS PAR M. RÉDIER.

Ad. Leblanc del.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'en ceci : 1° le baromètre enregistre les variations de la pression atmosphérique, en inscrivant ses propres déplacements ; 2° la bascule enregistre les variations de poids des objets placés sur le grand plateau, en inscrivant les déplacements du plongeur qui rétablit l'équilibre.

Le reste de l'appareil enregistreur est le même que dans les autres instruments. Un mouvement de chronomètre conduit un cylindre sur lequel s'enroule le papier *q*.

On peut représenter l'unité de poids adoptée par telle longueur linéaire que l'on veut, en faisant varier le diamètre du plongeur *l*.

Thermomètre enregistreur.

Fig. 6. Section transversale et vue longitudinale de l'instrument avec arrachement des tubes.

r, grande roue que le train différentiel fait tourner à droite ou à gauche suivant que la température s'élève ou s'abaisse, dans les mêmes conditions que la plaque M N de la fig. 1.

s, aiguille à crochet du thermomètre fonctionnant de la même façon que l'aiguille du baromètre de la figure 1, avec cette différence que son crochet est destiné à arrêter un seul volant comme ceux des figures 3 et 4.

t, tube en acier de $0^{m},70$ de long et de 2/10 de millimètre d'épaisseur.

u, tube en zinc pouvant glisser, sans frottement sensible, dans le tube *t*.

Ces deux tubes sont soudés à leur extrémité droite sur un fond muni d'un pivot *v*.

Le tube en zinc, libre vers l'extrémité de gauche, porte une pointe mousse *w* agissant sur un mécanisme multiplicateur, qui fait marcher l'aiguille *s* à droite ou à gauche suivant les variations de la température.

x, bouton servant à régler la course de l'aiguille du thermomètre.

y, vis de mise au point du thermomètre.

Si on suppose ce mécanisme en présence du double rouage, comme ceux des figures précédentes, avec volant d'un côté et échappement de l'autre, on aura l'inscription de la température qui est proportionnelle à la marche de l'aiguille *s*, proportionnelle elle-même à la différence de dilatation des deux tubes *t* et *u*. Il est entendu que pour que l'action du tube de zinc sur le mécanisme multiplicateur fasse son effet, il faut que ce mécanisme soit monté sur le tube extérieur *t*. (M.)

COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS.

Rapport *fait par* M. Dufresne *sur la* manufacture de crayons *de* M. Gilbert *fils, à Givet.*

Messieurs, M. Gilbert a présenté à votre appréciation les résultats d'une industrie française des plus intéressantes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La fabrique de crayons de M. Gilbert mérite des éloges, que je suis heureux de lui donner au nom du comité des beaux arts; M. Gilbert a voulu continuer l'œuvre d'un homme dont le nom est dans tous les souvenirs de la Société d'encouragement, de Conté qui, le premier, avait montré la supériorité française dans cette fabrication dont M. Gilbert s'occupe aujourd'hui.

Dans le temps de ma jeunesse, un bon crayon anglais se vendait un franc au détail, et Conté avait trouvé le moyen, en vendant des crayons à peu près identiques trente centimes, de constituer une fortune considérable et d'acquérir une réputation bien méritée.

M. Gilbert est arrivé à réduire encore ce prix de trente centimes à peu près à la moitié, et il est parvenu à triompher de beaucoup de concurrences étrangères, avec des difficultés bien plus grandes que celles qui furent rencontrées autrefois par Conté.

La concurrence n'est plus faite aujourd'hui à la France par l'Angleterre seulement, mais par toute l'Allemagne avec des mines qui lui fournissent la matière première à sa portée, et en France les prix de la main d'œuvre, qui sont plus considérables et s'augmentent sans cesse, sont aussi une condition funeste pour lutter contre les fabriques étrangères.

Cependant, malgré l'inégalité de cette situation présente, l'habileté de M. Gilbert, la sagesse de son administration, l'excellente tenue de sa manufacture lui ont permis d'arriver à de grands résultats sous le rapport de la perfection des produits et de la réduction des prix.

Faire de bons crayons, mettre pour quelques centimes aux mains de nos artistes, un outil qui aide l'inspiration au lieu de la gêner ou de la ralentir, donner un moyen plus facile pour l'étude, rapide, spirituelle, correcte jusqu'à la science dans ce qu'elle a de plus parfait; permettre le dessin qui cherche avec un trait plus fin et moins noir que le fusain, une ébauche qui s'efface aussi, se corrige, puis, qui se fixe et demeure, dernier trait de génie d'Henry Regnault ou de Fortuny; donner une image parfaite qui se signe Ingres ou Flandrin, et traversera les âges en restant un modèle, un souvenir; voilà bien des mérites et des titres à notre reconnaissance.

Le comité des constructions et des beaux-arts, à peine d'ingratitude, doit des éloges à M. Gilbert et à ses crayons de mine de plomb.

Mais nos collègues qui s'occupent plus spécialement de science, pour lesquels le dessin n'est pas seulement l'art charmant du goût ou le caprice de l'imagination, pourraient aussi faire le même éloge que le comité des con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

structions et des beaux-arts, car à côté du crayon du peintre, du sculpteur, il y a le crayon de l'architecte, le crayon de l'épure et, enfin, le crayon de l'école qui n'est pas le moins important, celui qu'il faut répandre à profusion et vendre au plus bas prix possible.

Aujourd'hui tout le monde a reconnu l'utilité du dessin dans toutes les maisons d'éducation, et il faut savoir gré à ceux qui facilitent l'apprentissage du moyen le plus parfait de rendre une idée par une forme.

La manufacture de crayons de M. Gilbert est située à Givet (Ardennes), au pied du Mont d'Haurs, où elle couvre une superficie de 6 000 mètres carrés, occupés par les bâtiments de l'usine, les bureaux, les magasins, les hangars pour le séchage des bois, etc. Quoiqu'une grande partie du travail soit effectué par des machines, l'établissement emploie, tant dans l'usine qu'au dehors, plus de 250 ouvriers des deux sexes dirigés par un nombreux état-major.

Deux moteurs à vapeur, d'une force de trente chevaux, mettent en mouvement plus de cent machines constamment perfectionnées et appropriées aux nombreuses opérations que nécessite le travail, celui de la mine et celui du bois des crayons.

L'établissement de M. Gilbert consomme annuellement près de deux cent mille kilogrammes de bois de cèdre de la Floride, sans compter une quantité considérable de bois de tilleul du pays et d'autres bois blancs employés à la fabrication des crayons communs. Le bois de cèdre en billes est séché avec le plus grand soin à l'air ou dans de vastes hangars, puis débité en planches, blocs et planchettes, par trois grandes scieries, des machines à refendre, des scies circulaires, etc.

Ces appareils ingénieux, exigeant une grande précision, exécutent les diverses opérations du planage, du fraisage, du rabotage, du polissage, et donnent au crayon la forme cylindrique, hexagone, rectangulaire ou ovale; d'autres servent à trancher les bouts du crayon, à forer, suivant l'axe, les manches des porte-mines, à découper les bandes de caoutchouc pour les crayons servant à effacer, etc.

Les opérations à la fois chimiques et mécaniques, pour la préparation de la mine, exigent des soins plus grands encore. La supériorité des produits de l'usine est due :

1° A l'emploi exclusif du meilleur graphite de Bohême, sensiblement aussi riche en carbone que les graphites de Cumberland et de Sibérie, et qui se prête incomparablement mieux à la fabrication des crayons artificiels.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Au soin minutieux avec lequel le graphite est lavé et débarrassé de toutes les matières étrangères.

3° Au malaxage prolongé et au broyage qu'il subit avec l'argile dans des moulins d'une construction spéciale. La pâte des crayons, travaillée et tréfilée au moyen de presses mécaniques, passe ensuite dans des fourneaux à haute température, et est soumise à une surveillance incessante qui répond de la dureté de la mine et doit la rendre toujours pareille et conforme à son numéro.

La préparation des crayons de couleurs exige des manipulations tout aussi variées et délicates. Un bon laboratoire de chimie sert aux analyses des graphites et à la préparation des matières colorantes.

Si l'on ajoute aux détails qui précèdent l'énumération des diverses mains d'œuvre nécessaires pour le collage, le vernissage, la marque, l'empaquetage, on se demande, en vérité, comment on peut arriver à livrer au public une douzaine de crayons aux prix où le commerce les reçoit.

La manufacture de M. Gilbert livre au commerce les produits les plus variés : crayons de graphite pour le dessin artistique, l'architecture, la topographie, les bureaux, les dessins sur bois, la photographie, la sténographie ; crayons de couleur dont les vives nuances varient à l'infini et se prêtent à une foule d'usages, tels que le dessin à la sanguine, les dessins imitant les tons du bistre ou de la sépia. On peut même se servir de ces colorations variées qu'obtient M. Gilbert pour des cartes de géographie ou des décorations polychromes, qui s'effacent ou se fixent à volonté sur le papier. Voici encore d'autres natures de crayons qu'on trouve dans la même fabrique : des crayons noirs gras rappelant le crayon lithographique, des crayons de gomme pour effacer l'encre ou la mine de plomb, des crayons d'ardoise naturels ou artificiels, des crayons porte-mine avec mines mobiles, des crayons pour l'usage des écoles, des charpentiers, des crayons pour les carnets et les portefeuilles.

Enfin, tout ce qui peut servir à tracer un trait, représenter une forme, fixer une idée se trouve dans cette fabrique, qui livre par an, au commerce, un million deux cent mille douzaines de ces styles modernes destinés à remplacer ceux qui, dans l'antiquité, servaient, en se retournant sur la cire, à traduire la pensée des poëtes et des artistes.

Voici quelques qualités spéciales qui distinguent, plus particulièrement, les crayons de M. Gilbert.

Ses crayons de graphite supérieur, indépendamment de la finesse, de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

régularité de leur grain, sont d'un très-beau noir ; bien supérieurs au gris métallique des crayons anglais, ils peuvent être employés sur tous les papiers lisses sur lesquels beaucoup de crayons très-vantés ne mordent pas, et comme la gomme qui sert à leur composition est très-étendue, on peut avec un seul crayon obtenir presque les mêmes effets qu'avec des numéros variés.

Voici bien des qualités réunies dans un même objet, et à tous ces mérites il en faut ajouter un autre, celui du bon marché. La fabrique de Givet livre les meilleurs crayons de graphite et de couleur, à des prix bien inférieurs à ceux des produits similaires de l'Angleterre et de l'Allemagne ; elle fournit pour l'usage scolaire des crayons intitulés *crayons chinois* très-appréciés partout, et qu'elle livre au prix de 3 fr. 25 centimes les douze douzaines, et des crayons de bois blanc au prix incroyable de 1 fr. 40 centimes la grosse.

Malgré l'abaissement des prix que j'indique, ou plutôt à cause de ce bon marché extrême, M. Gilbert est parvenu à pouvoir donner à ses ouvriers des avantages matériels que nous voudrions voir assurés dans toutes les fabriques. Les ouvriers malades sont soignés gratuitement, et les salaires sont continués pendant le cours de la maladie, grâce à une caisse de prévoyance alimentée en partie par les patrons. Les secours les plus généreux sont apportés aux ouvriers invalides: enfin, dans cette heureuse maison, rien n'est négligé sous le rapport de l'hygiène et du bien-être.

Le comité des constructions et des beaux-arts me charge donc, Messieurs, de vous signaler les mérites de l'établissement de M. Gilbert, de le remercier de la communication qu'il a adressée à la Société sur ses travaux, et de faire insérer le présent Rapport au *Bulletin*.

Signé : Dufresne, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 26 *avril* 1878.

ARTS CHIMIQUES.

Rapport *fait par* M. P. Schutzenberger *sur un Mémoire relatif à la* Fabrication du chlorure de méthyle, *présenté par* M. C. Vincent.

Messieurs, M. Camille Vincent n'est pas un inconnu pour nous. Il y a un an, notre regretté collègue, M. Lamy, nous entretenait de ses belles recherches sur les produits dérivés des vinasses de betteraves.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En soumettant les vinasses convenablement concentrées à une distillation méthodique, analogue à celle qui se pratique depuis longtemps pour le bois, l'habile et savant ingénieur avait su trouver, parmi les produits condensables et perdus jusqu'alors, une source abondante d'ammoniaque et d'alcool méthylique; il constatait, en même temps, la présence de quantités notables de triméthylamine, d'acides homologues de l'acide acétique et de divers nitriles.

Les procédés de traitements appliqués à l'usine de MM. Tilloy, Delaune et Cie, à Courrières, permettent d'extraire par jour, outre le salin de potasse, 1 600 kilogr. de sulfate d'ammoniaque, 100 kilogr. d'alcool méthylique, 1 800 kilogr. d'eaux mères concentrées, principalement formées de sels de triméthylamine.

Vous avez vu là, à juste titre, une industrie nouvelle, dont l'importance pouvait devenir considérable, ainsi que l'utilisation heureuse d'un résidu de fabrique, et vous avez décerné une médaille d'or à l'auteur de ces travaux remarquables.

Dans son rapport, M. Lamy nous laissait entrevoir que les efforts persévérants de M. Vincent conduiraient ce savant, dans un avenir très-rapproché, à l'utilisation de ces masses considérables de sels de triméthylamine restés jusqu'à présent un objet de curiosité scientifique et un réactif de laboratoire.

C'est cette dernière question que M. Vincent vient de résoudre avec le même succès que les premières.

Au point de vue chimique, le problème est simple. Il s'agit de transformer la méthylamine en ammoniaque et en dérivés qui se rattachent directement à l'alcool méthylique; c'est-à-dire de réaliser l'inverse de la réaction qui servit à M. Hofmann pour préparer la triméthylamine.

On sait, depuis longtemps, qu'en faisant passer un courant de gaz chlorhydrique sec dans de la vapeur d'une ammoniaque composée, méthylée, à une température convenable, il se forme du chlorure de méthyle et de l'ammoniaque. Cette réaction offre des difficultés considérables dès qu'il s'agit de la transporter du laboratoire dans le domaine de la grande industrie. M. Vincent n'a pas cru devoir s'y arrêter pour réaliser le but qu'il se proposait, et il a imaginé le procédé suivant, dont l'exécution est régulière et pratique.

Les solutions de chlorhydrate de triméthylamine sont concentrées jusqu'à ce que la température d'ébullition du liquide s'élève à environ 260 degrés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A ce moment, on observe un dégagement de plus en plus actif de gaz, composé d'un mélange de triméthylamine libre et de chlorure de méthyle; le résidu est constitué par du chlorhydrate de triméthylamine non décomposé et du chlorhydrate de monométhylamine. Lorsque la température de décomposition de la masse atteint et dépasse 305 degrés, il ne reste dans l'appareil distillatoire que du sel ammoniac et du chlorhydrate de monométhylamine, tandis que les produits gazeux renferment, à côté du chlorure de méthyle, une forte proportion d'ammoniaque. Enfin, vers 325 degrés, la totalité de la matière se trouve décomposée ou sublimée dans un courant gazeux énergique. Toute la masse se trouve ainsi transformée, par simple distillation, en un mélange d'ammoniaque, de triméthylamine et de chlorure de méthyle. Ce mélange gazeux, étant dirigé dans de l'acide chlorhydrique ordinaire, y abandonne les produits alcalins, ammoniaque et triméthylamine, tandis que le chlorure de méthyle, lavé à l'eau alcalisée, est recueilli dans un gazomètre sur l'eau.

La dissolution de chlorhydrate de triméthylamine et de chlorhydrate d'ammoniaque, obtenue par le traitement du mélange gazeux par l'acide chlorhydrique, est évaporée à l'ébullition jusqu'à 140° et abandonnée au refroidissement. Il se sépare du chlorhydrate d'ammoniaque en cristaux qu'il est facile d'isoler par égouttage et essorage; l'eau mère concentrée rentre dans le courant de la fabrication, pour être soumise à la décomposition pyrogénée, dans les mêmes conditions que le chlorhydrate de triméthylamine initial.

Le chlorure de méthyle, que nous avons quitté au moment où il remplit la cloche d'un gazomètre, est puisé au moyen d'une pompe aspirante et foulante, et comprimé de manière à déterminer sa liquéfaction à la température ordinaire. Avant d'arriver à la pompe, le gaz doit être parfaitement desséché. Le liquide ainsi obtenu est emmagasiné dans des réservoirs métalliques, à parois résistantes, munis de robinets d'écoulements spéciaux; il est incolore, très-mobile; d'une odeur douce et éthérée. Il bout vers — 23° sous la pression normale de 0m,86. Sa tension de vapeur, assez faible, rend sa liquéfaction, son maniement et son transport très-faciles.

Ainsi :

A	0°	la tension *totale* de sa vapeur est de	2at.	48
	15°	. . . . .	4	11
	20°	. . . . .	4	81
	25°	. . . . .	5	62
	30°	. . . . .	6	05

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il se transporte dans des vases en cuivre et en tôle d'acier contenant depuis 2 kilogr. 500 jusqu'à 200 kilogr. de produit.

Pour arriver à vaincre toutes les difficultés pratiques d'une industrie nouvelle et sans précédents, M. Vincent a déployé beaucoup de sagacité et de persévérance. La fabrication du chlorure de méthyle fonctionne aujourd'hui avec une grande régularité dans une partie de l'usine de M. Brigonnet à Saint-Denis. Elle y est établie sur une échelle qui permet une production de 25 kilog. de chlorure liquide par jour.

A côté de ces dispositions provisoires, qui ont éclairé M. Vincent sur les difficultés à vaincre et sur les moyens de les tourner, le rapporteur a vu avec un vif intérêt les détails de l'installation, presque achevée, d'une fabrication bien plus importante, et qui donnera sans difficulté 800 kilogr. de chlorure de méthyle par jour.

La manière régulière et normale dont fonctionne l'appareil d'essai, ne laisse aucun doute sur le succès qui attend celui de 800 kilogr., qui en est la reproduction agrandie (1).

Le chlorure de méthyle ou éther méthylchlorhydrique, découvert en 1840 par MM. Dumas et Peligot, va donc devenir pour la première fois, et dans un avenir de quelques semaines, un produit commercial, et nous devons nous demander quelles seront ses applications les plus immédiates et les plus importantes.

Les faits connus nous permettent de répondre d'une manière satisfaisante à cette question. Les applications ont, pour ainsi dire, précédé l'obtention facile et industrielle, et surtout sous une forme transportable, du chlorure de méthyle.

M. Vincent à songé à l'utiliser à la production du froid. Nous avons tous applaudi, ici même, il y a quinze jours, les élégantes expériences frigorifiques de l'auteur; et vous vous rappelez avec quelle rapidité il réalisait la congélation du mercure et sa cristallisation. Le chlorure de méthyle étant contenu dans un cylindre métallique, si l'on vient à ouvrir légèrement le robinet de cet appareil renversé, le liquide jaillit immédiatement et peut être reçu dans un vase ouvert. Il entre aussitôt en vive ébullition pendant quelques instants, puis sa surface devient tranquille; on a alors un bain à — 23°, dans lequel on peut plonger les corps que l'on désire refroidir.

Si l'on active l'évaporation du chlorure de méthyle par une simple injec-

(1) Depuis cette époque, l'appareil industriel a été mis en activité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion d'air sec, on peut abaisser de beaucoup la température de a portion restée liquide. Dans ces conditions, le thermomètre descend à environ — 55°.

Ce mode, un peu primitif, ne se prêterait pas aux exigences d'expériences suivies dans un laboratoire scientifique; aussi M. Vincent a-t-il jugé utile d'établir un appareil simple et un peu coûteux permettant de maintenir pendant plusieurs heures un bain liquide incongelable, d'environ un litre, soit à — 23°, soit à une température beaucoup plus basse. Le frigorifère qui a fonctionné sous nos yeux, avec tant de succès, se compose d'un vase cylindrique en cuivre à double paroi, entre les deux enveloppes duquel on peut introduire du chlorure de méthyle liquide, à l'aide d'un robinet spécial.

Celui-ci est formé d'une tige d'acier filetée, terminée par un cône s'appliquant sur un siége en bronze et que l'on peut facilement manœuvrer à l'aide d'une poignée. Une vis s'appliquant sur une rondelle en plomb, étant légèrement desserrée, laisse échapper l'air et permet au chlorure de se précipiter dans l'appareil, lors du remplissage.

Le chlorure de méthyle se trouvant en provision dans un cylindre en cuivre servant à son transport et portant un robinet à vis pareil à celui du frigorifère, on le fait facilement passer dans le dernier appareil au moyen d'un tube en caoutchouc renforcé par des toiles.

On peut introduire ainsi 2 kil. 500 environ de chlorure dans le frigorifère. On verse alors dans le vase central un liquide incongelable, de l'alcool par exemple, pour former le bain dans lequel on pourra plonger tous les corps à refroidir. Tout l'appareil est entouré de matières peu condutrices de la chaleur, comme de la râpure de liége, maintenue par une enveloppe, afin d'éviter l'échauffement par l'air ambiant.

Les choses étant ainsi disposées, l'appareil est prêt à fonctionner et, pour abaisser la température du bain à — 23°, il suffit d'ouvrir le robinet. Le chlorure de méthyle entre aussitôt en ébullition, la température s'abaisse rapidement et, au bout de quelques instants, le bain d'alcool se trouve à — 23°. Si l'on veut obtenir une température beaucoup plus basse, soit — 50°, par exemple, il suffit de relier le tube de sortie du frigorifère à une forte machine pneumatique et de faire le vide.

Les expériences de liquéfaction de gaz et de solidification de liquides, qui exigent encore aujourd'hui l'emploi du protoxyde d'azote ou de l'acide carbonique solide, sont ainsi faciles à réaliser.

M. Vincent a également fait construire un appareil plus complet, portant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une pompe aspirante et foulante, qui permet de faire le vide dans le frigorifère et de liquéfier à nouveau le chlorure de méthyle vaporisé, afin d'éviter sa perte. Ce nouvel appareil, plus coûteux, est appelé à rendre des services pour la production de la glace.

Les frigorifères de M. Vincent se trouveront bientôt dans tous les laboratoires de démonstrations scientifiques, et leurs applications se multiplieront à l'infini. Sans aucun doute, le chlorure de méthyle, livré au prix de 4 fr. le kilogramme, deviendra un des plus précieux agents producteurs du froid.

Mais ce n'est là qu'une de ses applications les moins importantes.

La préparation des couleurs artificielles, dérivées du goudron, saura en tirer, je devrais dire, sait déjà en tirer, un parti avantageux. La nouvelle industrie vient fournir en abondance et à bas prix une matière première réclamée par les producteurs de matières colorantes.

La méthylaniline, le violet de méthylaniline, le violet Hofmann, le vert de méthylaniline, la méthyldiphénylamine, l'éosine méthylée et d'autres produits colorés ou colorables dans lesquels le méthyle joue un rôle quelconque, trouveront dans le chlorure de méthyle un agent générateur remplaçant avec avantage les autres composés méthyliques employés jusqu'à présent, tels que bromure, iodure, nitrate de méthyle. Ces avantages seront ou économiques ou hygiéniques, et permettront d'éviter les dangers d'explosion résultant de l'emploi du nitrate de méthyle.

En résumé, M. Vincent, en créant de toutes pièces l'industrie du chlorure de méthyle et en réalisant sa fabrication sur une grande échelle et à des prix abordables, a rendu un service réel aux arts chimiques. Il a heureusement complété, par là, le cercle des opérations qui lui permettent d'utiliser tous les produits dérivés de la distillation sèche des vinasses.

Nous vous proposons donc de remercier M. Vincent de son intéressante communication et d'ordonner l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé : SCHUTZENBERGER, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 24 *mai* 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TRAVAIL DES ENFANTS.

Rapport présenté à M. LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE, *par* M. DUMAS, *président de la Commission supérieure du travail des enfants et des filles mineures employés dans l'industrie.*

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

J'ai l'honneur, pour la troisième fois, de vous rendre compte, au nom de la Commission supérieure, des résultats obtenus par l'application de la loi du 19 mai 1874 sur le travail des enfants et des filles mineures employés dans l'industrie.

Pour une grande partie du pays, la Commission pourrait se borner à constater la situation satisfaisante qui s'est manifestée pendant l'année 1877, relativement à l'observation de la loi dans les usines de la grande industrie; mais elle est toujours forcée de faire des réserves au sujet des petits ateliers, dont l'inspection rencontre encore plus d'un obstacle.

En ce qui concerne la grande industrie, la prudence, le tact éclairé des fonctionnaires qui, à divers titres, ont reçu la mission de diriger ou de surveiller la mise en pratique de la loi, la bonne volonté des chefs de manufactures appelés à s'y soumettre, les sacrifices qu'ils se sont imposés pour se plier à ses exigences, tout a concouru à aplanir les difficultés qui s'étaient offertes au premier moment.

Aujourd'hui, l'expérience est faite, la loi de 1874 est entrée dans les mœurs de la grande industrie; elle y a désormais droit de cité. A l'honneur de notre pays, chacun des chefs de nos usines importantes lui prêtant son concours, cette loi bienfaisante, à peine promulguée, fait déjà sentir de tous côtés son action moralisatrice.

Les abus signalés pendant les années précédentes, relativement à l'âge d'admission des enfants dans les manufactures, ont à peu près cessé. L'inspection n'a plus rencontré dans les usines, que par rares exceptions, des enfants au-dessous de l'âge réglementaire.

Les rapports constatent, d'ailleurs, que, même dans les fabriques autorisées à les employer, le nombre des enfants de 10 à 12 ans tend de jour en jour à diminuer. Les industriels reconnaissent que ces jeunes ouvriers ne font qu'un service incomplet, et les parents commencent à comprendre qu'il vaut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mieux envoyer les enfants à l'école à un âge où ils sont plus aptes à recevoir l'instruction primaire, qu'à fournir, sans inconvénient pour leur avenir, une main d'œuvre régulière.

La durée du travail dans les grands chantiers de l'industrie commence à rentrer elle-même dans les limites réglementaires, et les inspecteurs n'ont presque plus, sous ce rapport, à constater d'infractions à la loi; ils n'hésitent plus, d'ailleurs, à en exiger l'exécution rigoureuse, surtout lorsqu'il s'agit de la journée entière.

Toutefois, la crise qui a sévi sur certaines des industries méridionales, autorisées à employer des enfants de 10 à 12 ans, a motivé quelques cas de tolérance presque toujours justifiés par la misère des familles, mais sous la condition expresse, cependant, que les enfants participant ainsi aux opérations mécaniques de l'atelier passeraient, au moins, deux heures par jour à l'école et ne perdraient pas l'habitude d'une application purement intellectuelle.

Les modifications, que le rapport de l'année dernière faisait pressentir au règlement déterminant les conditions du travail de nuit et de celui du dimanche, dans les usines à feu continu, ont été réalisées par votre décret du 5 mars 1877.

Les dispositions nouvelles qu'il renferme ont reçu leur exécution dans la majeure partie des usines qu'elles réglementent. Toutefois, certains propriétaires de verreries, affirmant que l'interruption du travail le dimanche causerait un préjudice sérieux à leur production, ont résisté jusqu'à présent et déclarent ne pouvoir s'y soumettre.

Il ne convient pas de leur accorder de nouveaux délais. Une plus longue tolérance créerait, en leur faveur, un privilége que rien ne justifie, au détriment de leurs concurrents qui ont su concilier, avec intelligence et humanité, le soin de leurs intérêts et le respect de la loi.

La suspension du travail pendant une partie du dimanche assure aux jeunes ouvriers le repos de corps et d'esprit indispensable à tous, après une semaine de fatigue. Au double point de vue d'une loyale concurrence entre verriers, et d'une hygiène bien entendue au profit des jeunes ouvriers, la Commission supérieure pense que la loi doit recevoir son application partout et sans retard à ce sujet.

Quelques compagnies houillères, devançant le terme du délai qui leur était accordé, ont réduit à huit heures la durée du travail des enfants dans les mines.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans d'autres localités, au contraire, l'exécution de cette disposition de la loi rencontre des difficultés.

La durée du travail des équipes y étant de dix heures, le travail des enfants ne concorderait plus avec celui des adultes ; la descente dans les puits de mines et la remonte ne coïncideraient pas non plus avec celles des ouvriers et rendraient nécessaires des mesures spéciales de surveillance à l'égard des enfants.

Tels sont les motifs de la résistance. La Commission supérieure n'en méconnaît pas la gravité. Cependant elle ne pense pas qu'il y ait lieu, quant à présent, de songer à une modification de la loi. Elle n'a jamais cru que les nouvelles exigences législatives et les anciennes habitudes industrielles pourraient se mettre d'accord, du premier coup, sans sacrifice réciproque. Mais si l'Administration s'est pliée, par respect pour les intérêts du travail national, à toute modification qui n'altérerait pas le but élevé de la loi, elle ne saurait accepter celles qui en troubleraient sérieusement l'économie.

D'ailleurs, pourquoi une mesure, acceptée sans observation dans certains centres houillers, ne serait-elle pas généralement appliquée? Le bon exemple pourrait-il rester stérile? Laissons le temps faire son œuvre. La comparaison va se poursuivre pendant l'année 1878 entre les divers centres houillers, et ses résultats deviendront l'objet d'une étude sérieuse et de prescriptions définitives.

Un décret du 3 mars 1877 a ajouté quatorze industries à la nomenclature des établissements insalubres ou dangereux, dans lesquels l'emploi des enfants est interdit.

Les rapports des inspecteurs constatent que cette disposition nouvelle, si heureuse et si bien motivée, a été acceptée sans observations.

Il y a lieu de se féliciter de ce résultat. Les ouvriers adultes se montrent si souvent insouciants des dangers qu'ils connaissent, qu'on ne saurait trop écarter les enfants des dangers qu'ils sont incapables de comprendre et leur épargner des responsabilités au-dessus de leur âge.

Vous apprendrez avec plaisir, monsieur le Président, que vos désirs se réalisent à l'égard de l'instruction primaire.

Si quelques difficultés d'interprétation des règlements subsistent encore, elles ont été signalées et deviendront l'objet de l'étude de la Commission dès que les inspecteurs auront fait connaître les résultats de la pratique sur les divers points du pays.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le nombre des écoles privées de fabrique, créées depuis la mise à exécution de la loi, qui s'élevait à 150 environ au 1er janvier 1877, a été porté, dans le cours de cette année, à 237, fréquentées par 9 600 enfants des deux sexes.

Si on y ajoute 60 cours spéciaux, institués par quelques grandes municipalités ou par la Société de protection des enfants employés dans l'industrie, et qui reçoivent environ 1 950 enfants, filles et garçons, on voit que la loi de 1874, en moins de 30 mois, est venue assurer le bénéfice de l'instruction primaire à plus de 11 500 enfants qui seraient restés dans l'ignorance.

Les dispositions excellentes concertées entre les deux Ministères du commerce et de l'instruction publique, ont produit, d'ailleurs, des effets immédiats. Leur caractère pratique, en rendant plus facile le choix des maîtres et plus prompte la délivrance des certificats réguliers d'instruction primaire aux élèves, a permis de multiplier les écoles et de supprimer toutes les formalités sans objet.

Il est telle circonscription où le nombre des enfants illettrés, employés dans les usines se trouve maintenant réduit à 2 pour 100, beaucoup où il ne dépasse pas 10 p. 100.

Les directeurs des établissements qui emploient des enfants constatent que leur travail s'améliore à mesure que leur instruction s'étend. Ils reconnaissent que le recrutement de la jeune population ouvrière n'en est pas entravé. De leur côté, les parents s'habituent à respecter l'avenir de leurs enfants. Dans toute localité où quelques illettrés ont été exclus des ateliers, cet exemple a suffi pour ramener les familles au sentiment du devoir.

Si de tels résultats ne sont pas encore réalisés partout, il faut s'en prendre plutôt aux habitudes générales de la population ouvrière qu'à la résistance des chefs d'industrie. Ce qu'il convient d'exciter c'est donc la louable émulation des familles d'ouvriers; ce qu'il faut obtenir c'est leur conviction et leur coopération active.

Les difficultés que rencontre la sérieuse application de la loi ne seront pas encore vaincues, tant qu'on n'aura soumis à son application que les manufactures, usines ou ateliers de quelque importance, dont l'existence ne saurait être dissimulée. Les directeurs ou administrateurs de tels établissements sont connus, instruits et, en général, animés de sentiments élevés; les enfants qu'ils emploient appartiennent à des familles qui, travaillant elles-mêmes dans l'usine, continuent leur surveillance et ne sont pas dans la misère.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais il en est autrement des petits ateliers, où deux, trois, quatre enfants travaillent éloignés des leurs, au profit du maître ou de la maîtresse qui les occupe.

Aucune notoriété ne signale l'atelier. Les patrons, presque toujours peu éclairés eux-mêmes, ne portent aucun intérêt à l'instruction des enfants qui leur sont confiés par des parents insouciants. Les uns et les autres ignorent l'existence de la loi ou feignent de l'ignorer. L'inspection est impuissante contre ce mal.

Il ne faut pas se dissimuler cette situation. La grande industrie qui, en beaucoup de cas, n'avait pas attendu la promulgation de la loi, s'est presque toujours empressée d'y satisfaire. Les petits ateliers, au contraire, échappent le plus souvent à son application.

Sous ce rapport, ainsi qu'à l'égard de l'organisation des cours du soir, l'Administration et la municipalité de la ville de Paris, fidèles à leurs traditions, ont fait les efforts les plus sérieux pour arriver à soumettre les petits ateliers au régime de la loi et pour ouvrir des écoles de divers degrés à la portée des apprentis.

L'année prochaine, les résultats de cet ensemble de mesures pourront être exposés devant la Commission et offerts comme exemple aux grandes villes industrielles.

Le législateur comptait sur le bon fonctionnement des commissions locales, mieux placées que l'inspection pour entrer dans ce détail ; ce concours lui a fait défaut.

On constate avec regret que, sauf de rares exceptions, en 1877, ces commissions, si ce n'est à Paris, où elles ont visité avec soin divers quartiers importants, recueilli des observations d'un sérieux intérêt et posé des questions qui témoignent de la plus sincère sollicitude, n'ont pas plus activement fonctionné cette année que par le passé.

La mise à exécution de la loi et la surveillance protectrice de l'enfance ouvrière reposeraient donc presque tout entières sur le petit nombre d'inspecteurs qui ont reçu cette mission de l'Etat, si on ne devait pas compter sur les sentiments des chefs de fabrique et sur l'intérêt des chefs de famille. Peu à peu, chacun d'eux comprenant mieux leurs responsabilités et leurs devoirs, l'influence des mœurs publiques rendra sans doute les abus plus rares. Pendant quelques années, cependant, les soins des inspecteurs de l'Etat seront impuissants à suffire à l'étendue de la tâche qui leur est imposée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Commission supérieure est d'avis que, partout où les commissions locales ne fonctionnent pas, le nombre des inspecteurs des départements devrait être augmenté. Quelques conseils généraux ont voté les fonds nécessaires, mais il importe de généraliser ces dispositions.

Les commissions locales, en supposant même leur fonctionnement dans tous les centres industriels qui en exigeraient, n'auraient pas de moyens d'information suffisants.

Les ateliers qui emploient des enfants ne pourraient être réellement surveillés, dans les grandes villes, qu'autant qu'une statistique bien tenue en ferait connaître l'existence et en signalerait les déplacements. L'attention particulière de l'inspection doit être portée sur ce point, et il faut espérer qu'en faisant usage de toutes les ressources dont l'Administration dispose, on sera bientôt en possession des documents nécessaires pour diriger le travail de la surveillance.

Pour toute la population de ces petites chambrées, maîtres, maîtresses, enfants ou leurs familles, la loi n'existe pas. Il est urgent d'en exiger l'affichage dans tout atelier où des enfants sont employés.

De même que le Ministre de l'instruction publique a consenti à une interprétation pratique indispensable de la loi sur l'instruction primaire, M. le garde des sceaux n'a pas laissé ignorer l'importance que l'administration de la justice attache au succès des mesures édictées dans l'intérêt des enfants employés dans l'industrie.

Il ne faudrait pas juger de la valeur des moyens de répression par ce fait, que 154 procès-verbaux seulement ont été déférés aux tribunaux dans le courant de l'année 1877. Ils ont été presque toujours suivis de condamnations pécuniaires, il est vrai, et les magistrats ont appliqué les peines sans atténuation dans les cas de récidive.

Mais les contraventions constatées ont été plus nombreuses; seulement les inspecteurs ont consenti à suspendre l'action judiciaire, toutes les fois qu'ils ont vu les industriels qui les avaient commises se soumettre à la règle. S'inspirant des sentiments de bienveillante fermeté de l'administration qui les dirige, ils ne se résignent à sévir qu'après plusieurs avertissements infructueux et lorsqu'ils rencontrent une véritable insouciance ou une incurie systématique.

Les progrès réalisés dans l'application de la loi pendant l'année 1877 peuvent donc être considérés comme très-satisfaisants ; le but qu'on avait en vue est, en grande partie, atteint, et l'enfance ouvrière commence à recueil-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lir, dans une large mesure, les bénéfices de la protection que le législateur entendait lui garantir.

En effet, dans toutes les grandes usines du moins, l'enfant voit ses droits mieux respectés, sa santé plus ménagée et son instruction primaire assurée. Le père de famille ne peut plus négliger ses obligations, l'enfant trop jeune ou illettré lui est rendu, la surveillance administrative resserre chaque jour son cercle d'action, et l'intervention de la puissance publique, dont la magistrature n'a ménagé les premiers effets que pour en rendre la sévère application plus équitable, est toujours prête, au besoin, à rappeler aux industriels leurs devoirs.

Cet exposé vous donnera la preuve, monsieur le Maréchal, j'en ai la ferme espérance, que si la Commission supérieure n'a pu faire pénétrer encore la mise en pratique de la loi dans les petits ateliers de famille, s'inspirant des pensées généreuses qui vous animent, elle n'a rien négligé, du moins, soit pour écarter des jeunes ouvriers des grandes fabriques les dangers physiques résultant d'un travail prématuré ou excessif, soit pour les soustraire à cet abaissement intellectuel ou moral auquel l'ignorance condamne ses victimes.

(*Journal Officiel.*)

CONSTRUCTIONS NAVALES

RAPPORT FAIT PAR M. LE GÉNÉRAL MORIN SUR UNE « NOTE SUR LA VENTILATION DU TRANSPORT L'ANNAMITE », PRÉSENTÉE PAR M. BERTIN, INGÉNIEUR DES CONSTRUCTIONS NAVALES (1).

« L'Académie n'a pas oublié que, sur un Rapport de M. Dupuy de Lôme, elle a décerné à M. Bertin, ingénieur de la marine, le prix des Arts insalubres, pour son étude sur la ventilation du bâtiment transport-écurie *le Calvados*.

« L'examen de ce Mémoire avait antérieurement fait l'objet d'un Rapport présenté, par l'un de nous, à l'Académie, dans sa séance du 2 février 1873, et concluant à son insertion dans le Recueil des *Savants étrangers*.

« Les résultats obtenus par des dispositions simples pour le renouvellement de l'air dans ce bâtiment, destiné primitivement aux chevaux de la cavalerie, ont été assez remarquables pour décider le Ministre de la Marine à faire appliquer le même système

(1) Ce rapport a été fait, au nom d'une commission composée de MM. le vice-amiral Pâris, Dupuy de Lôme et le général Morin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à quatre grands bâtiments à vapeur, affectés aux transports qui, tous les deux mois, conduisent de Toulon à Saïgon, et *vice versa*, un personnel d'environ 600 passagers, dont une centaine, officiers, sous-officiers ou assimilés par grade, sont logés dans des chambres comme sur les paquebots, tandis que les simples rationnaires ont des hamacs comme les matelots et sont placés dans l'entrepont, appelé *batterie basse*, où il ne leur est alloué que $2^{m.c.}00$ environ d'espace par individu.

« Mais, outre les passagers valides et déjà bien nombreux, ces transports sont destinés à recevoir, dans un établissement spécial, jusqu'à cent et quelques malades, souvent déjà gravement atteints de la dyssenterie endémique de la Cochinchine et pour la conservation desquels on doit prendre toutes les précautions que conseille la science.

« La première de toutes, pour des voyages de long cours dans des régions tropicales, est d'assurer la salubrité du navire par une abondante ventilation.

« Nous ne rappelons pas les tristes accidents qui ont été signalés déjà dans les traversées de l'Inde, dans lesquelles des passagers valides ont été complétement asphyxiés, et nous ne reviendrons pas davantage sur la description, qui a été antérieurement donnée, des dispositions adoptées pour le bâtiment *le Calvados*.

« Nous nous bornerons à dire que l'emplacement choisi pour servir d'hôpital occupe la batterie haute, vers le milieu du navire, pour éviter aux malades la fatigue produite par le mouvement du tangage et par les trépidations de l'hélice.

« L'air nouveau y est introduit près du plafond, aux extrémités d'amont et d'aval, par un grand nombre d'orifices disposés transversalement, et l'air vicié est aspiré vers le centre de la salle par des conduits placés de même, qui le déversent immédiatement dans l'enveloppe de la cheminée.

« Les proportions adoptées ont été calculées dans l'hypothèse où il y aurait 112 malades, à chacun desquels on assurerait un renouvellement d'air de 46 mètres cubes par heure, ce qui correspondrait à en évacuer par heure, en totalité, un volume de 5 152 mètres cubes.

« Ce chiffre a été dépassé par les épreuves. On a, en effet, obtenu, pour l'hôpital, ceux qui sont inscrits dans le tableau suivant :

*Résultat des expériences faites sur la ventilation du transport l'*Annamite.

Foyers allumés.	Volumes d'air évacué par heure de l'hôpital.	Observations.
	m.c.	
Deux foyers auxiliaires seuls.	8 210	Le 8 août 1877.
Quatre chaudières seulement sur huit.	8 943	Le 11 août 1877, après trois heures de marche.
Moyenne pour 112 lits. . . .	8 576	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit 75 à 80 mètres cubes d'air évacué par heure, volume largement suffisant pour assurer la salubrité d'un hôpital quelconque.

« Pour les passagers valides, qui devaient être logés dans la batterie basse, les proportions adoptées avaient été calculées pour assurer à chacun d'eux un renouvellement d'air de 30 mètres environ, ce qui, pour 550 lits, correspondrait à 16 500 mètres cubes par heure ou à un renouvellement complet en 8′,5″, soit plus de sept fois par heure.

« Ici encore les résultats ont dépassé les prévisions et l'on a obtenu les effets suivants :

*Résultat des expériences faites sur la ventilation du transport l'*Annamite, *le 8 août* 1877.

Foyers allumés.	Volumes d'air évacués par heure de la batterie basse. m.c.	Observations.
Les deux foyers auxiliaires seuls.	18 195	
Quatre chaudières seulement sur huit. . .	20 083	Après trois heures de marche.
Moyenne pour 550 lits. . . .	19 139	

soit $34^{m.c.},6$ par lit.

« Il résulte des deux tableaux précédents que, dans les expériences citées, le volume d'air total évacué a été de 27 727 mètres cubes par heure.

« Les dispositions adoptées facilitent tellement la circulation de l'air que, pour peu que l'action de la chaleur solaire ou celle de brises légères se fasse sentir, il se produit, sans le secours d'aucune chaleur auxiliaire autre que celle des cuisines, une ventilation naturelle, qui suffirait seule à la conservation de la charpente des navires en bois, avantage subsidiaire d'une grande importance.

« C'est ainsi que, le 9 août 1877, le bâtiment étant au mouillage à Toulon, par un beau temps, une température extérieure de 20 degrés et une brise d'ouest de $6^{m},90$ de vitesse, on a constaté les évacuations suivantes :

	Par heure. m.c.	Par heure et par lit. m.c.
Hôpital.	5 910	53
Batterie basse.	15 380	28
	21 290	

« Mais il est des circonstances qui ne sont pas à beaucoup près aussi favorables et qu'il ne faut pas perdre de vue : ce sont les temps de calme plat et de températures très-élevées de l'air, sans soleil, où la cheminée n'étant plus échauffée naturellement, il faut recourir à la chaleur artificielle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« C'est précisément pour des cas pareils que les dispositions adoptées pour les transports sont d'un effet précieux pour la salubrité.

« Aux résultats des expériences directes, que l'on vient de citer, nous nous bornerons à joindre l'extrait suivant du Rapport officiel adressé au Ministre de la Marine sur les effets généraux constatés dans la traversée du bâtiment *l'Annamite* à son retour de la Cochinchine :

« L'aération de l'hôpital a toujours été aussi parfaite qu'on peut le désirer.

« Celle de la batterie basse n'a pas été moins bonne. Par les plus fortes chaleurs cette batterie était non-seulement très-habitable, mais pour ainsi dire fraîche. La nuit, les sabords étant fermés et les hommes couchés, la circulation de l'air était si bien établie que la chaleur y était moindre que dans les logements de l'arrière (réservés aux officiers et aux passagers de 1re classe), et la batterie complétement dégagée des odeurs malsaines qui résultent ordinairement d'une grande agglomération de personnel.

« En un mot, ce système d'aération a donné les résultats pratiques les plus satisfaisants. »

« Il n'est pas inutile de faire remarquer en terminant que, si, pour déterminer une ventilation régulière et énergique, il était nécessaire ou même utile de recourir à l'emploi des appareils mécaniques, c'est surtout à bord des bâtiments à vapeur que leur installation pourraît être facile et économique, et que l'on est, au contraire, parvenu ici à s'en passer par la simple application des principes élémentaires de la Physique.

« L'Académie, qui a déjà couronné les premiers essais de M. Bertin, sur le bâtiment *le Calvados*, destiné au transport des chevaux, jugera sans doute que l'application des mêmes principes aux bâtiments qui transportent nos soldats et nos marins, valides ou malades, dans les régions tropicales est encore plus digne de son intérêt.

« Votre Commission vous propose d'ordonner l'insertion du nouveau travail de l'auteur dans le recueil des *Mémoires des savants étrangers*, et d'adresser une expédition de ce Rapport à M. le Ministre de la Marine. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

NOTE SUR LA VENTILATION DE L'ANNAMITE, PAR L. E. BERTIN, INGÉNIEUR DE LA MARINE.

A bord du transport l'*Annamite*, les dispositions ont été prises pour la ventilation des postes de passagers, en suivant les principes précédemment appliqués à bord du *Calvados*. La quantité d'air frais nécessaire, soit pour chaque homme valide, soit pour chaque malade, a été fixée, comme sur le *Calvados*, d'après les données sur la ventilation des édifices à terre consignées dans les ouvrages de M. le général Morin. La section des conduits et toutes les dimensions de l'appareil ont ensuite été déterminées en se basant sur l'expérience du *Calvados*, et non plus sur les calculs qui avaient guidé pour une première application et qui sont exposés en détail dans l'*Étude*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur la ventilation d'un transport-écurie (1). Les essais, commencés à Cherbourg devant une commission et continués pendant la première traversée du bâtiment, ont fait connaître que les résultats cherchés sont obtenus avec précision, et ils permettent de se rendre compte des conditions hygiéniques qui seront réalisées dans le service courant.

L'*Annamite* présente de plus, au point de vue de l'aération et par suite de la conservation de sa charpente en bois, et au point de vue du renouvellement de l'air dans les étages inférieurs non habités, des dispositions particulières, qui sont d'une importance secondaire, mais qui, cependant, paraissent concourir assez activement à la salubrité générale du bâtiment pour mériter d'être signalées, en vue de leur reproduction possible sur les transports en fer du même type actuellement sur chantiers.

Le personnel à transporter, avec le service actuellement établi entre Toulon et Saïgon qui comporte un départ tous les deux mois, se compose de 600 passagers environ, dont une centaine, officiers, sous-officiers ou assimilés, sont logés dans des chambres comme sur les paquebots. Les simples rationnaires divisés, au besoin, en deux bordées qui se succèdent dans le poste de couchage, ont des hamacs comme les matelots ; chaque hamac n'occupe guère qu'un mètre carré de surface horizontale, ce qui correspond à deux mètres cubes de volume dans l'entre-pont. Parmi les passagers rationnaires de l'entrepont, il y a, au retour, jusqu'à cent convalescents, ou soldats classés comme dignes d'obtenir un congé à leur arrivée en France.

L'hôpital du bord, qui mérite une étude toute particulière, reçoit, au départ de Saïgon, quatre-vingt malades environ, dont la moitié atteints gravement; rien ne doit être négligé en faveur de cette classe de passagers, auxquels la Marine a surtout songé en multipliant les départs. L'état sanitaire de la Cochinchine varie notablement suivant la saison : la proportion précédente de malades n'est pas souvent atteinte aux départs de Saïgon en janvier et mars, tandis qu'elle peut être dépassée en juillet. La maladie dominante est toujours la diarrhée endémique de Cochinchine, qui présente, plus que toute autre, le danger de laisser derrière elle des germes infectieux d'une certaine permanence, exigeant des mesures énergiques d'assainissement.

Malgré des progrès importants réalisés dans les installations intérieures, et malgré tous les soins pris pour assainir tout le navire après chaque traversée, les anciens transports, qui, du reste, n'avaient point été construits en vue du service de Cochinchine, n'ont jamais complétement échappé aux dangers qui résultent de l'entassement d'un personnel nombreux dans un espace non ventilé, et, même dans les conditions ordinaires, hors des cas d'épidémie, il s'est produit de temps à autre des accidents graves, parmi les passagers valides. Aussi, dès les premières études relatives aux nouveaux bâtiments à construire, les soins à donner à la ventilation furent-ils l'objet de

(1) Mémoires de l'Académie des sciences, Recueil des savants étrangers, t. XXII, n° 7.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

préoccupations spéciales ; les instructions ministérielles prescrivaient, d'ailleurs, non-seulement de se préoccuper de l'hygiène, mais encore de donner aux logements tout le confortable possible, en s'écartant, au besoin, des habitudes de la marine militaire (1). A ce moment l'installation du *Calvados* n'étant pas encore essayée, aucune disposition ne fut indiquée particulièrement, aucune ne fut proposée et, jusqu'en 1874, l'amélioration des moyens d'aérage, comparativement à l'ancien type de transports, resta un vœu non réalisé. Le projet relatif aux dispositions actuelles de la batterie basse et de l'hôpital de l'*Annamite,* fut préparé à la fin de 1874, et approuvé immédiatement; la dépêche ministérielle du 13 novembre 1874 reconnut qu'il était de nature à donner satisfaction à un désidératum des plus importants pour le service de la Cochinchine; son application fut étendue aux trois transports mis plus tard en chantier. Ce retard, dans l'étude du système de ventilation, a eu ce résultat, que les dispositions de la charpente, arrêtées en 1872 et 1873, ne présentent pas, pour l'établissement des conduits d'air, les facilités que l'on eût pu se donner sur des navires neufs.

Le projet de 1874 a subi de légères modifications, lors de la préparation du plan général des emménagements. Les deux planches 83 et 84 représentent, en détail, la ventilation des entreponts habités telle qu'elle a été exécutée. Une simple description suffira pour faire connaître les mesures relatives à la conservation de la membrure en bois et à l'assainissement des cales et des faux-ponts.

La batterie basse, qui sert de logement à la partie de beaucoup la plus nombreuse du personnel et dont les sabords doivent, le plus souvent, être fermés à la mer, est celle qui réclame la ventilation artificielle la plus énergique. La partie centrale constitue un vaste poste où l'on peut coucher, à la fois, jusqu'à 480 hommes, ceux qui sont valides, dans des hamacs, les convalescents, dans des couchettes démontables. A l'arrière, sont les logements des passagers de 3e classe et des femmes rationnaires, pouvant recevoir 38 personnes. La partie avant est un poste d'équipage, où coucheront 120 matelots. On peut compter que les passagers du poste central ne seront pas au nombre de plus de 400, et que ceux du poste arrière ne seront pas plus de 30, sauf dans des cas très-exceptionnels; encore ces derniers, très-largement logés, reçoivent-ils, par les écoutilles, une aération probablement suffisante. La quantité d'air nécessaire, estimée à raison de $30^{m.c.}$ par heure et par homme, est donc au plus, pour tout l'entre-pont, de $550 \times 30 = 16\,500^{m.c.}$ par heure ; ce débit d'air, en vue duquel les dimensions de l'appareil ont été calculées et qui est sensiblement celui obtenu, correspond au renouvellement complet de l'air de l'entrepont en 8,5 minutes.

Dans la batterie basse, l'arrivée et la sortie de l'air sont disposées exactement comme sur le *Calvados,* et le mouvement de l'air est obtenu par les mêmes moyens. Les manches à air M, M, dont l'effet s'ajoute à celui des panneaux P, P, ouverts dans

(1) Programme joint à la dépêche du 14 février 1872.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les ponts, amènent l'air frais dans les conduits longitudinaux de distribution *a*, *a*, *a*, régnant de l'avant à l'arrière, aussi près que possible du plan diamétral. L'air vicié est aspiré, à babord et à tribord, par les bouches d'appel *b*, *b*, ouvertes le long de la muraille, un peu au-dessus du pont : il suit des canaux d'évacuation C, C, C, dont les mailles de la membrure constituent la portion verticale, et il arrive à deux foyers d'appel F, situés entre le groupe de chaudières avant et le groupe de chaudières arrière ; de là, il est aspiré dans l'enveloppe de la cheminée E, E, en vertu de l'échauffement produit, soit par la cheminée, qnand les feux sont allumés, soit par les foyers d'appel F, dans la marche à la voile et au mouillage, et, dans tous les cas, en vertu d'un tirage naturel qui ne s'interrompt jamais.

Comme on le voit sur la planche 83, fig. 1 et 2, les conduits collecteurs d'air vicié sont placés dans la batterie, aux extrémités avant et arrière du navire ; il ne descendent à la cale que dans la chambre des machines et des chaudières pour aller occuper l'angle inférieur des soutes à charbon : il font ainsi un coude de plus que sur le *Calvados*, et doivent offrir un peu plus de résistance au mouvement de l'air. Cette petite complication est due à l'existence des cloisons étanches, qu'il convenait de ne pas traverser afin de n'avoir pas à rendre étanche le réseau des conduits d'air lui-même. Dans l'enveloppe de la cheminée, au contraire, les conduits d'évacuation ont une forme beaucoup plus simple que sur le *Calvados*, et sont beaucoup mieux disposés pour le mouvement régulier et facile de l'air extrait ; ils sont aussi beaucoup mieux exposés à l'action de la chaleur solaire.

La batterie haute, qui renferme les logements des passagers de première et de deuxième classe, l'hôpital et un poste d'équipage moins important que celui de la batterie basse, est suffisamment aérée, dans les parties consacrées aux hommes valides, par les écoutilles, qui sont nombreuses, et par les sabords, qui sont le plus souvent ouverts. Dans l'hôpital, la ventilation artificielle est indispensable, pour les jours où les sabords seront fermés et pour ceux où la brise ne soufflera ni de babord ni de tribord. De plus, il ne suffit pas que le renouvellement de l'air, dans l'hôpital, soit suffisant ; il importe encore qu'il satisfasse à certaines conditions particulières. L'hôpital est placé vers le milieu du navire, afin d'éviter aux malades la fatigue produite par le mouvement de tangage et les trépidations de l'hélice ; il est ainsi entouré de logements qu'il faut tenir à l'abri de l'air infect ; le courant d'air, dans l'hôpital, doit donc être dirigé des extrémités vers le centre, l'air frais étant amené à l'avant et à l'arrière, et l'air vicié étant aspiré dans la partie centrale. La ventilation artificielle adoptée satisfait bien à cette exigence : les canaux de distribution et les canaux d'appel sont disposés transversalement et logés entre barrots, les premiers *g*, *g*, *g*, placés, autant que possible, près des cloisons avant et arrière (1), reçoivent l'air des manches N, N, les

(1) Des motifs particuliers à l'*Annamite*, relatifs à la solidité du barrotage, ont empêché à l'ar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seconds *d*, *d*, *d*, tombant naturellement au centre, vont déboucher directement dans l'enveloppe de la cheminée, dont ils occupent les secteurs avant et arrière H, H. Il est à remarquer que les bouches d'appel se trouvent ainsi très-favorablement disposées, pour faire disparaître toute trace d'odeur pouvant venir des tambours extérieurs où sont les bouteilles de l'hôpital. Chaque tambour extérieur a lui-même reçu un appareil de ventilation particulier, consistant en une manche à air *n* qui débouche dans le vestibule d'entrée et deux aspirateurs *k* qui font appel dans le banc creux.

L'appel de l'air vicié de l'hôpital, sous l'action de la chaleur perdue de la cheminée, quand les feux sont allumés, se fait d'après le même principe que pour l'air vicié de la batterie basse ; la hauteur du conduit formant cheminée d'appel est moindre, mais la résistance des conduits est beaucoup plus faible. Les foyers d'appel n'ont qu'un effet très-indirect sur la ventilation de l'hôpital ; ils peuvent seulement agir par l'entraînement de l'air vicié de la batterie sur celui de l'hôpital, quand les courants se mêlent, au-dessus des cloisons qui sectionnent l'enveloppe de la cheminée. La crainte de voir la ventilation de l'hôpital devenir insuffisante, quand les foyers des grandes chaudières sont éteints, avait fait disposer un tuyautage pour lancer, dans les canaux d'évacuation, les jets de vapeur pris sur les chaudières auxiliaires. L'intensité constatée pour le tirage dans toutes les conditions possibles, rend ces jets absolument inutiles ; l'envoi de la vapeur par les buses adoptées n'augmenterait jamais de plus du quart la vitesse de sortie de l'air.

Le projet de ventilation a été préparé pour l'hôpital, en supposant 112 malades et en attribuant à chacun d'eux 46 $^{m.\ c.}$ d'air par heure, ce qui fait 5 200 $^{m.\ c.}$ en totalité.

En supposant, pour les conditions moyennes, le chiffre déjà indiqué de 80 malades, soit 30 dans la partie avant qui contient 35 couchettes à roulis et 50 dans la partie arrière, qui renferme 66 postes quand on occupe un seul étage des couchettes doubles, et en donnant 66 $^{m.\ c.}$ par heure aux 30 premiers et 50 $^{m.\ c.}$ aux 50 autres, on arriverait à 4 300 $^{m.\ c.}$ seulement, dont 1 800 $^{m.\ c.}$ pour la partie avant et 2 500 pour la partie arrière. Ce dernier débit correspondrait à un renouvellement complet de l'air de l'hôpital en 7, 1 minutes ; il n'est guère, comme on le verra tout à l'heure, que la moitié du débit réel constaté dans les essais.

Dans l'hôpital, aussi bien que dans la batterie basse, le courant qui renouvelle l'air se répartit dans l'entre-pont suivant une section considérable, de manière à n'avoir nulle part de vitesse gênante ; de plus, son trajet est très-court, des bouches de distribution aux bouches d'appel, de telle sorte que chaque homme reçoit de l'air qui n'a traversé qu'un très-petit nombre de postes de couchage.

---

rière de disposer une manche unique à l'emplacement le plus convenable entre le grand mât et l'écoutille de la machine ; cette dernière disposition, qui sera adoptée sur les transports en fer, a été figurée sur la planche 83.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les seuls courants d'air par lesquels on pourrait être incommodé, seraient produits par les jets s'échappant, quand la brise est fraîche, des canaux où les manches à vent débouchent; afin de permettre de se tenir à l'abri de tout inconvénient de ce côté, des registres à papillon ont été placés dans toutes les manches. Les courants produits par l'aspiration de l'air, sont, même près des bouches d'appel, très-peu sensibles, si vif que soit l'appel, parce qu'à partir de la bouche, ils se répartissent suivant une surface sphérique; en conséquence, les bouches d'appel n'ont pas reçu de registres.

Pour déterminer la section des canaux d'évacuation, on avait l'exemple du *Calvados*, sur lequel la vitesse, dans l'enveloppe résultant du seul échauffement produit par la cheminée, s'est élevée à $1^{m},97$ et n'a jamais été inférieure à $1^{m},31$. Sur l'*Annamite*, avec une cheminée beaucoup plus grande relativement à l'enveloppe et une résistance à peu près égale pour la totalité du conduit, il était permis de compter sur une vitesse minimum de $1^{m},50$, qui a été, en effet, toujours dépassée. Les conduits de la batterie basse ont reçu ensemble $3^{m.q.}$ de section, de manière à donner par heure, à la vitesse moyenne de $1^{m},50$ un débit de $8\,200^{m.c.}$, nombre peu différent des $8\,600^{m.c.}$ indiqués plus haut. Pour l'hôpital, une section totale de $1^{m.q.},2$ a été donnée aux conduits, de manière à obtenir, à la vitesse de $1^{m},50$, un débit de $5\,040^{m.c.}$ par heure, au lieu de $4\,300^{m.c.}$ supposés nécessaires. En prenant ainsi à babord et à tribord deux conduits de $1^{m.q.},50$ et à l'avant et à l'arrière deux conduits de $0^{m.q.},60$, on a laissé, dans l'enveloppe de la cheminée, quatre secteurs de $0^{m.q.},5$ de section chacun, qui sont restés libre pour l'évacuation de l'air chaud de la chambre de chauffe et du faux pont autour de la cheminée.

En installant les fours, les cuisines, les chaudières auxiliaires, on a fait déboucher toutes leurs cheminées dans les canaux d'évacuation de l'enveloppe, ce qui a fait subir à ceux-ci, sur 1^{m} de hauteur environ, un étranglement indiqué sur le plan. Le tirage produit par la fumée des différentes petites cheminées, fait plus que compenser l'accroissement de résistance des conduits dû à cet étranglement local.

Les foyers d'appel qui ne sont plus, sur *l'Annamite*, qu'un organe tout à fait secondaire de la ventilation, le bâtiment étant essentiellement destiné à marcher à la vapeur, ont reçu ensemble une surface de grille de 0,32 égale au tiers, seulement, de celle du *Calvados;* la combustion est peu active, et l'on n'est pas parvenu, dans les essais, à brûler plus de 10 kil. de charbon par heure, en tout, dans les deux foyers; il serait bon de porter à $0^{m.q.},25$, la surface de grille totale.

La hauteur totale de la cheminée est de 21^{m} au-dessus des grilles des chaudières, et de $21^{m},40$ au-dessus des foyers d'appel, ce qui fait $8^{m},70$ seulement de saillie au-dessus du pont du roufle.

La section totale des écoutilles, débouchant dans la batterie basse, est de $35^{m.q.}$, et celle des six manches à air des canaux des distributions est de $2^{m.q.}20$. La somme des sections des manches à air de l'hôpital est de $1^{m.q.}5$.

Les expériences sur le rendement de l'appareil commencèrent en juin 1877. L'ap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pareil employé pour mesurer la vitesse de l'air, un anémomètre très-sensible à compteur électrique construit par M. Salleron, s'était faussé dans des expériences sur le tirage forcé à bord de la *Résolue*, et il fournit d'abord des indications inexactes; il fut réparé et gradué à nouveau, pour les expériences de la commission qui eurent lieu dans le mois d'août.

Le 8 août on profita des essais à la voile pour expérimenter l'appareil avec les foyers d'appel allumés, et les feux des chaudières éteints. Les observations faites dans les canaux d'évacuation de l'enveloppe de la cheminée, donnnèrent en moyenne, pour l'ensemble de la journée, les résultats suivants :

	BATTERIE BASSE		HOPITAL		TOTAL.
	TRIBORD.	BABORD.	AVANT.	ARRIÈRE.	
Vitesse d'évacuation.....	m. 1,96	m. 1,95	m. 1,95	m. 2,50	»
Débit d'air vicié par heure.	8 532mc.	9 663mc.	3 170mc.	5 040mc.	26 405mc.

La quantité de charbon brûlé par heure fut de 7k seulement. Le débit d'air vicié dû à l'effet des foyers d'appel pour cette faible dépense de combustible qui ne produisait dans les canaux qu'un échauffement de 2°, n'aurait certainement pas dépassé 1 400m.c. par heure; le tirage observé était en grande partie le tirage naturel favorisé par une brise très-fraîche (brise n° 6) et un temps clair. Le tirage a varié, du reste, suivant l'allure du navire, comme l'indique le tableau suivant, où sont inscrits les débits, à différentes heures de la journée.

HEURES DES OBSERVATIONS.	BATTERIE BASSE		HOPITAL		TOTAL.
	TRIBORD.	BABORD.	AVANT.	ARRIÈRE.	
	m.c.	m.c.	m.c.	m.c.	m.c.
9 heures.	8 073	9 936	8 246	3 276	29 531
11 —	10 135	8 545	2 240	6 985	27 905
2 —	8 073	10 433	3 364	3 951	26 821
3 —	7 849	9 377	2 392	5 947	25 925

L'influence des foyers d'appel se manifeste par ce fait que, dans les canaux d'éva-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cuation de la batterie basse, la vitesse de l'air a moins varié que dans ceux de l'hopital.

Les expériences avec les chaudières allumées et les foyers d'appel éteints, eurent lieu le **11** août. Au commencement de la journée, on marchait à **8** chaudières ; dans ces conditions, on releva les vitesses dans l'enveloppe, une heure après la mise en train de la machine, sans attendre que l'échauffement eût atteint sa valeur définitive. Les débits observés, furent les suivants :

BATTERIE BASSE		HOPITAL		TOTAL.
TRIBORD.	BABORD.	AVANT.	ARRIÈRE.	
m.c. 8 072	m.c. 8 768	m.c. 1 535	m.c. 4 385	m.c. 22 760

Une heure et demie après le départ, on éteignit les feux des deux chaudières arrière, en vue des essais de machine à faire ce jour-là, et on continua les observations sur la ventilation. Malgré l'extinction de quatre foyers, la température dans l'enveloppe continua à s'élever, et, trois heures après le départ de la rade, les débits trouvés furent :

BATTERIE BASSE		HOPITAL		TOTAL.
TRIBORD.	BABORD.	AVANT.	ARRIÈRE.	
m.c. 9 207	m.c. 10 876	m.c. 3 476	m.c. 5 469	m.c. 29 028

Après une marche prolongée, à huit chaudières, ces derniers chiffres auraient été très-notablement dépassés, puisque, dans le conduit avant de l'hopital, le seul où l'extinction des chaudières arrière n'ait pu produire d'effet, la vitesse de l'air a doublé d'une expérience à l'autre, tandis que cette vitesse augmentait de moins du quart dans les trois autres canaux. Il est permis de supposer que le débit total se serait élevé à **35 000**$^{m.\,c.}$ ou même à **40 000**$^{m.\,c.}$.

En comparant les résultats des deux expériences, on voit que les feux des chaudières ont un effet supérieur à celui des foyers d'appel, même lorsqu'ils ne sont pas tous allumés. Les foyers d'appel pourront, d'ailleurs, entretenir une ventilation suffisante, lors même que les conditions ne seraient pas toujours aussi favorables que le **8** août.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut estimer que, pour la moyenne d'une traversée, le débit atteindra 16 000$^{m.c.}$ pour la batterie basse et 7 000 pour l'hôpital, ce qui correspond au renouvellement complet de l'air de la batterie basse en 8, 5 minutes et à celui de l'hopital en 4, 4 minutes.

Ce n'est certainement pas la crainte de brûler 7 ou 10^{k} de charbon par heure, qui pourra jamais faire hésiter à allumer les foyers d'appel, mais, dans beaucoup de circonstances, on pourra se contenter du tirage naturel. Ainsi, le 9 août, au mouillage, tout étant éteint, chaudières et foyers d'appel, on a constaté les débits suivants :

BATTERIE BASSE		HOPITAL		TOTAL.
TRIBORD.	BABORD.	AVANT.	ARRIÈRE.	
m.c. 7 480	m.c. 7 900	m.c. 2 140	m.c. 3 770	m.c. 21 290

Le temps était clair, la température de 20° à l'ombre, la pression barométrique de 756^{mm}; il soufflait une brise d'ouest de 6^{m} de vitesse.

On avait déjà constaté, à bord du *Calvados*, cette propriété précieuse de fonctionner seul, que l'appareil de ventilation possède, sur l'*Annamite*, à un degré bien supérieur. La cheminée est peinte extérieurement au noir de fumée de la même manière sur les deux navires, mais, sur l'*Annamite*, les canaux d'évacuation sont disposés dans l'enveloppe, de manière à subir beaucoup mieux le réchauffement au contact de l'enveloppe extérieure.

Dans la traversée de Cherbourg à Toulon, on a mesuré à plusieurs reprises le débit des canaux d'évacuation, et on a constamment trouvé des nombres concordant avec ceux observés par la commission d'essai. De plus, les sabords étant fermés, on a pu faire à loisir, avec plus de soin qu'à Cherbourg, le relevé de la quantité d'air aspirée par chaque bouche d'appel en particulier. Comme l'anémomètre à compteur électrique était toujours exposé à se fausser, et qu'on n'avait plus les moyens de le vérifier et de le graduer, on se servait d'un instrument plus simple et plus solide construit à Cherbourg (1).

(1) Cet instrument ne pouvait mesurer que les vitesses supérieures à 0^{m},8. Au-dessous de cette valeur, on évaluait la vitesse d'après l'effet du courant d'air. Une expérience faite sur une machine à percer qui faisait tourner un bras portant une bougie, a montré qu'à 0^{m},25 de vitesse, la flamme vacille; à 0^{m},40 de vitesse, la flamme est inclinée à 45°; à 0^{m},60 la flamme est horizontale. En poussant l'expérience plus loin, on trouve que la flamme commence à se raccourcir vers 1^{m} de vitesse; qu'elle est presque imperceptible à 1^{m},75 et qu'elle s'éteint vers 2^{m}.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la batterie basse, quelques bouches ayant été fermées, comme le plan l'indique, pour répartir uniformément l'appel sur toute la longueur du navire, il reste, de chaque bord, 58 bouches d'appel de 0 m. q.,03 de section chacune, dont 40 à l'arrière et 18 à l'avant de la cheminée, sans compter les gouttières creuses D D qui aspirent l'air aux deux extrémités de la batterie. Le 17 septembre, la vitesse observée dans les gouttières à été de 1m 15, et la vitesse aux différentes bouches d'appel prises de deux en deux a été :

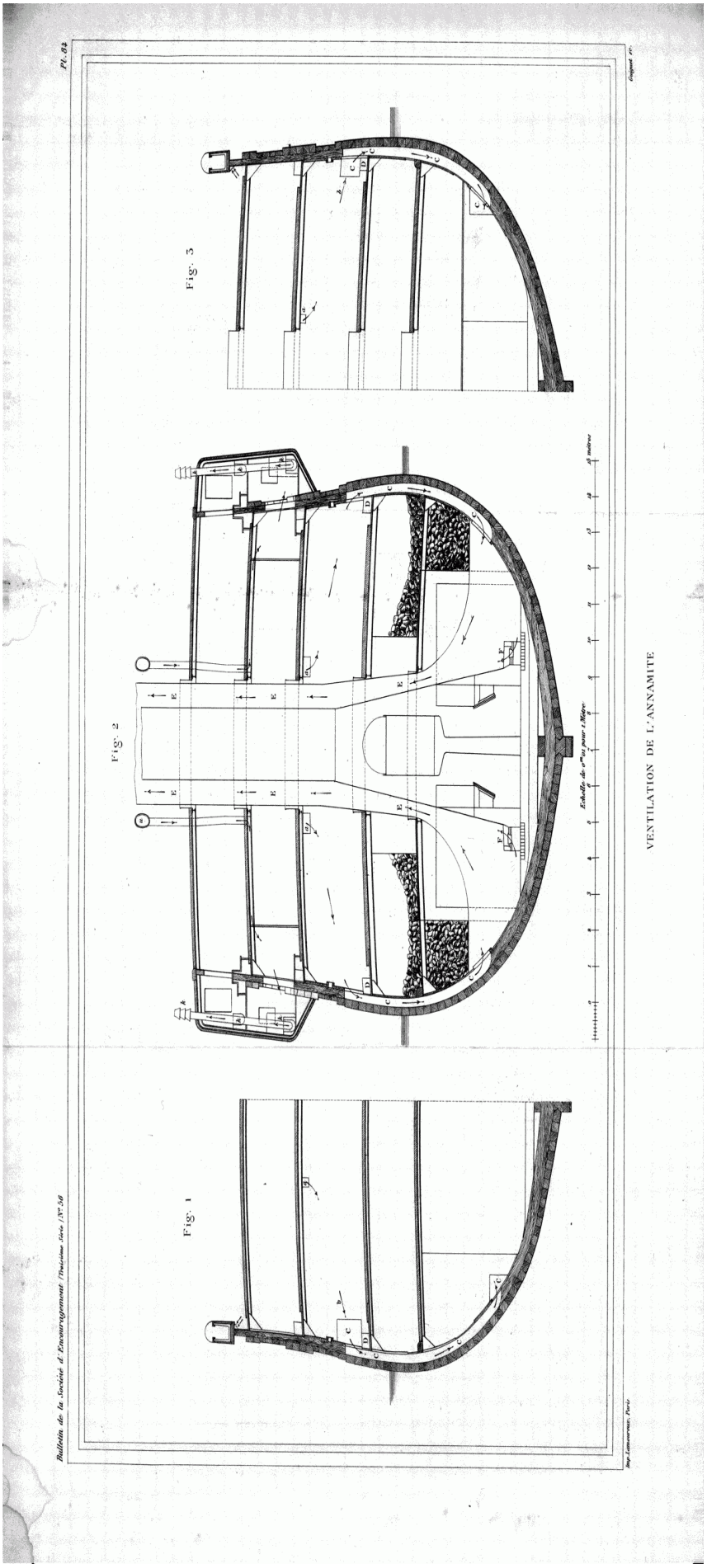
	m.		m.
39e bouche arrière.	0,50	8e bouche arrière.	2,14
37e —	0,80	6e —	2,04
35e —	1,07	4e —	2,30
33e —	1,20	2e —	2,30
31e —	1,24	1re bouche avant.	2,17
29e —	1,28	3e —	2,30
27e —	1,46	5e —	1,68
25e —	1,32	7e —	1,37
23e —	1,28	9e —	1,37
20e —	1,24	10e —	1,42
18e —	1,24	12e —	1,42
16e —	1,32	14e —	1,24
14e —	1,32	16e —	1,24
12e —	1,32	18e —	1,20
10e —	1,50		

Sauf quelques irrégularités dues à la position des écoutilles, l'appel va en diminuant constamment, du milieu aux extrémités; en négligeant les dernières bouches arrière, on trouve qu'il est deux fois moins fort aux extrémités, et, comme les bouches y sont deux fois plus nombreuses, l'appel est bien réparti.

La vitesse moyenne d'entrée de l'air vicié dans les bouches, donnée par le tableau qui précède, est 1m,47, ce qui, pour la section totale de 1m,74 des 58 bouches, donne un débit de 9200m. c. par heure. En ajoutant 1150m. c. qui passaient par les gouttières creuses, on trouve, pour l'appel total sur un bord, 10 350m. c.; c'est un peu plus que n'indiquaient les mesures prises, le même jour, dans les canaux d'évacuation de l'enveloppe pour la batterie basse.

Des observations du même genre ont été faites sur les bouches d'appel des conduits de l'hôpital, et ont donné des résultats analogues. Voici, par exemple, les vitesses trouvées le 17 septembre dans un manchon de 0m. q.,03 de section appliqué sur différentes bouches :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

HOPITAL AVANT.				HOPITAL ARRIÈRE.			
TRIBORD.		BABORD.		TRIBORD.		BABORD.	
	m.		m.		m.		m.
1re bouche	2,30	1re bouche	2,39	1re bouche	2,67	1re bouche	2,67
4e —	1,95	4e —	1,95	4e —	2,21	4e —	2,17
6e —	1,64	6e —	1,78	6e —	2,04	6e —	1,95
8e —	1,32	8e —	1,42	9e —	1,86	9e —	1,86
10e —	0,98	10e —	1,07	11e —	1,16	10e —	1,68
						12e —	1,24

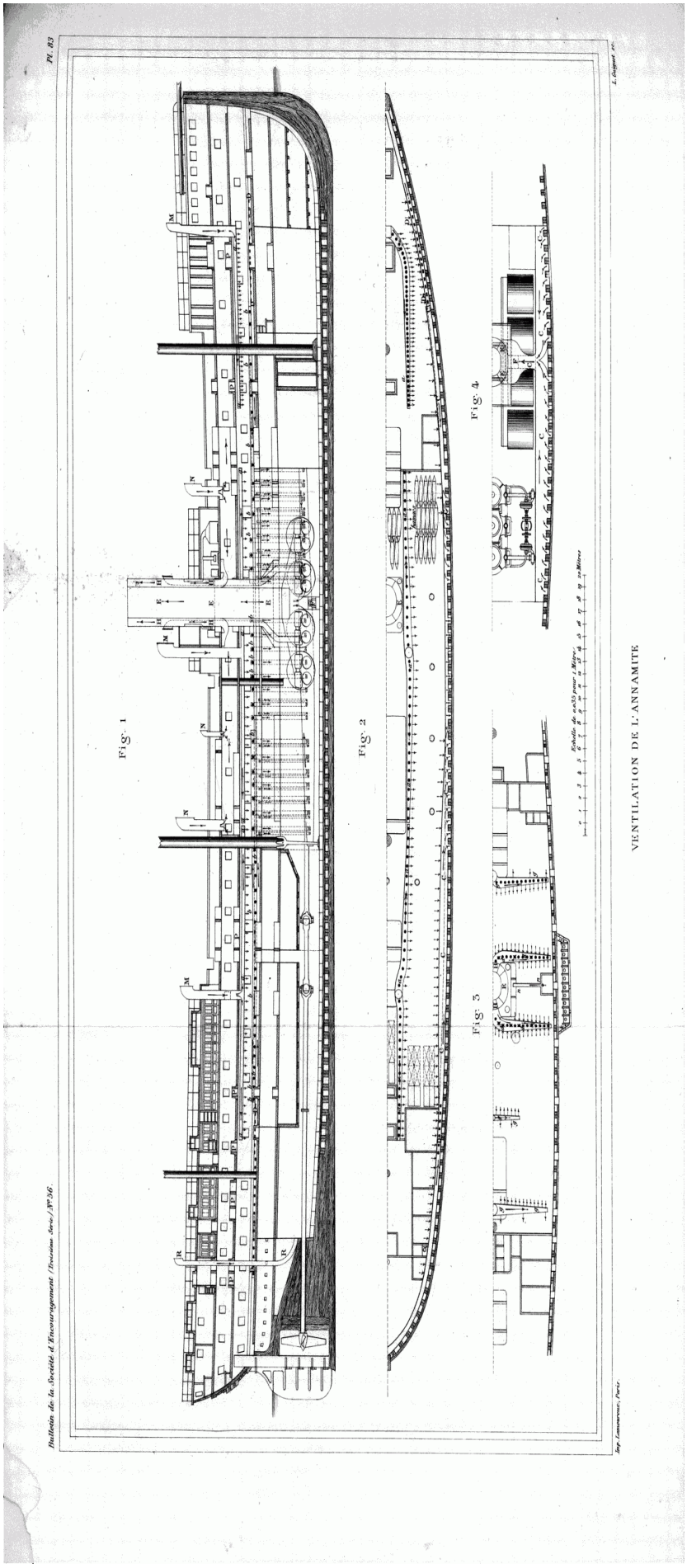
Une observation toute pratique a pu être faite, dans la traversée, sur l'effet très-sensible de la ventilation, dans la batterie basse, qui est restée constamment fraîche et sans aucune odeur, même autour de la cheminée, après sept jours de chauffe, les sabords fermés.

La ventilation des parties les plus importantes du navire étant ainsi assurée, l'aération des autres logements a été obtenue par l'emploi multiplié de grillages, de cloisons à persiennes ou à quenouillettes, de caillebotis en fer; laissant partout à l'air un libre passage. Une manche à air spéciale R sert à aérer sur toute sa longueur le tunnel de l'arbre, au fond duquel elle débouche.

Pour ventiler les faux-ponts et les cales, on a fait régner dans les mailles de la membrure un courant d'air ascendant qui doit servir aussi à la conservation de la muraille; ce courant d'air balaie, sans exception, toutes les mailles ou portions de mailles non traversées par l'air vicié dans son parcours de la batterie basse aux foyers d'appel. A cet effet, la partie inférieure des mailles est librement ouverte au-dessous du pont de la batterie basse, les cales et les faux-ponts étant vaigrés à claire-voie. La partie supérieure des mailles qui servent à la ventilation de la batterie basse est elle-même mise en communication avec la cale. A leur sommet, toutes les mailles débouchent dans l'atmosphère, soit au-dessous du bastingage sur le gaillard, soit à l'intérieur de la teugue, soit à l'extérieur de la dunette.

Le résultat obtenu, au point de vue de la conservation de la muraille, pourra être apprécié dans une dizaine d'années, en ayant soin de tenir compte de la rapidité avec laquelle l'*Annamite* a été construit. Au point de vue de l'assainissement des étages inférieurs, l'effet réalisé s'est nettement manifesté par les deux faits suivants : Le faux-pont avant, aéré par les mailles est partout très-frais; la cambuse, isolée de la muraille

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par ses soutes annexes fait seule exception; on y souffre beaucoup, et, bien qu'elle soit dans les mêmes conditions que sur tous les navires, la comparaison avec les locaux voisins la fait paraître d'un séjour insupportable; on va la mettre en communication avec les mailles par des canaux entre barrots.

A l'arrière, les coquerons du commandant et des officiers, où, par suite d'un oubli, les ouvertures prévues dans les mailles n'avaient pas été pratiquées, étaient inhabitables, à tel point que les menuisiers ont été incommodés en les emménageant; les mailles ouvertes, ces coquerons sont devenus des postes, où les domestiques peuvent coucher. Le magasin général, les soutes aux voiles, la cambuse, tout le faux-pont arrière, qui sert de poste de couchage à un certain nombre de matelots, sont les parties du navire qui doivent bénéficier le plus de l'aération par les mailles, et les effets de cette aération paraissent assez assez importants, en dehors du motif de la conservation de la muraille, pour justifier l'adoption d'une disposition analogue sur les trois navires en fer en chantier, le *Mytho*, le *Shamrock*, et le *Tonkin*.

LÉGENDE DES PLANCHES 83 ET 84 REPRÉSENTANT L'ANNAMITE.

Planche 83. — Fig. 1. Coupe longitudinale de l'*Annamite*.

Fig. 2. Coupe horizontale dans la batterie basse.

Fig. 3. Coupe horizontale dans l'hôpital.

Fig. 4. Coupe horizontale dans la chambre de la machine et des chaudières.

Dans les figures 1 et 3, on a indiqué par une petite croix de Saint-André les prises d'air qui ont été bouchées à la suite des premiers essais pour répartir plus uniformément l'appel d'air vicié.

Planche 84. — Fig. 1. Demi-coupe transversale à l'arrière de la machine.

Fig. 2. Coupe transversale suivant l'axe de la cheminée.

Fig. 3. Demi-coupe transversale à l'avant des chaudières.

GAZ D'ÉCLAIRAGE.

OPINION DE M. J. B. DUMAS SUR LA QUESTION D'ÉPURATION DU GAZ DE L'ÉCLAIRAGE ET DU SERVICE DE VÉRIFICATION ORGANISÉ A PARIS (1).

(Déposition écrite envoyée au Comité de la Chambre des Communes, à Londres, lors de sa convocation comme témoin-expert en mai 1877.)

J'ai fait partie du Conseil municipal de la Ville de Paris, pendant 16 ans et j'ai eu l'honneur de présider le Conseil pendant plus de 10 ans.

---

(1) Au mois d'avril 1877, plusieurs compagnies du gaz, à Londres, notamment la *Crystal Pa-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En cette qualité, j'ai eu, souvent, à m'occuper des questions relatives aux usines à gaz de l'éclairage, à la vérification des propriétés du gaz et à la constatation des conséquences de son emploi. J'ai été appelé à préparer un Traité, qui a réglé, depuis 16 ans, les intérêts de la Compagnie parisienne du gaz et ceux de la ville de Paris, traité qui détermine les obligations imposées à la Compagnie et les moyens d'en assurer la stricte exécution.

Avant la signature de ce traité, la situation était intolérable. En conséquence d'er-

---

lace district gaz Company et la *Gas light and coke Company*, à l'occasion de plaintes soulevées par les habitants de certains quartiers de Londres, au sujet des émanations des caisses à épuration du gaz, lors du renouvellement des matières épuratrices, portèrent devant la Chambre des Communes leurs réclamations à l'égard de la mesure imposée par MM. les Commissaires du gaz (*gas referies*) qui les obligeait à avoir recours à la chaux, employée exclusivement et en grande quantité, à l'effet d'obtenir un gaz dont la teneur en soufre ne dépassât pas les limites de tolérance imposées. Il s'agissait du soufre contenu, particulièrement à l'état de sulfure de carbone et non accusé par le papier réactif préparé à l'acétate de plomb.

Un comité fut désigné par la Chambre des Communes pour examiner et juger la question soulevée et l'interprétation des règlements. Il se composait de MM. Plunket (président), Faljambe, Starkey et Courtney, tous membres du Parlement. Ce comité a siégé depuis le 30 avril jusqu'au 6 juin 1877 pour l'examen et le jugement de cette affaire.

Dès son entrée en fonctions, le comité décida, sur la proposition des directeurs de la *Gas light and coke Company*, que M. Dumas (de l'Institut de France), ancien président du Conseil municipal de Paris, ayant coopéré à la rédaction du Traité de la Ville avec la Compagnie Parisienne du gaz et l'un des auteurs de la Méthode d'Essai du pouvoir éclairant et de la bonne épuration du gaz de l'éclairage, adopté par le service municipal, serait invité par S. Ex. l'ambassadeur d'Angleterre à Paris, à vouloir bien se rendre à Londres, pour déposer devant le Comité sur l'organisation du service de la vérification du gaz à Paris et sur le fonctionnement de ce service.

En même temps, furent invités à se rendre à Londres, sur la demande transmise par le comité à l'ambassadeur, et pour déposer sur les mêmes questions :

M. Félix Le Blanc, professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, ingénieur-vérificateur du gaz de la ville de Paris et Albert Ellissen, ingénieur, directeur d'usines à gaz, ancien ingénieur de l'usine expérimentale de la Compagnie Parisienne du gaz à la Villette.

M. Dumas n'ayant pu se rendre à Londres, le comité décida qu'il serait donné lecture, en séance, de sa déposition écrite, préalablement traduite par un interprète assermenté. M. Félix Le Blanc et M. Ellissen déposèrent verbalement et répondirent à toutes les questions qui leur furent posées en séance, soit sur le service de contrôle du gaz à Paris, soit sur les procédés d'épuration et sur la composition du gaz de Paris. Nous avons déjà inséré dans ce volume (page 208) une notice sur la méthode de vérification du gaz, due à MM. Dumas et Regnault et adoptée par le service municipal et nous l'avons fait suivre de quelques considérations sur le gaz de Londres et le service du contrôle de sa qualité. Nous sommes heureux que notre illustre président ait bien voulu consentir à l'insertion, dans le *Bulletin*, de son témoignage écrit, adressé au comité de la Chambre des Communes en 1877. Cette pièce figure aux Comptes rendus imprimés des séances de ce comité, appelé à statuer sur les réclamations des Compagnies du gaz de Londres.

Félix Le Blanc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reurs commises, relativement à la mesure du pouvoir éclairant et à l'absence de contrôle de la pureté pratique du gaz, il arrivait : 1° que, chaque jour, la Compagnie était condamnée à 1000 francs d'amende pour insuffisance de pouvoir éclairant ; 2° que, chaque semaine, le Conseil municipal recevait des plaintes des consommateurs, dénonçant le gaz comme ayant bruni ou noirci la vaisselle d'argent chez les orfévres, les cuivres chez les quincailliers, les vases en cristal, la poterie, les peintures au blanc de plomb dans les appartements et les boutiques, ou bien comme ayant altéré les couleurs des étoffes d'ameublement, les tissus de soie, dans les magasins, ou, enfin, comme ayant incommodé les acteurs et chanteurs dans les théâtres ou cafés-chantants, dont les rampes sont éclairées par le gaz. Les premiers de ces effets devaient être attribués à l'hydrogène sulfuré, les seconds, à l'acide sulfureux, produit par la combustion de ce gaz.

Pour mettre un terme à toutes ces réclamations, je demandai qu'il fût institué un service permanent de vérification du pouvoir éclairant du gaz et de sa bonne épuration.

Des expériences, dont la durée a dépassé un an, ont été faites, d'une part, dans une petite usine expérimentale, construite pour étudier la fabrication du gaz ; d'autre part, dans mon laboratoire de la Sorbonne, pour étudier le pouvoir éclairant du gaz et son épuration. Sans m'étendre davantage sur ces points, il me suffira de dire que le système adopté par l'administration municipale, sur mon rapport, et appliqué depuis, à partir de l'année 1861, n'a donné lieu à aucune critique, a fait cesser les plaintes relatives à l'insuffisance du pouvoir éclairant du gaz, à sa pression, ainsi qu'aux effets dus à l'hydrogène sulfuré et à l'acide sulfureux provenant de sa combustion.

Les essayeurs du gaz n'ont presque jamais trouvé le gaz en défaut et dépassant les limites de tolérance, pouvant déterminer l'application de l'amende.

Les négociants, les fabricants et les consommateurs privés, dont il a été question plus haut, à propos des plaintes formulées à l'égard du gaz, ont cessé de réclamer contre les inconvénients de l'emploi du gaz de l'éclairage et d'incriminer sa qualité, à l'égard des métaux, des peintures, des tissus colorés, etc.

Au point de vue pratique, l'harmonie s'est rétablie entre la Compagnie, fabriquant le gaz, l'autorité chargée de veiller sur sa bonne qualité et le consommateur qui n'a plus fait entendre de plaintes.

Je laisserai de côté la question financière et économique, pleine d'intérêt, mais indépendante de la question de salubrité et de contrôle de la fabrication et je me bornerai à exposer mon opinion à ces derniers points de vue.

Sont intervenus, pour la rédaction du traité : d'une part, la Compagnie chargée de la fabrication du gaz ; d'autre part, la Ville de Paris. Celle-ci agissait comme propriétaire du sol dans lequel la Compagnie avait établi sa canalisation, de plus, comme consommateur du gaz nécessaire à l'éclairage de la voie publique et des établissements municipaux, enfin, comme intéressée (dans des conditions prévues) aux bénéfices réalisés par la Compagnie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A l'effet de simplifier la situation et d'éviter toutes les interprétations de nature à gêner les parties contractantes, dans leur action respective, il m'a paru nécessaire, d'une part, de laisser à la Compagnie la plus grande liberté dans l'emploi des moyens de production du gaz de houille et des procédés d'épuration ; d'autre part, d'instituer une sorte de tribunal, chargé de constater, légalement, la pureté du gaz distribué aux consommateurs, de même que l'Etat fait vérifier le titre de la monnaie, par ses essayeurs, avant d'en permettre la circulation.

En conséquence, il fut décidé que M. Regnault, comme représentant de la Compagnie, et moi, comme représentant de la ville de Paris, nous établirions, d'un commun accord, un système de contrôle du gaz, à l'aide d'appareils appropriés, la Compagnie et la Ville acceptant, d'avance, les propositions qui résulteraient de ces études. Au nom de la Ville, je considérai, comme indispensables, les garanties suivantes : 1° un pouvoir éclairant bien défini ; 2° une épuration excluant la présence de l'hydrogène sulfuré dans le gaz.

Je ferai remarquer, en passant, que le procédé qui fut proposé par nous, à l'effet de contrôler le pouvoir éclairant du gaz, est, aujourd'hui, adopté dans un grand nombres de villes de France et de l'étranger et que les constructeurs de ces appareils ont déjà livré plus de 157 appareils de vérification construits d'après notre système.

Quant à la prescription relative à l'hydrogène sulfuré, nous avons pensé que l'absence de réaction du gaz sur les composés de plomb, pouvait être constatée, avec une exactitude suffisante, par l'emploi du papier imprégné de sel de plomb, soumis à un courant de gaz pendant un quart d'heure.

La question de la présence de l'ammoniaque dans le gaz et de son élimination, de façon à rendre insensible l'action du gaz sur le papier rouge de tournesol, fut débattue entre nous. Nous tombâmes d'accord que la présence de *quelques traces* d'ammoniaque dans le gaz ne pouvait avoir aucun inconvénient pour le consommateur, qu'elle assurait l'élimination du sulfure de carbone, complétement, ou, du moins, de façon à rendre, pour ainsi dire, insensible la formation de l'acide sulfureux, par suite de la combustion du gaz. Quant à la crainte de laisser subsister un excès d'ammoniaque dans le gaz, elle ne nous a pas préoccupés, sa valeur vénale devant engager la Compagnie à en condenser le plus possible.

Nous fûmes donc d'avis de nous borner à imposer à la Compagnie : que le gaz serait extrait de la houille, qu'il posséderait un pouvoir éclairant déterminé et qu'il serait sans action sur le papier préparé à l'acétate de plomb. Nous savions que le gaz était alcalin. Pour le reste, la Compagnie demeurait libre de produire son gaz par les moyens qu'elle jugerait les plus opportuns et de l'épurer par les procédés les plus appropriés à ses intérêts et à sa convenance, la Ville se réservant, outre son contrôle d'intérêt public, le droit d'examen, comme associée, dans le cas où des procédés trop onéreux auraient apporté le trouble dans les finances de la Compagnie et compromis les profits de l'entreprise. En raison de la direction sage et prudente de la Compagnie, toute

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

observation, à ce sujet, de la part des ingénieurs de la Ville, est devenue inutile.

Conformément à ces principes, M. Regnault et moi, nous avons institué une série d'expériences nombreuses et prolongées, qui ont eu pour résultat une instruction pratique, à l'usage des essayeurs chargés de vérifier journellement le gaz livré au public. Ces instructions pratiques ont été acceptées par les parties contractantes et ont été insérées à l'article XI du Traité susmentionné. Les instructions, dans tous leurs détails, ont été annexées au Traité. Les stipulations, relatives à l'épuration et au pouvoir éclairant du gaz fourni au public, font partie de l'article XI du Traité.

Cet article prescrit : que le gaz sera extrait de la houille, qu'il sera parfaitement épuré, que son pouvoir éclairant sera tel, qu'un brûleur-type, consommant 105 litres à l'heure, devra fournir un pouvoir éclairant égal à celui d'une lampe Carcel, de modèle défini, et brûlant, par heure, 42 grammes d'huile de colza épurée (1).

Les expériences faites, à l'occasion de notre rapport, embrassent toutes les variétés de houille, employées par la Compagnie pour assurer ses approvisionnements et qui sont de diverses provenances : France, Belgique, Angleterre, Allemagne, etc. Tous les brûleurs connus ont été expérimentés.

M. Regnault et moi avons été constamment assistés, pendant ces longues et pénibles expériences, par deux chimistes distingués : M. Paul Andouin, ingénieur de la Compagnie du gaz et M. Paul Bérard, secrétaire du Comité consultatif des Arts et Manufactures, près le Ministre du commerce, lesquels ont été autorisés, d'une manière expresse, par nous, à en publier les détails.

De ces expériences, nombreuses et variées, nous avons déduit deux principes afférents à la vérification du pouvoir éclairant du gaz : le premier, c'est que le brûleur du gaz doit fournir une flamme qui se rapproche, autant que possible, de la flamme de la lampe Carcel, prise pour unité de lumière. Cette condition, nous l'avons réalisée par l'emploi d'un bec de gaz à trous circulaires, du système du constructeur Bengel. Le second principe, c'est que l'appareil photométrique doit être disposé de telle façon, que l'essayeur n'ait à déterminer qu'une seule *variable*, tous les autres éléments restant *constants*, dans chaque essai. La lampe Carcel et le bec de gaz étant allumés, l'essayeur s'assure que les deux lumières éclairent également, étant placées à la même distance du photomètre. Cette égalité des deux lumières étant établie et maintenue, l'aiguille indicatrice étant fixée au zéro du compteur à gaz, la lampe Carcel, placée sur le plateau d'une balance, est tarée exactement, au commencement de l'expérience. Elle reçoit, ensuite, un poids additionnel de 10 grammes, au moment où l'on rend

(1) Le 7 février 1870, le traité de la ville de Paris et de la Compagnie du gaz a subi quelques modifications, mais il n'a été apporté aucun changement aux stipulations afférentes à la vérification du pouvoir éclairant du gaz et de sa bonne épuration. A cet égard, le traité de 1870 reproduit textuellement les stipulations du traité du 25 janvier 1861 (lors de l'annexion des territoires de la banlieue s'étendant jusqu'à l'enceinte continue fortifiée).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

libre l'aiguille du compteur. Lorsque 10 grammes d'huile ont été brûlés, l'équilibre, existant entre les deux plateaux de la balance, au commencement de l'essai, est rétabli. Le commencement et la fin de l'expérience sont annoncés, automatiquement, par la chute d'un marteau sur un timbre. Les divisions parcourues, sur le cadran du compteur, par l'aiguille (rendue fixe ou mobile à volonté) expriment, en litres et fractions, le volume de gaz dépensé pendant l'intervalle de temps qui sépare les deux résonnances du timbre. Ce temps est apprécié par un compteur de minutes et secondes, implanté sur le compteur à gaz et dont les aiguilles sont mises en mouvement par le même levier qui commande la mise en marche, ou l'arrêt de l'aiguille indicatrice du compteur à gaz. La dépense de gaz et l'évaluation du temps correspondant, sont, ainsi, rendus solidaires. Cette dépense de gaz, lue sur le compteur, correspond à 10 grammes d'huile brûlée ; la connaissance du temps correspondant permet le calcul de la consommation d'huile pendant une heure ; on vérifie, dès lors, si la consommation réglementaire de 42 grammes à l'heure a eu lieu, ou si cette consommation est restée comprise entre les limites de tolérance accordées.

Pour constater la bonne épuration du gaz, nous avons eu recours, comme il a déjà été dit plus haut, à l'emploi d'une bande de papier blanc, non collé, trempée dans une dissolution d'acétate de plomb (formé de 1 partie de sel pour 100 parties d'eau distillée) séchée ensuite, à l'air, puis suspendue dans une cloche en verre, à douille, cloche dont le bord inférieur est mastiqué sur un plateau de verre. Le robinet qui amène le gaz par le bas de la cloche est ouvert et le gaz se répand dans la cloche, en passant par les trous d'un bec Bengel, à la pression de 2 ou 3 millimètres d'eau. Le passage dure 14 ou 15 minutes, c'est-à-dire le temps employé, moyennement, à faire un essai de pouvoir éclairant. L'atmosphère de la cloche est rendue humide par une couche d'eau, à sa base, ce qui augmente la sensibilité du papier réactif.

A sa sortie de la cloche, le gaz est brûlé, lorsqu'il n'est pas rejeté au dehors. Si, après cette durée du passage du gaz, le papier reste blanc, le gaz est considéré comme exempt de produits sulfurés capables de nuire à son usage, c'est-à-dire comme *épuré pratiquement*.

Chaque contravention, relative à la présence de l'hydrogène sulfuré, est l'objet d'un procès-verbal, qui entraîne des conséquences prévues par le Traité.

Lorsque le pouvoir éclairant du gaz a été trouvé réglementaire, à l'essai, les obligations de la Compagnie envers la Ville et le public sont considérées comme satisfaites. Dans le cas contraire, après un certain nombre de récidives, la Compagnie est exposée à des pénalités prévues, qui sont appliquées avec rigueur, mais ne sont plus *excessives*, comme autrefois.

Depuis la mise en vigueur de ce système d'essai du gaz, l'amende, en ce qui concerne le pouvoir éclairant, n'a été prononcée qu'une seule fois, il y a déjà longtemps, et le fait ne s'est pas reproduit, si bien que quelques personnes ont prétendu que la vérification du gaz était inutile, tant les contraventions étaient rares. J'estime, au con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

traire, que cette vérification est *indispensable ;* elle a, précisément, pour conséquence, de prévenir tout relâchement dans le service de l'éclairage de Paris ; elle a contribué, au plus haut degré, à maintenir la Compagnie dans l'excellente ligne de conduite qu'elle a adoptée, dès le commencement et qu'elle a continuée à suivre. J'ai pu, pendant plus de dix ans, comme président du Conseil municipal, constater officiellement les bons résultats obtenus par l'application de ce système. Depuis que j'ai cessé de remplir ces fonctions, en 1870, j'ai pu relever, par les communications officielles et par mes propres informations, que le service, à la création duquel j'ai pris une si large part et auquel je n'ai jamais cessé de porter un vif intérêt, continue à remplir son utile mission. J'ai donc le droit d'affirmer que le Traité, auquel mes fonctions publiques et mes études spéciales m'ont fourni l'occasion de participer, à divers titres, a eu la bonne fortune d'assurer la liberté d'action de la Compagnie, de fournir, chaque année, un apport notable aux Finances de la Ville, de donner satisfaction aux plaintes du commerce, d'augmenter la somme de lumière affectée au service de la voie publique, d'abaisser de 25 pour 100 le prix du gaz et de faire cesser tout dommage appréciable pour le consommateur.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 10 *mai* 1878.

Présidence de M. Dumas, président.

Nécrologie. — M. le président s'acquitte d'un pénible devoir en annonçant à la Société la mort de M. *Duméry* (Constant, Jouffroy), ingénieur-mécanicien distingué, qui faisait partie du comité des arts mécaniques depuis 1850. Dans cette longue période, il n'a pas cessé de prêter un concours actif à l'œuvre à laquelle la Société s'est consacrée, et le Bulletin contient de lui de nombreux et remarquables rapports sur les applications les plus diverses de la mécanique à de nombreuses industries.

Correspondance. — MM. *Le Tellier* et *Verstraet* fabricants, rue Turbigo, 47, à Paris ; presseurs en caoutchouc pour impressions sur tissus (Arts mécaniques).

M. *Mennesson-Lebon*, à Juzennecourt (Haute-Marne) ; graphite artificiel (Arts chimiques).

M. *Bigot* (Yves), quai Neuf, à Lorient ; romaines-bascules (Arts mécaniques).

M. *Woyciechowski* (S.), ingénieur, rue de la ferme des Mathurins, 11 ; projet d'un moteur rotatif de 25 kilogrammes (Arts mécaniques).

M. *Creissac* aîné, Montagnac (Hérault) ; Notes imprimées sur les moyens à employer pour préserver la vigne et les autres végétaux des atteintes des insectes (Agriculture).

M. *Lecourt* (F.) fabricant de conserves alimentaires, rue Payenne, 4, à Paris ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mémoire à l'appui de sa communication sur la coloration en vert de ses conserves par le chlorophylle, au lieu du sulfate de cuivre (Arts économiques).

M. *Maxime Cornu*, docteur ès sciences, délégué de l'Académie; études sur le phylloxera vastatrix, ouvrage imprimé dans le recueil des Mémoires des savants étrangers à l'Académie des sciences. Paris, **1878**, Imprimerie nationale.

M. *Sauvajon* (J.) chef du bureau télégraphique de Tournon (Ardèche); appareil automatique destiné à prévenir la rencontre des trains. Tournon **1878**, in-8°.

RAPPORT DES COMITÉS. — *Surveillance des générateurs*. — M. *de Fréminville* fait, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur l'organisation et les travaux de l'association des propriétaires d'appareils à vapeur à Paris.

Le Comité propose de remercier M. *Maurice Jourdain*, directeur, des communications qu'il a bien voulu faire à la Société et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le conseil.

COMMUNICATIONS. — *Torréfaction du cacao*.— M. *Schutzenberger* présente à la Société, de la part de M. *Devinck*, membre du conseil, et de M. *Lambert*, ouvrier dans sa fabrique de chocolat, la description et les dessins d'un appareil à action continue qui réalise simplement et avec une régularité parfaite l'une des opérations les importantes de cette fabrication, la torréfaction du cacao.

Les auteurs de cet appareil se sont proposés de faire faire ce grillage d'une manière continue, sans négliger aucune des conditions nécessaires pour assurer la bonne qualité du produit. Il faut, en effet, qu'au début la graine soit exposée à un feu plus vif, jusqu'à ce qne l'eau qu'elle contient soit vaporisée, et, ensuite, que le cacao soit maintenu pendant un temps convenable à une température constante.

Le nouveau brûloir est formé d'un double cylindre horizontal, axe unique donnant au centre un vide cylindrique, entouré d'un espace annulaire. Dans ce dernier espace se développe une hélice en tôle et les grains de cacao, tombant d'une trémie en tête de l'appareil dans ce compartiment, sont forcés par cette hélice de cheminer vers l'autre extrémité en roulant sur la tôle exposée à la chaleur directe du foyer.

Lorsque les grains sont parvenus à l'extrémité du brûloir, ils y trouvent une surface en tôle, contournée dans une forme analogue à celle d'une coquille de colimaçon, qui les oblige à entrer dans le cylindre central d'un diamètre plus petit. Là, il subissent l'impulsion d'une hélice en tôle, disposée en sens contraire de celle qui règne dans l'espace annulaire, et il sont ramenés vers la tête du brûloir, en restant, pendant tout ce trajet, enfermés dans une capacité d'une température moins élevée, mais constante; un orifice de sortie placé en tête non loin de l'orifice d'entrée, fait tomber dans une corbeille les grains brûlés qui ont ainsi parcouru deux fois la longueur du cylindre.

Pour surveiller la marche de l'opération, l'axe de rotation est percé d'un trou central dans toute sa longueur et une petite cuiller, qu'on introduit par là, permet d'aller chercher près de la coquille les grains à moitié préparés. On peut ainsi connaître s'il faut accélérer ou retarder la rotation du brûloir ou le feu du foyer, ou bien faire varier l'alimentation des grains fournis par la trémie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *le Président* remercie M. *Schutzenberger* de cette présentation. Il remercie aussi M. *Devinck* et son coopérateur M. *Lambert* d'avoir bien voulu donner à la Société communication de ce brûloir qui sera examiné par le comité des Arts économiques.

Lumière électrique. — M. le comte *du Moncel* présente, au nom de M. *Reynier* (Emile), ingénieur, avenue de l'Observatoire 19, des crayons perfectionnés pour lampe électrique.

Sans parler des soins apportés à la fabrication de ce ces crayons, il fait remarquer qu'ils sont recouverts d'une mince couche de nickel qui les maintient, et qui concentre vers la pointe l'action du fluide. La lumière est plus fixe, plus régulière, l'usure des crayons est réduite, toutes choses égales, d'ailleurs, dans le rapport de 5 à 4, et la lampe dure plus longtemps ; mais il est très-important que la couche métallique, déposée par la galvanoplastie ne soit pas trop épaisse, parce que le métal fondu coulerait en bourrelet et nuirait à l'éclairage. (Renvoi au Comité des Arts économiques.)

Productions de basses températures. — M. *Camille Vincent* qui a récemment présenté à la Société un Mémoire sur les procédés à l'aide desquels il obtient industriellement le chlorure de méthyle, et sur les emplois nouveaux de ce produit, expose et exécute devant l'assemblée, une série d'expériences sur les moyens à employer pour obtenir économiquement de basses températures par l'emploi de ce liquide volatil. Dans les laboratoires, on peut s'en servir soit directement pour obtenir un froid de 23 degrés, soit, pour des températures plus basses, en employant un appareil spécial, *le frigorifère de laboratoire.*

Après avoir solidifié et fait cristalliser le mercure à l'aide de son appareil, M. *Vincent* fait observer que ce frigorifère peut être d'une grande utilité dans le laboratoire, pour réaliser un grand nombre d'expériences et, en particulier pour condenser des produits très-volatils soit seuls, soit diffusés dans des gaz incondensables.

M. *Vincent* présente également à la Société une petite machine frigorifique qui n'est autre que l'appareil précédent, auquel on a ajouté une pompe aspirante et foulante, destinée, 1° à faire le vide dans le frigorifère pour que la volatilisation puisse avoir lieu, 2° à liquéfier et à faire rentrer sans perte dans l'appareil le chlorure de méthyle vaporisé. Cette machine est toujours prête à fonctionner ; il suffit de tourner une manivelle à volant pour obtenir du froid. (Renvoi au comité des arts mécaniques.)

NOMINATION DE MEMBRES. — M. *Broux*, mécanicien à Roubaix, qui a été présenté dans la séance du 12 avril, est nommé membre de la Société.

NOMINATION D'UN MEMBRE PERPÉTUEL. — M. le Président présente en son nom, et au nom de M. *Tresca*, M. *Engel Dolfus*, correspondant étranger, de la Société (Comité des Arts mécaniques), pour être nommé membre perpétuel donateur.

Cette proposition, mise en délibération, est votée par le conseil.

M. *Engel Dolfus* (E.), manufacturier, à Mulhouse, ou à Paris, rue Saint-Fiacre, 9, sera inscrit sur la liste des membres perpétuels donateurs 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

77e année. Troisième série, tome V. Septembre 1878.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. CLOEZ *sur les* COULEURS INOFFENSIVES POUR LA DÉCORATION DES JOUETS D'ENFANTS, *préparées par* M. TURPIN, *rue de Charonne*, 66, *Paris*.

Messieurs, à l'appui d'un long Mémoire sur la décoration par la peinture des jouets en général et spécialement des jouets en caoutchouc, M. E. Turpin a présenté à la Société une table chromatique entièrement formée de couleurs inoffensives. Cette table comprend, outre le blanc et le noir, un ton de chacune des 72 gammes du premier cercle chromatique de M. Chevreul.

Parmi les couleurs présentées par M. Turpin, il y en a qui sont connues et employées depuis longtemps en peinture : je citerai, notamment, le blanc de zinc, le noir de charbon, l'outremer bleu, le vert *Guignet*, le chromate de zinc, etc.; les autres sont nouvelles et complètent la série nécessaire pour l'usage ordinaire. Il est à désirer de voir substituer l'emploi de ces couleurs inoffensives à celui des couleurs toxiques contenant du plomb, du cuivre, du mercure, de l'arsenic, etc. L'attention du Conseil de salubrité, près la Préfecture de police, a été plusieurs fois appelée sur ce point, mais, jusqu'à présent, aucune mesure efficace n'a pu être prise pour proscrire d'une manière absolue les matières colorantes toxiques dans la décoration, par la peinture, des objets ou des jouets destinés à être mis entre les mains des jeunes enfants. Il n'y a donc rien d'étonnant que, jusqu'à ces derniers temps, tous les jouets, qu'ils fussent en métal, en bois ou en carton, aient été peints ou coloriés avec des substances toxiques ou dangereuses. Votre Comité a pu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'assurer qu'il en est ainsi, en examinant un certain nombre de jouets vendus couramment dans les principaux magasins de Paris.

Les couleurs éclatantes sont employées de préférence aux couleurs rabattues ; c'est ainsi que comme couleurs rouge et rouge orangé, on trouve fréquemment, sur les jouets, le vermillon et le minium ou la mine orange ; comme couleur jaune, le chromate de plomb ; comme couleurs vertes, l'arsenite de cuivre ou vert de Scheele et le vert de Schweinfurt.

Parmi les couleurs inoffensives, connues jusqu'à ce jour, le rouge et l'orangé faisaient complétement défaut ; il en était de même des gammes comprises entre l'orangé et le jaune. Quant aux couleurs placées sur le cercle chromatique au delà du bleu violet, en allant vers le rouge, elles étaient représentées par des mélanges ou par des laques de garance de diverses nuances.

M. Turpin a le mérite d'avoir trouvé plusieurs couleurs rouges propres à la peinture à l'huile, à la gouache et à l'aquarelle. Ces couleurs, parfaitement inoffensives, sont des laques à base d'éosine.

En traitant le phénol diatomique, connu sous le nom de résorcine, par l'acide phtalique anhydre, il se forme une matière colorante jaune, la *fluorescéine* ou uranine, en même temps qu'il y a élimination d'eau. La fluorescéine tire son nom de la belle fluorescence jaune, avec reflets verts, de sa dissolution aqueuse additionnée d'ammoniaque.

Cette matière donne naissance à de nombreux dérivés par substitution : un des plus intéressants porte le nom d'*éosine*. C'est de la fluorescéine tetrabromée, se présentant sous la forme d'une poudre rougeâtre amorphe, dont certaines parties, vues par réflexion, paraissent verdâtres avec des reflets métalliques.

L'éosine forme des combinaisons, parfaitement définies, avec la potasse, la soude, la baryte et la chaux ; elle donne, avec la magnésie, l'alumine, et surtout avec l'oxyde de zinc, de belles laques rouges, dont la nuance est d'autant plus riche que la quantité de matière colorante est plus considérable.

M. Turpin a obtenu, avec l'oxyde de zinc et l'éosine, des laques rouges résistant à l'action de la lumière et pouvant remplacer avantageusement les plus belles sortes de vermillon du commerce. Ces couleurs, additionnées de chromate de zinc en diverses proportions, donnent des couleurs franches pouvant remplacer le minium et les jaunes de chrôme. Avec l'outremer bleu,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elles fournissent des violets plus ou moins rabattus, mais solides et insensibles à l'action de la lumière.

En outre des laques d'éosine, M. Turpin avait proposé l'emploi des laques jaunes de fluorescéine, pures ou mélangées avec diverses autres couleurs inoffensives. Malheureusement ces produits ne résistent pas à l'action de la lumière ; il suffit d'une exposition de quelques jours au soleil pour les modifier et finalement les détruire.

Mais il n'en est pas de même, nous l'avons dit, pour les laques d'éosine : les produits, exposés pendant trois mois au soleil, n'ont éprouvé aucune altération ; leur nuance est aussi vive que celle des échantillons conservés dans l'obscurité. Cette résistance, bien constatée par nous, des laques d'éosine à l'action de la lumière, se retrouve également pour l'action de la chaleur. On peut, en effet, incorporer ces laques comme matières colorantes dans la pâte de caoutchouc, mélangée de soufre, d'oxyde de zinc, etc., et porter ensuite le tout à la température nécessaire pour la vulcanisation, sans qu'il y ait la moindre altération de la couleur.

La découverte des laques solides d'éosine comble la grande lacune qui existait dans la série des couleurs inoffensives; elle permettra à l'administration de proscrire d'une manière absolue l'emploi des matières toxiques pour la décoration des jouets, comme elle l'a fait depuis longtemps pour la coloration des bonbons, et de certains produits comestibles.

Votre comité des arts chimiques s'est assuré que toutes les couleurs présentées par M. Turpin à la Société, et employées par lui pour la décoration des jouets en caoutchouc de sa fabrication, sont complétement inoffensives. Son travail persévérant, dans la voie où il est engagé depuis longtemps, a donné des résultats très-satisfaisants, non-seulement au point de vue de l'hygiène, mais aussi sous le rapport industriel. Nous vous proposons, en conséquence, de remercier l'auteur de son intéressante communication, et de prescrire l'insertion du présent rapport au *Bulletin*.

Signé : Cloez, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 24 mai 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. PALIARD *sur les* DIVERS APPAREILS PROPOSÉS POUR LE SAUVETAGE DES PERSONNES EN DANGER PENDANT LES INCENDIES.

Messieurs, vous vous rappelez l'émotion de tout le public en apprenant la terrible catastrophe de Rouen, lors de l'incendie du théâtre de cette ville. Les détails douloureux que la presse a donnés sur cet événement et sur plusieurs autres du même genre, survenus depuis, ont excité le zèle des inventeurs. Un grand nombre se sont mis à rechercher les moyens d'assurer, dans tous les cas, la sécurité des personnes qu'un semblable malheur pourrait surprendre à l'improviste, et beaucoup d'entre eux ont cru pouvoir atteindre ce but au moyen d'appareils convenablement appropriés et mis, soit à la portée des habitants des maisons, soit entre les mains des sapeurs-pompiers.

L'Exposition de Bruxelles montrait plusieurs de ces combinaisons, et la Société d'encouragement a reçu, depuis un an, la communication d'une douzaine d'inventions de ce genre.

Le comité des arts économiques, qui a été chargé de faire l'examen de ces derniers, a d'abord reconnu qu'il ne fallait pas compter, au milieu d'un incendie, sur le sang-froid et l'énergie des personnes enveloppées par le feu et qui cherchent à se sauver. Il est donc à craindre qu'un appareil de sauvetage, mis en réserve pour ces événements qui sont toujours assez rares, ne puisse pas être retrouvé à temps par les personnes surprises et troublées qui doivent en faire usage. On doit aussi s'attendre à ce que leur manœuvre, quelque simple qu'elle soit, ne puisse pas être faite par elles; mais, surtout, il faut prévoir que des engins, oubliés depuis longtemps, seront trouvés en mauvais état d'entretien, ce qui rendrait leur emploi impraticable ou très-dangereux.

Entre des mains exercées, au contraire, confiés à des pompiers, par exemple, ils peuvent être d'une grande utilité, parce qu'aucune des causes d'insuccès qu'on vient d'énumérer ne se réaliserait. Si les pompiers de Paris, militairement commandés et très-exercés, préfèrent s'en tenir à la manœuvre des petites échelles, qui font partie de leur matériel, avec lesquelles ils atteignent promptement et simplement à toutes les hauteurs, ceux des départements, qui ne sont pas dans les mêmes conditions, peuvent faire un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très-bon usage d'autres appareils de secours, qui exigent un exercice moins habituel, moins d'adresse et moins de pratique, et les soins qu'ils donneront régulièrement à leur conservation en bon état peuvent suffire, pour que, au moment nécessaire, leur emploi n'ait rien d'imprévu pour eux.

On voit donc que, outre le but humanitaire, très-digne de louange, qui a excité le zèle des inventeurs, et qui ne doit jamais être perdu de vue, on doit reconnaître à ces recherches de moyens de sauvetage simplifiés un intérêt très-réel et une utilité pratique qu'il ne faut pas négliger. Le comité des arts économiques a donc examiné avec soin les propositions diverses qui lui ont été soumises, et il vient vous faire, à ce sujet, un rapport d'ensemble, car, malheureusement, aucune d'entre elles n'est assez complète et assez éprouvée pour que vous puissiez lui accorder, dès à présent, votre approbation.

En effet, parmi les appareils qui vous ont été présentés, certains, très-imparfaitement étudiés, sont accompagnés d'une demande de secours pour prendre un brevet, ce qui fait connaître, dès l'abord, qu'ils n'ont été mis en pratique et expérimentés nulle part. Certains autres, mieux étudiés et essayés, doivent se fixer à des crochets en fer, scellés au mur exprès pour cet usage, de telle sorte que leur emploi soit nécessaire pour la manœuvre de l'appareil. On a objecté que, lorsque viendrait le jour, souvent très-éloigné, où ces crochets devraient porter charge, la rouille du fer ou le tassement du bâtiment ayant ébranlé leur scellement, il serait impossible de compter sur leur emploi. Votre comité a pensé que ces systèmes devaient aussi être écartés, comme faisant dépendre la sécurité d'un élément auquel il n'est pas possible de pourvoir au moment du besoin. Enfin, il y a d'autres appareils fonctionnant isolément, tels que des échelles qui se déploient, des descenseurs, etc., lesquels, avec certains avantages, peuvent offrir, en compensation, des inconvénients trop réels. Ces engins ont encore été trop peu expérimentés et ont, d'ailleurs, encore besoin d'être étudiés d'une manière plus complète par leurs auteurs.

En résumé, le comité des arts économiques, sans contester le mérite de certaines de ces dernières combinaisons pour sauvetage en cas d'incendie, pense que les appareils qui en dérivent ne sont pas assez parfaits, et surtout assez expérimentés, pour qu'on puisse, sans danger, leur accorder l'approbation de la Société, qui pourrait être considérée comme attestant une sécurité qu'ils ne peuvent pas encore assurer. Il propose donc d'ajourner toute décision, espérant que plusieurs des présentations qui vous ont été faites,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

relatives à ceux de ces mécanismes ou systèmes les plus expérimentés, pourront être perfectionnées et donner lieu, ultérieurement, à des encouragements mérités de la part de la Société.

D'autre part, Messieurs, le comité des arts économiques est d'avis que des inventions de ce genre, ayant pour objet de soustraire les personnes au danger que leur fait courir un incendie, perdraient beaucoup de leur utilité, si des moyens de secours, pour combattre le feu à son origine, étaient mieux organisés, plus répandus et plus complets.

Leur emploi ne permettrait peut-être pas toujours de maîtriser l'incendie à son début, mais on pourrait, au moins, dans la plupart des cas, le contenir de manière à donner aux personnes surprises par le feu le temps d'échapper au danger ou d'êtres sauvées, et aux secours le temps d'arriver.

Permettez-moi, pour entrer dans les vues du comité, de donner quelques explications à ce sujet.

En Allemagne, en Angleterre, en Amérique on recommande, pour cet usage préventif, des extincteurs divers qui ont pour objet de combattre les premières manifestations du feu, avant le développement complet de l'incendie. L'Exposition de Bruxelles, en montrait beaucoup qui sont peu employés en France, et, cependant, des établissements importants, éloignés de tout secours et où l'eau est rare, pourraient en faire usage avec grand avantage; mais il est à craindre que, lorsqu'on voudrait s'en servir, on ne les trouvât pas toujours en état de rendre les services qu'on en attendrait, à cause de l'oubli dans lequel ils seraient restés et de la rareté des sinistres. A Paris et dans d'autres villes où l'eau sous pression ne manque pas, on peut organiser des moyens plus simples et à la fois plus efficaces pour combattre un commencement d'incendie.

Examinons donc ce qui se fait et ce qui pourrait être fait, dans ce but, à Paris.

Certaines industries, certains magasins où le feu est à craindre, sont assujettis à recevoir une autorisation administrative, et l'autorité leur prescrit des dispositions préventives et des moyens de secours contre le feu : isolement des matières combustibles; ouverture de foyers en dehors; dépôts de sable, et enfin la nécessité d'avoir une concession d'eau avec robinet à pas de vis de la ville de Paris; l'autorité leur prescrit même, au besoin, l'installation au dehors d'une bouche de prise d'eau pour une pompe à vapeur; mais beaucoup d'établissements, tout aussi exposés à produire un incendie, ne sont assujettis à aucune prescription de ce genre. Je citerai, par exemple, tous les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grands magasins de nouveautés ou d'étoffes, les fabricants ou marchands de meubles, les menuisiers, les ébénistes, les scieries, etc. Tous ces magasins, très-exposés, sont libres, et à peu près tous sont dépourvus des moyens préventifs de secours contre l'incendie, dont on puisse faire usage avant l'arrivée des pompiers. Si donc, aujourd'hui, le feu se déclare dans un magasin, dans une fabrique non classée, dans une maison, on ne pourra chercher à combattre l'invasion de l'incendie d'une manière efficace, que lorsque les pompiers appelés seront arrivés avec les clés des eaux, qu'ils auront ouvert un robinet de la ville, quelquefois éloigné, et qu'ils y auront ajusté une série plus ou moins longue de tuyaux en cuir ; et, cependant, pendant tous ces délais, que de progrès le feu n'aura-t-il pas pu faire, et que de dangers ne seront pas survenus pour les personnes compromises dans ce sinistre !

Pourquoi les propriétaires et surtout les industriels commerçants, chez lesquels l'explosion d'un incendie est à craindre, ne seraient-ils pas assujettis à avoir près de la porte d'entrée de leur établissement, ou près de la porte de la maison, un robinet de secours, à pas de vis, modèle de la ville? Il n'en résulterait pour eux, qu'une dépense peu importante. En effet, lorsqu'il existerait dans l'établissement une concession d'eau avec conduite d'arrivée de $0^{m},045$ de diamètre, il ne faudrait faire, sur cette conduite, qu'un branchement de même diamètre aboutissant à une petite colonne montante, placée près de la porte d'entrée, avec un robinet à pas de vis qui, lui-même, pourrait être logé dans une petite armoire. Lorsque le tuyau de la concession d'eau n'existerait pas ou serait d'un diamètre moindre, le branchement de $0^{m},045$ de diamètre devrait être pris sur la grosse conduite de la ville, et cette prise n'entraînerait pas une augmentation de prix de la concession, si le concessionnaire faisait apposer sur le robinet d'incendie un cachet de la ville, qui ne pourrait être brisé qu'en cas de sinistre constaté. Ce robinet et sa colonne montante ne coûteraient pas plus de 75 francs; 10 mètres de tuyaux pour le branchement coûteraient 150 francs, de sorte que cette installation d'un robinet de secours ne dépasserait pas le prix de 250 francs. Pour assurer, autant que possible, le service de l'extinction des incendies, il faudrait aussi que, sur le trottoir, on mit une prise d'eau pour pompe à vapeur avec branchement de 10 centimètres, qui coûterait 800 francs, mais dont la visite mensuelle et l'entretien seraient faits gratuitement par le service des pompiers. Ce robinet et cette prise d'eau auraient certainement une grande influence sur l'extinction rapide des incendies et sur la diminution de leur gravité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A Paris, on ne se préoccupe pas assez des moyens d'arrêter et de maîtriser, dès le début, un commencement d'incendie ; on compte sur le zèle et l'activité des pompiers, dont le service est réellement très-remarquable et, d'ailleurs, en général on est assuré. Cette confiance n'existe pas dans d'autres pays où les compagnies d'assurance se chargent d'éteindre le feu. Elles comprennent l'intérêt des mesures préventives et elles les imposent aux assurés. Il est à regretter que les compagnies d'assurance françaises restent indifférentes au plus ou moins de précaution que les assurés prennent pour éviter le danger ou pour s'y opposer au début. Elles se contentent d'augmenter la prime d'assurance en raison des chances qu'elles courent dans les sinistres, mais il serait d'intérêt public qu'elles exigeassent que leurs clients intervinssent d'une manière active pour s'opposer au sinistre, et cette mesure, adoptée d'une manière générale, aurait une influence incontestable sur la sécurité publique.

Le concours et la bonne volonté de tous les intéressés sont nécessaires en présence de dangers aussi terribles et aussi inopinés. L'Administration, de son côté, fait tout ce qu'on doit attendre de sa longue expérience, de la régularité de son organisation et de son zèle. Elle étudie en ce moment les mesures qu'il y a à prendre pour imposer l'établissement d'un robinet de secours à toutes les constructions neuves.

Le Conseil municipal vient de voter une somme importante pour multiplier beaucoup les prises d'eau pour pompe à vapeur, de manière qu'elles ne soient jamais à plus de 200 mètres l'une de l'autre. Enfin, les sapeurs-pompiers rendent applicables les derniers moyens indiqués pour l'extinction des feux de cheminée, et perfectionnent sans cesse leurs manœuvres et leur matériel.

J'ai cru, Messieurs, qu'il était utile de rappeler, par cet exposé, l'intérêt qui existe à ce que tous ceux qui peuvent avoir à craindre l'explosion d'un incendie, soient constamment armés pour combattre de suite le développement du feu, ou pour le maîtriser jusqu'à l'arrivée des pompiers, et pendant que les personnes compromises cherchent à se sauver ou sont secourues. J'ai indiqué par quels moyens, à Paris, on pourrait, avec une faible dépense une fois faite, organiser les moyens de donner un secours immédiat. J'ai dit, enfin, ce que l'autorité faisait pour atteindre ce but et, là où s'arrêtait son action, ce que devaient faire les négociants, les industriels et les propriétaires ; enfin, comment les compagnies d'assurances pouvaient seconder l'autorité, en imposant des mesures de précautions utiles qu'elle ne pouvait pas prescrire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je serais heureux si cet exposé pouvait provoquer l'adoption de précautions utiles pour le public et, surtout, pour les industriels que notre Société a pour mission d'encourager et parfois, aussi, de conseiller.

Signé : PALIARD, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 22 *mars* 1878.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. DE FRÉMINVILLE, *sur* L'ORGANISATION ET LES TRAVAUX DE L'ASSOCIATION DES PROPRIÉTAIRES D'APPAREILS A VAPEUR A PARIS.

Messieurs, il y a un peu plus de trois ans qu'un groupe d'honorables industriels parisiens a conçu et réalisé la pensée de former une association de propriétaires d'appareils à vapeur, dans le but d'aviser aux moyens de prévenir, autant que possible, les explosions de machines à vapeur et les funestes accidents qui en sont la conséquence, et aussi de rechercher les procédés propres à réaliser la production économique de la vapeur et son meilleur emploi comme force motrice.

Des associations analogues existent depuis longtemps en Angleterre et, depuis une époque plus récente, sur quelques points de la France ; partout les résultats qu'elles ont donnés, au point de vue de l'intérêt général, ont été considérables, et, l'on pouvait s'étonner à bon droit que l'industrie parisienne, qui fait si largement usage des moteurs à vapeur, n'eût pas encore à sa disposition un élément de sécurité et de succès si important et que les autres grands centres manufacturiers sont parvenus à créer depuis longtemps.

L'association parisienne est actuellement constituée ; elle possède un personnel d'ingénieurs éclairés et de surveillants parfaitement au courant de leur service, et les industriels qui en font partie ont déjà eu grandement à se louer de leur concours. Elle n'est encore, il est vrai, qu'à son début et l'on ne sera en mesure d'apprécier complétement les résultats qu'elle peut donner, qu'après qu'elle aura acquis son développement normal et que son champ d'investigations aura reçu l'étendue nécessaire ; mais, dès à présent, on peut, sans crainte de mécompte, affirmer que ces résultats seront de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même nature et de la même importance que ceux qui ont été donnés par les associations déjà existantes, et qui ont acquis une notoriété considérable dans le monde industriel. Nous citerons par exemple :

En Angleterre : The Manchester steam user association, fondée en 1854;
Boiler insurance and steam power C°;
The National boiler insurance;
The Midland boiler inspection and insurance;
The Yorkshire boiler and steam user C°, etc., etc.

La faveur dont jouissent ces différentes compagnies sera caractérisée par ce seul fait que leur surveillance s'exerce sur plus de 40 000 chaudières à vapeur.

En France, la plus ancienne association a été créé à Mulhouse en 1867 : elle possède actuellement plus de 1 000 chaudières; d'autres ont pris naissance successivement, à Lille, à Rouen, à Amiens, à Paris, et à Lyon et sont en voie de rapide développement.

La Belgique, l'Autriche, la Suisse et l'Allemagne comptent également un grand nombre d'associations, mais toutes de création relativement récente.

Toutes ces associations ont le même objectif :

1° Prévenir, par des *visites périodiques*, les accidents et les explosions de machines à vapeur.

2° Faire réaliser à leurs membres des économies dans la production et l'emploi de la vapeur.

Nous donnerons, d'ailleurs, une idée plus exacte du but que se propose l'Association parisienne et des moyens qu'elle emploie pour y parvenir, en reproduisant ici un extrait de ses statuts, qui nous paraissent conçus dans un excellent esprit :

Art. III.

« . . . . . L'Association divise les travaux dont elle est appelée à s'occuper en deux services; le service ordinaire et le service extraordinaire.

« 1° *Le service ordinaire*, auquel ont droit sans rétribution spéciale tous les membres de l'association, comprend les visites des chaudières et du moteur.

« Les visites des chaudières sont au nombre de deux par chaudière et par année.

« L'une est extérieure et consiste dans l'inspection de toutes les parties visibles, des appareils de sûreté et d'alimentation, et enfin de la conduite des feux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« La seconde, dont l'importance est capitale au point de vue de la sécurité. est intérieure et ne peut avoir lieu qu'à l'époque du nettoyage, à la convenance du propriétaire et sur une demande écrite adressée au directeur de l'Association au moins huit jours à l'avance.

« . . . . . Cette visite consiste dans une inspection complète des carnaux, de la chaudière et de ses accessoires, permettant de découvrir tous les vices cachés qui, laissés inaperçus, peuvent donner lieu à des accidents graves.

« La visite sommaire des moteurs se fait pendant leur marche, lors de la visite extérieure des chaudières et peut donner lieu à une appréciation générale.

« Le propriétaire, qui a une machine complétement disposée de façon qu'un essai à l'indicateur de Watt puisse être exécuté rapidement, peut, après la visite extérieure ordinaire des chaudières, demander qu'il soit relevé deux diagrammes, dont la lecture permette de juger le réglement de la machine.

« . . . . . A la suite de chaque visite, tant extérieure qu'intérieure, le directeur de l'Association adresse au propriétaire un rapport *détaillé* sur l'état de la chaudière, et sommaire sur l'état du moteur inspecté.

« 2° Le *service extraordinaire* comprend :

« Visites supplémentaires;

« Essai sur le rendement des chaudières;

« Essais à l'indicateur Watt, sur la marche, la puissance et le rendement des moteurs, transmissions et outils;

« Analyses d'eau et de combustibles;

« Leçons de chauffage et conduites de machines;

« Reconnaissance, chez les constructeurs, des tôles des chaudières commandées;

« Etudes et devis d'installation, dessins de chaudières, etc., etc.

« Tous ces travaux pourront être exécutés sur la demande d'un membre de l'Association et donneront lieu à une rétribution déterminée, d'après un tarif établi par le Conseil d'administration.

. . . . . .

Art. V.

« Le directeur de l'Association est à la disposition de tous ceux de ses membres qui auraient besoin de ses conseils soit pour l'établissement d'ap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pareils à vapeur, soit pour leur modification ou leur réparation et, en un mot, pour toutes les questions de sa compétence.

« . . . . . L'association s'efforcera de réunir, pour les mettre à la disposition de ses membres, la plus grande somme possible de renseignements sur les appareils à vapeur.

« En cas d'explosion, d'une chaudière appartenant à un membre de l'Association, le propriétaire pourra appeler le directeur qui se mettra gratuitement à sa disposition pour l'assister lors de l'enquête sur les causes du sinistre.

Art. VI.

« L'Association cherchera, par ses conseils et sa surveillance, à améliorer le personnel des chauffeurs. Aussitôt que ses ressources le lui permettront, elle organisera pour eux des concours, à la suite desquels il sera décerné des prix et des diplômes.....

Art. VII.

« . . . . . Toute modification ou réparation importante des appareils à vapeur sera, dans l'intérêt de l'industriel lui-même, signalée au directeur de l'Association, avant leur mise en marche.

« Lorsque, à la suite d'une visite, il sera jugé nécessaire, dans l'intérêt de la sécurité d'appareils existants, soit de les soumettre à un essai à la presse hydraulique, soit de les modifier ou de les réparer, le directeur en avertira, par lettre, le propriétaire de l'appareil. »

Ce résumé des statuts de l'Association montre clairement quel est son but et suffit assurément pour donner la conviction que l'on doit en attendre les meilleurs effets. Mais nous avons, sur ce point, mieux que des conjectures, et nous sommes en droit de baser notre opinion sur les résultats acquis par les Associations anglaises les plus importantes, dont l'organisation a servi de modèle à l'Association parisienne.

D'après un relevé fait sur la statistique officielle par M. Master, ingénieur en chef du Midland steam boiler insurance, les explosions survenues en Angleterre, du 30 juin 1866 au 30 juin 1870, et pendant l'exercice 1875-1876 peuvent être classées de la manière suivante :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	1875-76			1866-67-68-69-70		
	Nombre	Morts	Blessés	Nombre	Morts	Blessés
1) Défaut de construction	20	31	25	95	128	167
2) Corrosions extérieures ou intérieures.	34	47	111	62	105	185
3) Appareils de sûreté en mauvais état, manque d'eau, excès de pression, incrustations, dépôts	50	93	116	54	79	84
4) Causes inconnues.	3	3	»	8	3	14

Aucun des appareils sus-mentionnés n'appartenaient aux Associations. Le nombre total des explosions s'élève à 326, dont 211, soit 64 pour 100, appartiennent aux deux premières classes, et auraient pu être évitées, au moins en partie, par des visites intérieures périodiques, exécutées par des agents expérimentés, puisqu'elles proviennent de défauts de construction, ou de corrosions intérieures survenues pendant la marche.

104, soit 32 pour 100, auraient pu être évitées partiellement, par une surveillance plus active des ouvriers chargés de la conduite des générateurs et, spécialement, par la mise en état des appareils de sûreté.

11 explosions seulement, soit 3,4 pour 100, sont restées sans explication et seraient peut-être survenues, malgré la surveillance la plus complète et la plus éclairée.

En tout cas, il est hors de doute que les explosions des trois premières catégories proviennent, en grande partie, d'une insuffisance dans la surveillance générale des appareils, et il est logique d'en inférer que les explosions seront beaucoup plus rares dans les chaudières appartenant aux membres de l'Association, puisque ces dernières seront mieux surveillées et mieux entretenues.

Cette conclusion est, d'ailleurs, justifiée par les faits :

En Angleterre, la moyenne des explosions, par an, est de 1 sur 2 000 générateurs, en tablant sur la totalité des appareils fonctionnant dans le Royaume-Uni.

Mais, si l'on examine les appareils appartenant aux deux associations les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus anciennes et dont les opérations présentent le plus d'extension, on trouve :

Pour the Manchester steam user (1864), 1 explosion pour 6 500 chaudières.
— The boiler insurance (1859), 1 — 6 845 —

Ces chiffres sont assez éloquents par eux-mêmes pour se passer de tout commentaire et démontrent, de la manière la plus évidente, qu'à ne considérer les associations qu'à leur point de vue le plus élevé, à ce que l'on peut appeler le point de vue humanitaire, leur premier résultat est de diminuer, dans une proportion considérable, les explosions et les désastres qui en sont toujours la conséquence.

La statistique française conduit à des conclusions analogues, au moins en ce qui concerne la proportion des explosions qui pourraient être atténuées par une surveillance active et, sans avoir l'ampleur du chiffre de la statistique anglaise, les nôtres n'en ont pas moins, malheureusement, leur triste éloquence.

Les explosions survenues de 1868 à 1872, inclusivement, se répartissent de la manière suivante :

	Nombres	Morts	Blessés
1) Vices de construction, mauvaises réparations.	15	14	25
2) Mauvais état des tôles, corrosions	18	21	15
3) Appareils de sûreté, excès de pression, manque d'eau, négligence des chauffeurs	32	35	44
4) Inexpliquées.	10	9	11
	75	79	95

Sur 75 explosions, 10 seulement, soit 13,4 pour 100, ne sont attribuables à aucune cause connue ; par conséquent, les 65 autres, soit 86 pour 100, auraient pu être prévenues, dans une large mesure, par une inspection rigoureuse, provenant de l'initiative privée.

Il y a lieu d'observer qu'en France les appareils à vapeur sont déjà soumis, de la part de l'Administration, à une surveillance générale dévolue au corps des ingénieurs des mines ; mais, surtout depuis la mise en vigueur du décret de 1865, cette surveillance ne s'exerce que dans une proportion res-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

treinte et ne comprend plus les visites annuelles prescrites par l'ordonnance de 1843, qui seules pouvaient donner aux industriels une sécurité relative, en les dégageant, au moins en partie, de la responsabilité qui leur incombe en cas de sinistre.

La nécessité d'une surveillance active et éclairée des appareils à vapeur est donc surabondamment démontrée; mais, si quelques industriels possèdent, par suite même de la nature de leurs travaux, tous les moyens nécessaires, en personnel et en matériel, pour exercer les visites de leurs générateurs, ils ne représentent qu'une rare exception, et encore même, quand ils se trouvent dans ce cas exceptionnel, les préoccupations incessantes d'une grande exploitation leur laisseront-elles la liberté d'esprit nécessaire pour veiller à la stricte exécution d'ordres de service établis dans un moment de calme relatif, et dont on sera trop disposé à se relâcher dans une période de presse, où toutes les forces vives de l'usine suffiront à peine à l'accomplissement des commandes? En tout état de cause, des surveillants indépendants du fonctionnement général de l'établissement seraient des auxiliaires précieux, même pour les ateliers les plus spéciaux pour la fabrication des appareils à vapeur. C'est d'ailleurs, ce qui commence à être compris, car nous voyons, dans beaucoup d'associations, figurer les noms les plus considérables parmi les constructeurs de machines.

Mais, si l'utilité de l'Association est manifeste, même pour les hommes spéciaux, à plus forte raison l'est-elle pour l'immense majorité des chefs d'établissements qui font usage de force motrice et qui ne possèdent pas dans leur personnel des agents compétents pour reconnaître les défectuosités de leurs générateurs à vapeur, ou pour diriger le fonctionnement économique de la machine. Ces industriels en sont alors réduits aux indications des chauffeurs ou mécaniciens, dont l'insuffisance en pareille matière est malheureusement trop notoire.

Si le fonctionnement régulier de l'Association paraît assurer son but le plus élevé, c'est-à-dire de prévenir les explosions de chaudières et de ménager la vie si précieuse des travailleurs, il atteint aussi, presque accessoirement, et en quelque sorte par la force des choses, un but, qui présente un double intérêt, un intérêt économique pour les membres de l'Association qui font usage des machines, et un intérêt scientifique, dont tout le public industriel ne manquera pas de faire son profiit.

En effet, tous les documents rassemblés dans les expériences de toute nature exécutées sur les machines, les générateurs et les combustibles les plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

variés, centralisés par les soins du directeur de l'Association, constituent des archives inestimables, où les termes de comparaison, convenablement groupés, ne peuvent pas manquer de mettre sur la voie du progrès.

L'Association parisienne a déjà publié trois Bulletins, où figurent les observations les plus intéressantes qu'elle a recueillies pendant les premières années de son existence, et a ainsi donné la mesure de ce que l'on peut en attendre dans un avenir prochain.

En outre, tous les ans, les différentes associations françaises se réunissent en un congrès où l'on discute les résultats obtenus, où l'on examine les faits d'expérience les plus intéressants, et enfin où l'on met à l'étude toutes les questions qui intéressent le progrès de la machine à vapeur.

De tels agissements ne peuvent qu'attirer toute la sympathie de la Société d'encouragement, et votre Comité a l'honneur de proposer au Conseil de remercier M. Maurice Jourdain, directeur de l'Association parisienne de propriétaires de machines à vapeur, des communication qu'il a bien voulu faire à la Société et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : A. DE FRÉMINVILLE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 10 *mai* 1878.

ARTS CHIMIQUES.

SUR LES LIMITES DE COMBUSTIBILITÉ DES GAZ, par M. SCHUTZENBERGER (1).

L'étude des conditions présidant à l'inflammabilité d'un mélange de deux gaz, l'un combustible, l'autre comburant, est une question qui offre un intérêt pratique considérable, comme l'a si bien fait ressortir M. Dumas, à la suite de la communication que j'ai eu l'honneur de faire devant la Société d'encouragement. Elle servira à fixer, sur des bases scientifiques, la détermination des causes des accidents provoqués par le grisou dans les mines de charbon.

Depuis que l'emploi des moteurs à gaz commence à se développer, grâce aux perfectionnements introduits dans leur construction et dans les procédés

(1) Communication faite dans la séance du 8 mars 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

servant à utiliser le gaz, il devient de plus en plus nécessaire d'être fixé sur les circonstances qui favorisent l'inflammation et la propagation de la combustion, aussi bien que sur celles qui peuvent l'entraver. Les faits suivants sont de nature à éclaircir quelques côtés de ce problème étendu.

Dans leur beau travail sur la composition de l'eau et sur les rapports en volumes suivant lesquels l'hydrogène s'unit à l'oxygène, Gay-Lussac et Humboldt ont signalé un fait anormal et singulier, qui a éveillé mon attention et m'a conduit à entreprendre des recherches dans cette voie.

Ces illustres savants indiquent, en effet, que la détonation du mélange des deux gaz dans l'eudiomètre amène une combustion complète de l'hydrogène, tant que le volume d'oxygène ne dépasse pas 900 pour 100 d'hydrogène. Si l'on augmente d'une quantité relativement faible la dose d'oxygène, en prenant, par exemple, 950 de ce gaz pour 100 d'hydrogène, l'inflammation a lieu, mais la combustion saute brusquement du régime de la totalité à celui de la moitié. En continuant à augmenter le volume relatif d'oxygène dans le mélange, on atteint une seconde limite, au delà de laquelle le quart seulement du gaz combustible est brûlé.

Gay-Lussac et de Humboldt n'attribuent ces changements brusques et remarquables qu'aux proportions du mélange et à la dilution de l'hydrogène par un gaz qui ne prend pas part au phénomène chimique.

Ainsi, ils disent que l'excès d'oxygène peut être remplacé par un excès d'azote ou d'hydrogène.

Quelques essais préalables, tentés en vue de répéter à mes cours les expériences de Gay-Lussac, m'ont conduit à la pensée que les proportions du mélange ne représentent pas la seule cause susceptible d'influencer le phénomène. Ainsi, dans un même eudiomètre de Bunsen de 1 centimètre 5 de diamètre et 76 centimètres de longueur, et avec un même mélange formé de 950 d'oxygène et de 100 d'hydrogène, j'observais tantôt la combustion totale, tantôt la combustion par moitié ou par quart, d'autres fois, enfin, une combustion à peu près nulle, dans des conditions qui semblent presque identiques. Il y a plus : le mélange de 900 d'oxygène et de 100 d'hydrogène, que Gay-Lussac et de Humboldt indiquent comme susceptible d'une combustion totale, me fournissait les mêmes alternatives. D'après cela, il devenait évident que des causes de perturbation, étrangères à la composition du mélange détonant, agissaient pour modifier le sens de la réaction. Si elles ont échappé à la sagacité si bien connue de Gay-Lussac, cela tient, surtout, à ce que ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

savant a toujours expérimenté avec le même eudiomètre, avec un eudiomètre large et court.

Je me suis servi d'abord d'un tube eudiométrique de Bunsen d'environ 13 millimètres de diamètre et de 76 centimètres de longueur, reposant sur le fond en bois d'une cuve à mercure peu profonde. La détonation, toujours faible avec un gaz si étendu d'oxygène, s'opérait en laissant l'extrémité inférieure du tube ouverte. La colonne mercurielle était ainsi refoulée au moment de la combustion. En augmentant progressivement la quantité de gaz tonnant (950 oxygène et 100 hydrogène) dans l'eudiomètre, on constate d'abord que la combustion, déterminée par le passage d'une étincelle, ne se propage qu'à une très-faible distance ; 1/20, 1/10 au plus de l'hydrogène est brûlé. Puis on atteint un point où la combustion se fait brusquement en totalité. A partir de cette limite, on peut augmenter successivement la quantité de gaz et observer la combustion totale jusqu'à ce qu'on ait atteint un second point, une seconde limite, au delà de laquelle elle redevient nulle ou très-incomplète. Dans cette expérience, on fait varier simultanément la longueur de la colonne de gaz soumise à l'expérience et la pression qu'il supporte. Il devenait nécessaire d'éliminer l'une des variables, en maintenant la pression constante avec des longueurs plus ou moins grandes, ou en maintenant la longueur constante avec des pressions plus ou moins fortes.

Les expériences faites dans cette direction, conduisent à la loi suivante :

1° Toutes choses égales d'ailleurs, à chaque pression, depuis zéro jusqu'à une atmosphère, correspond une longueur de colonne gazeuse limite, au delà de laquelle la combustion provoquée par une étincelle cesse de se propager, tandis que pour des longueurs moindres elle se transmet à toute la masse. Quand je dis cesse de se propager, j'entends qu'elle ne se transmet plus qu'à une très-faible distance du point d'éclatement de l'étincelle.

Ainsi, pour une pression de 20 centimètres de mercure, la combustion sera totale pour une longueur de 16 centimètres ; elle ne sera plus qu'un dixième ou un vingtième de sa valeur totale pour une longueur de 17 centimètres. Il y a un passage brusque d'un état à un autre.

2° La pression augmentant à partir de zéro, la longueur limite précédente se modifie dans le même sens, c'est-à-dire croît jusqu'à une pression moyenne à partir de laquelle elle diminue, la pression continuant à augmenter.

En portant sur un axe horizontal des longueurs proportionnelles aux pressions de gaz, et en prenant comme ordonnées les longueurs limites corres-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pondantes, la courbe qui réunit les extrémités de ces ordonnées s'élève d'abord en s'éloignant de l'axe des x, atteint un maximum et s'abaisse de nouveau en se rapprochant de l'axe des abscisses. Cette courbe offre donc la particularité d'un maximum, ou d'un point de rebroussement. La courbe étant trouvée par expérience, il sera facile, dans un cas donné, de connaître la longueur limite qui répond à une pression déterminée; il suffira d'élever sur la division de l'axe des x, qui porte le numéro de la pression, une verticale; la portion de cette ligne comprise entre l'axe des abscisses et la courbe représentera la longueur limite.

Ceci posé, nous expliquerons bien simplement l'existence des deux points singuliers observés avec un tube eudiométrique, dans les expériences où l'on faisait varier simultanément la pression et l'étendue de la colonne gazeuse. Ces deux points correspondent aux intersections de la courbe des limites avec la droite qui réunit les extrémités des longueurs effectives du gaz, longueurs qui sont proportionnelles à ces pressions et qui déterminent une droite inclinée à 45 degrés, avec le tube de 76 centimètres de long.

Tant que cette droite sera au-dessus de la courbe, les longueurs effectives seront supérieures aux longueurs limites; donc pas de propagation.

Entre les deux points singuliers, les longueurs effectives sont toujours inférieures aux longueurs limites; la propagation de la combustion a toujours lieu.

Au delà du second point d'intersection, les longueurs effectives redeviennent plus grandes que les longueurs limites; la combustion, de nouveau, ne se fait plus.

Si nous diminuons la longueur du tube eudiométrique, nous ne changeons rien à la courbe des limites, mais nous déplaçons l'origine de la droite des longueurs effectives; les deux points d'intersection sont déplacés. Le point supérieur se relève, le point inférieur s'abaisse et la distance des deux points, entre lesquels vient se placer l'extrémité de la colonne mercurielle dans le cas de combustion totale, augmente.

L'inverse a lieu si nous allongeons l'eudiomètre au delà de 76 centimètres; la courbe des limites reste en place, la ligne droite des longueurs effectives se déplace parallèlement à elle-même en se relevant; le point singulier supérieur s'abaisse; le point d'intersection inférieur se relève; l'espace réservé aux combustions totales se rétrécit.

Avec un tube assez long, cet espace se réduit à un point, et pour un tube plus long encore la droite sera constamment située au-dessus de la courbe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des limites; elle ne la coupera plus jamais; la combustion ne se propagera dans aucun cas.

Toutes ces conséquences ont été vérifiées expérimentalement.

3° *Influence du diamètre des tubes.* — L'ensemble des phénomènes a été trouvé identique avec des tubes dont le diamètre a varié de 3 millimètres à 1 centimètre; la distance des fils de platine et leur position par rapport à l'axe du tube était la même, autant que possible.

En passant d'un tube de 11 millimètres de diamètre à un autre de 13 millimètres, j'ai observé un déplacement brusque de deux points singuliers. Ceux-ci se sont relevés simultanément d'une quantité à peu près égale, comme si la courbe des limites était rapprochée de l'origine par un glissement parallèle. Ce nouveau régime s'est maintenu à peu près constant, pour des tubes ayant jusqu'à 2 centimètres de diamètre. Les expériences n'ont pas encore été poussées plus loin.

Un effet analogue s'observe quand l'étincelle éclate suivant une direction oblique à l'axe du tube. Les points singuliers se relèvent alors pour un même eudiomètre. La substitution de l'air à l'oxygène, dans les mêmes proportions, produit un effet inverse; elle abaisse les points singuliers, pour un même eudiomètre et un même mélange gazeux.

La température semble aussi influer légèrement sur la position des points singuliers; ceux-ci s'abaissent un peu lorsque la température s'élève : cet effet a été observé seulement pour le second point, de sorte qu'il pourrait se faire qu'il soit dû, dans ce cas, à un écartement des branches de la courbe.

Le phénomène d'écartement des branches de la courbe s'accuse nettement, lorsqu'on augmente le volume d'hydrogène.

Pour des mélanges gazeux compris entre 950 d'oxygène pour 100 d'hydrogène et 800 d'oxygène pour 100 d'hydrogène, la position des points singuliers d'intersection ne change que fort peu.

Avec un mélange de 800 d'oxygène pour 150 d'hydrogène, on n'observe plus que le point singulier supérieur, même avec des tubes de $1^{m},20$ de long.

En résumé, les conditions de propagation dépendent d'un assez grand nombre d'éléments, qui sont :

La proportion des deux gaz (hydrogène et oxygène), la pression, la longueur de la colonne de gaz soumise à l'étincelle, le diamètre du tube, la température initiale du gaz; la force, la grandeur et la position de l'étincelle; le degré plus ou moins complet de siccité du gaz.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les quatre premiers éléments exercent une influence prépondérante ; celle des autres est beaucoup plus secondaire et moins marquée.

Dans les expériences précédentes, lorsqu'on approche de la longueur limite pour une pression déterminée, en restant au-dessous, on constate que la combustion s'arrête quelquefois à la moitié ou au quart du trajet. Ou bien encore elle est totale, mais se fait en deux ou trois temps successifs, nettement séparés par des arrêts saisissables, grâce aux mouvements de la colonne mercurielle dans le tube.

Les choses se passent comme s'il y avait des nœuds partageant la longueur de la colonne en deux ou quatre parties égales et à travers lesquels la combustion aurait de la peine à passer.

Avec les carbures d'hydrogène on observe des limites d'un autre genre, mais qui offrent aussi quelque chose d'inattendu et d'anormal.

1° Un mélange à volumes égaux d'oxygène et de gaz hydrogène protocarboné ($O^2 + CH^4$) détone sous l'influence d'une étincelle électrique, quelle que soit la pression, jusqu'à une atmosphère (limite des expériences). La combustion a lieu sans changement très-sensible de volume et se fait d'après l'équation

2 vol. 2 vol.

$$CH^4 + O^2 = CO + H^2 + H^2O$$

Cette équation ne doit être envisagée que comme une représentation limite du phénomène; en réalité il se produit *un peu* d'acide carbonique, correspondant à une faible diminution de volume.

C'est, aussi, ainsi que brûle un semblable mélange, sous l'influence d'une spirale de palladium rougie, comme l'ont observé déjà MM. Coquillon et Castel. Si l'on augmente la proportion d'oxygène, la combustion a lieu également, et l'on peut admettre qu'elle se fait d'après l'équation type précédente, mais que l'excès d'oxygène par rapport à O^2 se partage entre CO et H^2, suivant la loi étudiée récemment par M. Horstmann. Il en résulte que les doses d'acide carbonique et d'eau augmentent tandis que l'oxyde de carbone et l'hydrogène diminuent.

Prenons, au contraire, un mélange de gaz des marais et d'oxygène contenant un peu moins d'oxygène que le premier ; par exemple 56 volumes de gaz des marais et 45 volumes d'oxygène. Une étincelle même très-forte, une bougie allumée ne produiront plus d'explosion. Le mélange enflammé à l'ex-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trémité ouverte d'une éprouvette, brûlera tranquillement comme le ferait du gaz des marais pur.

L'hydrogène bicarboné se comporte au point de vue de cette limite comme le gaz des marais; un mélange à volumes égaux de ce gaz et d'oxygène s'enflamme sous l'influence de l'étincelle et fournit une augmentation de volume qui, sans atteindre celle correspondant à l'équation

$$\underset{2\text{ vol.}}{C^2H^4} + \underset{2\text{ v.}}{O^2} = \underset{4\text{ v.}}{C^2O^2} + \underset{4\text{ v.}}{H^4}$$

s'en rapproche néanmoins beaucoup.

La proportion d'oxygène étant inférieure à celle qui correspond au rapport de volumes égaux, la combustion ne se propage plus avec une étincelle unique, même forte.

L'hydrure d'éthyle ($C^2H^6 = 2$ vol.) exige, pour donner lieu à une propagation de combustion, la présence de 3 volumes d'oxygène pour 2 volumes de carbure.

$$C^2H^6 + O^3 = C^2O^2 + H^2O + H^4$$

Avec l'acétylène, la limite de combustibilité est atteinte pour un mélange de 2 volumes de carbure pour 1 volume d'oxygène. Pour une proportion moindre d'oxygène (comprise entre un quart et un demi-volume, pour un volume de carbure, mais plus rapprochée de un demi que de un quart), elle ne se propage plus sous l'influence d'une étincelle. Dans le voisinage de cette limite on a approximativement

$$\underset{2\text{ v.}}{C^2H^2} + \underset{1\text{ v.}}{O} = \underset{2\text{ v.}}{CO} + \underset{\quad}{C} + \underset{2\text{ v.}}{H^2}$$

Si le gaz est humide, il ne se dépose pas de charbon; le volume de l'oxyde de carbone est alors supérieur à celui que comporte la quantité d'oxygène du mélange.

Ainsi, d'après ces expériences, des mélanges de divers carbures (gaz de marais, éthylène, hydrure d'éthyle, acétylène) avec l'oxygène, détonent sous l'influence d'une étincelle, lorsque la dose d'oxygène est égale ou supérieure à celle qui correspond à l'hydrogène, dans la production de l'eau. Si, au contraire, la dose est un peu au-dessous de cette limite, *une étincelle* ou *un corps en ignition* déterminent bien une combustion sur place, au contact

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la source d'incandescence, mais cette combustion ne se propage pas au reste du gaz.

Si la limite de combustibilité est atteinte exactement, ou à peu près, la combustion se propage et se fait dans le sens des expériences de MM. Coquillon et Castel, realisées avec le concours d'une source de chaleur maintenue en contact prolongé avec le gaz (spirale de palladium). Il se forme de préférence de l'oxyde de carbone, avec mise en liberté d'hydrogène, contrairement à l'opinion généralement admise, d'après laquelle, dans la combustion incomplète des carbures, l'hydrogène brûlerait de préférence.

MÉTALLURGIE.

LA MÉTALLURGIE DU MERCURE EN CALIFORNIE, PAR M. G. ROLLAND, INGÉNIEUR AU CORPS DES MINES.

La Métallurgie du Mercure vient de subir en Californie une transformation rapide et intéressante. Les Américains l'ont enrichie d'un grand nombre d'appareils nouveaux, dont plusieurs fort ingénieux ; ils se sont attachés, parfois peut-être aux dépens du rendement, à réduire les frais de traitement spéciaux. Ces frais, généralement considérés comme très-faibles par rapport à la valeur créée, avaient en Californie une importance inusitée, avec le prix élevé de la main-d'œuvre, avec la nature des minerais la plupart menus et pauvres, enfin, avec la baisse énorme des cours du mercure, qui, dans ces derniers temps, sont tombés en dessous de 5 fr. par kilogr. La connaissance exacte des pertes du traitement permettrait seule de porter un jugement décisif sur la valeur des divers systèmes américains ; malheureusement elle fait défaut. Jusqu'à ce jour, la teneur des minerais est estimee à l'œil (1), et on ne connaît que le rendement à l'usine.

Les renseignements contenus dans ce travail datent de l'année 1876, époque de mon voyage aux Etats-Unis. Ils m'ont été fournis avec une grande bienveillance par les ingénieurs et propriétaires des usines visitées par moi, parmi lesquels je me permettrai de citer MM. C. E. Livermore, F. Parrott et J. B. Randol. J'exprimerai également ma reconnaissance à M. le professeur T. Egleston, de New-York, qui a bien voulu

(1) L'essai des minerais avant traitement vient seulement d'être inauguré à New Almaden.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

m'honorer de ses conseils, et à M. E. de Crano, de San-Francisco, auprès duquel j'ai trouvé le concours le plus empressé.

Les *Gisements de Mercure de Californie* seront prochainement traités par moi dans les *Annales des Mines* (1).

Les *minerais* comprennent une grande variété de roches imprégnées diversement et en toute proportion par des minéraux en veinules, ou en mouches, ou en particules très-fines. Le mercure natif est rare et ne se rencontre guère qu'aux affleurements, par exemple, dans certaines roches magnésiennes. Le cinabre, accompagné de plus ou moins de substances bitumineuses, ainsi que de pyrites et autres sulfures, forme la presque totalité des minerais. Les gangues cinabrifères sont des plus variables : tantôt serpentines, schistes talqueux ou quartzeux, grès, calcaires ; tantôt quartz résinites ; accidentellement roches volcaniques ; parfois geysérites, etc.

En Californie, la majeure partie des minerais de mercure est, avons nous dit, menue et pauvre. — Considérons les minerais des trois principales mines, New Almaden, Redington et Sulphur Bank.

Les minerais de New Almaden ont diverses gangues, grès, calcaires, schistes verts, etc. La proportion de gros et la teneur sont notablement plus élevées que dans la plupart des mines de Californie. Les minerais traités à l'usine se divisent en trois classes : les *riches* et les *pauvres*, comprenant les morceaux au-dessus de $0^m,02$, jusqu'à $0^m,20$ et au-delà ; les *menus*, comprenant les morceaux au-dessous de $0^m,02$, jusqu'à des poussières. Le rendement des menus en mercure est évalué à 1 p. 100. Le rendement des pauvres a été estimé à 2 p. 100 en 1875 et 1,5 p. 100 en 1876. Les riches ont rendu 9,68 p. 100 en 1875 et 14, 31 p. 100 en 1876. Les riches et les pauvres ensemble ont rendu 6,92 p. 100 en 1875 et 9,32 p. 100 en 1876. Enfin, le rendement moyen de la totalité des minerais de toutes classes traités à l'usine a été de 3,33 p. 100 en 1875, et de 4,69 p. 100 en 1876.

Le minerai de Redington a une gangue quartzeuse ; il est très pyriteux. La proportion de gros y est faible : les deux classes principales sont formées par les morceaux de $0^m,06$ à $0^m,02$ et par les menus. Le rendement à l'usine varie de 1 à 3 p. 100.

Le minerai de Sulphur Bank est seul de son espèce. Le cinabre, en nids ou en veinules, ou à un état de division extrême, imprègne un trachyte décomposé, ses scories et ses cendres ; il est associé à des oxydes métalliques, des substances bitumineuses, des composés de l'alumine et de la silice, parfois de l'acide borique ; il est toujours mêlé intimement à plus ou moins de soufre libre, qui devient parfois prédominant.

(1) Je donnerai en même temps des renseignements statistiques, et retracerai les phases principales de la production californienne, de la consommation des États de l'Ouest américain et de l'exportation en Chine, au Mexique, etc., enfin des fluctuations des cours du mercure à San-Francisco.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Presque tout le minerai de Sulphur Bank est pulvérulent; il tient en moyenne 1,75 p. 100 de mercure.

Les minerais de mercure natif n'ont besoin comme traitement que d'une simple distillation.

Les minerais de cinabre sont traités dans les mouffles ou dans les fours de grillage.

Dans les *mouffles*, on chauffe le minerai avec de la chaux vive, de manière à former du sulfate de chaux et du mercure libre qui est ensuite condensé. En Californie, ce système est généralement abandonné pour les minerais (1) et ne sert plus guère qu'au traitement de la *suie mercurielle*.

Dans les *fours de grillage*, seul système dont nous parlerons ici, on grille le minerai à basse température, de manière à former de l'acide sulfureux et du mercure libre, qui est ensuite condensé. Le grillage en lui-même est relativement facile. La condensation des vapeurs mercurielles est plus délicate; la presque totalité des pertes dans les divers systèmes provient, non de l'imperfection du grillage, mais de l'entraînement du mercure, à l'état de vapeur non condensée, par les gaz et fumées de la combustion, et même, à l'état liquide et très-divisé, par les eaux courantes.

Les *fours intermittents*, d'abord adoptés en Californie, sont presque abandonnés aujourd'hui et remplacés par les *fours continus* avec *systèmes perfectionnés de condensation*.

Les fours continus ne grillent pas mieux, mais plus économiquement. Les dispositifs successivement imaginés ont diminué de plus en plus les frais de main d'œuvre et de combustible. Les *fours continus et automatiques pour menus*, d'invention américaine, ont réalisé un grand progrès, en permettant de traiter tels quels les minerais menus, qui sont les plus abondants, et de s'affranchir de la fabrication onéreuse des *adobes* ou briquettes de menus agglomérés au moyen de terre.

Pour les condenseurs, les métallurgistes californiens ont employé, sous des formes nouvelles et variées, la brique, la fonte et le bois ; ils ont appliqué, pour la première fois, le verre sur grande échelle et avec succès complet. Les chambres de condensation en *briques* ont l'avantage d'être faciles de construction et d'entretien, de résister à la chaleur des gaz sortant du four, et d'offrir un grand volume pour leur détente; mais elles ont l'inconvénient de présenter relativement peu de surface au courant, de retenir beaucoup de chaleur, et, par suite, de condenser très-imparfaitement, enfin,

(1) Les mouffles sont en fonte et ont $2^m,7$ de long, $0^m,6$ de large et $0^m,45$ de haut. Le minerai est chargé soit directement, soit dans des bassins en fer; on passe 200 à 250 kilog. par mouffle et par 12 heures. A Sulphur Bank, il y avait, en 1876, trois groupes de cinq mouffles, dont deux en opération, l'un pour les minerais concentrés à 56 p. 100 de mercure et pour les slimes enrichis à 10 p. 100, l'autre pour les suies.

Les mouffles sont économiques d'installation, mais coûteux de main-d'œuvre et de combustible, ainsi que d'entretien ; ils ne semblent pas donner un rendement supérieur aux fours de grillage: ils occasionnent la salivation chez les ouvriers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'absorber de grandes quantités de mercure (1). La *fonte* est bonne conductrice de la chaleur et se prête à une grande variété de formes, mais elle est attaquée par l'acide sulfurique condensé ; elle permet de multiplier les surfaces condensantes, mais au détriment soit du tirage, soit de la lenteur du courant. Le *bois* est bon marché, mais ne peut être employé près du four à cause de la chaleur ; à une certaine distance, il est plus ou moins attaqué par les eaux acides. Le *verre*, mauvais conducteur, comme la brique et le bois, a sur la fonte l'avantage de ne pas se corroder et de pouvoir servir sous une faible épaisseur : un mince carreau de vitre transmet aussi bien la chaleur qu'une forte plaque de fonte.

Le tirage a lieu par *cheminée* ou par *ventilateur*. En augmentant le tirage, on active le grillage, on passe davantage, on réduit les frais de traitement, mais, rendant le courant plus rapide, on laisse moins de temps au mercure pour se condenser et se déposer, on diminue le rendement. Le ventilateur, adopté par certaines usines californiennes, est d'autant plus recommandable que le minerai est plus pauvre et que le courant a plus de résistance à vaincre ; mais il demande à n'être employé qu'avec discernement. Il permet de régler le tirage, de le régulariser, de l'affranchir des variations barométriques. Créant un appel vers l'intérieur, il empêche toute fuite de vapeur mercurielle et, en cas de fissure dans les maçonneries du four ou de rupture d'un condenseur, il sauvegarde la santé des ouvriers. — Le tirage par cheminée, bien que généralement préféré, est aléatoire et irrégulier ; au besoin, il peut être activé par un feu au bas de la cheminée.

Passer en revue détaillée tous les fours, condenseurs et autres appareils de la métallurgie du mercure, que nous avons vu fonctionner en Californie, serait long et dépourvu d'intérêt. Nous ferons un choix et ne nous occuperons que des installations les plus caractéristiques et les mieux entendues. Nous les classerons, comme c'est l'usage, d'après les systèmes de fours.

Un premier chapitre sera consacré aux fours intermittents et un second, plus développé, aux fours continus.

Nous avons conservé, dans ce travail, les unités de poids usitées en Californie, savoir, pour le minerai, la tonne de 2 000 livres *avoirdupoids* équivalant à 907 kilog., 185, et, pour le mercure, la bouteille de 76,5 livres anglaises = 34,69 kilog., équivalant à très-peu près à 75 livres espagnoles.

Avant d'entrer en matière, nous indiquerons, une fois pour toutes, le traitement de la suie mercurielle.

Traitement de la suie mercurielle. — La suie mercurielle, recueillie dans les con-

(1) Le mercure qui pénètre les briques des fours et condenseurs, n'est pas perdu. Ces briques sont, après démolition, considérées et traitées comme minerai très-riche ; leur cassure est couverte de petits globules de mercure métallique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

denseurs en quantité variable avec la nature du minerai et du combustible et avec le système de grillage et de condensation, est un mélange complexe dû à la condensation de produits volatils et au dépôt de cendres et poussières entraînées. Elle est généralement humide et acide ; elle retient beaucoup de mercure libre, parfois jusqu'à 50 p. 100 ; elle peut aussi renfermer du sulfure de mercure.

On retire directement de la suie le plus de mercure possible, par simple agitation mécanique sur plan incliné, avec addition d'un peu de chaux vive. Le résidu est ensuite mêlé au tiers environ de son poids de chaux vive et traité au mouffle. — A New Almaden, on se contente d'agiter la suie dans l'eau bouillante, avec moitié environ de son volume de cendres de bois, et on repasse le résidu au four de grillage.

CHAPITRE PREMIER.

Fours intermittents.

Les fours intermittents, bien que leurs frais de traitement et d'entretien aient été sensiblement réduits en Californie (1), disparaissent de ce pays et n'y auront bientôt plus de représentant. Nous devons cependant dire quelques mots du meilleur d'entre eux, afin de permettre la comparaison avec les fours continus.

Ancien four d'Idria modifié.

La chambre à minerai, rectangulaire et verticale, est libre sur toute sa hauteur et ouverte par le haut (une chambre de 4 mètres sur 3 mètres et de 6 mètres de haut reçoit environ 100 tonnes de minerai) ; deux murs pleins en briques la limitent sur les longs côtés ; à l'avant et à l'arrière, deux parois à claire-voie, en maçonnerie de briques, la séparent, d'une part, de la chauffe, d'autre part, des chambres de condensation. Le chargement se fait en alternant des lits de minerai de grosseur variable et des lits de briquettes, celles-ci disposées de manière à former une série de carneaux allant de la paroi d'avant à la paroi d'arrière : les carneaux de briquettes permettent le tirage et la circulation des gaz et vapeurs au travers de la charge ; ils subsistent pendant le grillage, et empêchent le tassement de la masse sans s'opposer à sa dilatation. On étend au sommet de la charge un lit de minerai menu avec suie à repasser et on recouvre le tout d'argile, de cendres et de paille, pour arrêter les vapeurs mercurielles. On ferme la chambre au moyen de grands bassins en fonte bien jointifs, avec circulation d'eau froide. — Le four passe une charge par semaine. La proportion de briquettes varie du quart à la totalité de la charge. La briquette pèse environ $5^k,4$.

Les condenseurs se composent d'une série de grandes chambres en briques, formant chicanes ; la sole, en ciment, possède une double pente du centre vers les portes, qui sont en fer ou en verre. Les chambres sont bâties sur doubles voûtes, avec interposi-

(1) Toutes choses égales d'ailleurs quant au prix de la main-d'œuvre, du combustible, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion de plaques de fonte qui empêchent le mercure de pénétrer dans les fondations (1), l'arrêtent et l'écoulent dans des bassins en fer. — Un groupe de trois de ces anciennes chambres de condensation vient d'être remplacé à New Almaden par un nouveau condenseur en briques, lequel est traversé, sur toute sa hauteur, par deux cheminées débouchant de part et d'autre à l'air libre; on obtient ainsi non-seulement à l'extérieur, mais aussi à l'intérieur de l'appareil, une circulation d'air frais, qui prévient le surchauffage et le fendillement des murs et active un peu la condensation (2). — Le tirage a lieu par cheminée.

New Almaden possède encore cinq fours intermittents, dont quatre capables de 50 tonnes par opération et un de 100; ils ont chacun 16 à 22 condenseurs en briques et 4 à 5 condenseurs en bois. Le tableau suivant résume les roulements d'un des fours de 50 tonnes et du four de 100, pendant l'année 1875.

	FOUR DE 50 TONNES.	FOUR DE 100 TONNES.
Minerais traités.	tonnes (3).	tonnes.
Minerais (gros et moyens) riches	19,0	890,5
Minerais (gros et moyens) pauvres	142,5	1 149,5
Minerais menus en briquettes	1 485,5	1 845,5
Total	1 647,0	3 885,5
Mercure produit.		
Nombre de bouteilles	618	2 806
Pour 100 de la totalité des minerais	1,43	2,76
Frais de traitement.	francs.	francs.
Main-d'œuvre (à 12 fr. la journée, en moyenne)	11 544	16 263
Bois (à 9 fr. 30 le stère, en moyenne)	16 848	24 669
Coke (à 60 fr. la tonne) et charbon de bois	1 123	2 035
Total	29 515	42 967
Par bouteille de mercure	47,74	15,29
Par tonne de minerai	17,89	11,08

(1) En 1863, à New Almaden, lors de la démolition de deux vieux fours, on trouva que le mercure avait traversé les fondations tout entières, ainsi que le terrain sous-jacent, sur une épaisseur de 9 mètres, jusqu'au roc solide : 2 000 bouteilles de mercure furent ainsi retirées.

(2) On se propose d'utiliser ces cheminées pour le séchage préalable des minerais menus destinés aux nouveaux fours continus pour menus.

(3) Il s'agit ici, comme dans tout ce mémoire, de la tonne de 907^{k},185.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les fours intermittents exigeant la transformation en briquettes des minerais plus fins que 0m,02, leurs frais de traitement s'augmentent en réalité des frais de fabrication et de manutention des briquettes. Voici comment on estimait, en 1875, à New Almaden, le prix moyen auquel revenait le mercure produit dans les fours intermittents marchant pour menus seuls.

	PAR TONNE.	PAR 1 000 briquettes.
	francs.	francs.
Prix de revient des menus à la mine.....	7,97	47,84
Transport de la mine à l'usine.....	1,89	11,34
Fabrication des briquettes.....	2,60	15,60
Transport au four et emmagasinement.....	2,34	14,04
Bois consommé.....	10,04	60,06
Main-d'œuvre (chargement, chauffage, déchargement).....	5,20	30,99
Entretien du four.....	1,17	7,02
Total.....	31,21	186,89

Admettant que les menus rendaient 1 p. 100 de mercure, on arrivait à 3 fr. 44 pour prix de revient du kilogramme de mercure. — Défalquant les deux premiers chapitres, qui varient d'ailleurs avec les conditions d'exploitation et la distance de la mine à l'usine, on voit que, en 1875, les frais de traitement complets des fours intermittents de New Almaden marchant pour menus seuls, s'élevaient en moyenne à 21 fr. 35 par tonne, dont 4 fr. 94 résultant de la fabrication et de la manutention des briquettes.

En 1876, les frais de traitement proprement dits, au four de 100 tonnes, se sont abaissés à 10 fr. 24 par tonne, dont 3 fr. 27 de main-d'œuvre et 6 fr. 97 de combustible, sans compter les frais imputables aux briquettes.

A Redington (1) ont fonctionné, de 1865 à 1878, deux fours intermittents du type d'Idria modifié, capables chacun de 100 tonnes. Ils avaient coûté plus de 500 000 fr. de premier établissement. Les frais de traitement s'établissaient comme il suit en 1874:

(1) Plus exactement, Redington est le nom de la mine, et l'usine se trouve à Knoxville.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

		Francs.
Pour une charge double de 200 tonnes.	9 000 briquettes (à 26 fr. le mille).	234,00
	19 st. 9 de bois (1) (à 7 fr. 20 le stère).	143,30
	44 journées, aux fours et aux chauffes.	522,90
	20 journées, pour le chargement des fours.	200,70
	12 journées, pour le déchargement des fours.	120,40
	8 journées, pour le travail de la suie.	75,70
	Total.	1 297,00
Par tonne.		6,48

Dans une charge ainsi composée n'entrait qu'un quart à un tiers de briquettes. En supposant toute la charge en briquettes, les frais de traitement complets se seraient élevés à 9 fr. 60 par tonne, dont 2 fr. 19 imputables aux briquettes.

CHAPITRE II

Fours continus.

Les divers types de fours continus répondent à divers calibres de minerais et exigent un criblage préalable. Il y a des fours continus pour *gros*, pour minerais de *moyenne grosseur*, pour *menus*. Les fours pour menus, les plus nouveaux et les plus intéressants, sont aussi les plus importants pour la métallurgie californienne, vu la proportion toujours dominante des menus dans les minerais dont elle dispose. Les fours pour gros, les plus recommandables en eux-mêmes, sont rarement applicables dans ce pays, où peu de mines fournissent assez de gros pour alimenter même un seul four de ce type. Reste un four continu, un des premiers inventés aux Etats-Unis, qui traite une sorte de tout venants, où la proportion des menus proprement dits ne saurait excéder un tiers ; nous commencerons par cette solution moyenne.

Les appareils de condensation varient beaucoup d'un four à l'autre. La meilleure disposition nous semble la suivante. Faire passer d'abord les gaz et vapeurs sortant du four dans quelques chambres en briques, d'autant plus vastes qu'ils sont plus chauds, où, se détendant, ils baissent de température et déposent leurs cendres et poussières entraînées, lesquelles ne vont pas augmenter et salir la suie des condenseurs suivants. Faire traverser ensuite quelques condenseurs en fonte, qui refroidissent d'une manière très-efficace, surtout quand ils possèdent une circulation d'eau, et qui, placés parmi les premiers, condensent surtout du mercure et peu d'eaux acides et, par suite, se corrodent peu ; ne pas les multiplier, car ils étranglent toujours plus

(1) Le minerai de Redington, étant très-pyriteux, exige relativement peu de combustible pour son grillage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou moins le courant. Faire séjourner enfin dans une série, aussi longue que le tirage le permet, de condenseurs en bois, ou mieux, en bois et verre, faiblement attaquables aux eaux acides, offrant beaucoup de volume et de surface, économiques.

Le ventilateur, parfois nécessaire, nous paraît toujours utile, comme assurant et régularisant le courant, aussi lent d'ailleurs qu'il convient.

§ 1. FOUR POUR MINERAI DE MOYENNE GROSSEUR.

Four Knox.

Le four Knox est un four à cuve verticale avec une chauffe latérale : le minerai forme une colonne descendante et les flammes un courant transversal. Les matières, n'étant traversées par le courant que sur une faible épaisseur horizontalement, peuvent être d'un calibre assez petit et offrir une masse assez serrée, sinon compacte ; mais cette marche des gaz est contraire à un chauffage uniforme et à une bonne utilisation de la chaleur. Une heureuse disposition consiste à ne faire traverser aux flammes que la moitié supérieure de la cuve, et à laisser le grillage et la distillation du mercure s'achever dans la moitié inférieure.

Le four Knox est suivi d'une série de condenseurs, tous métalliques dans le principe, d'un ventilateur et de longs carneaux d'évacuation. L'emploi exclusif des condenseurs métalliques est critiquable ; ils étranglent le courant sur une grande longueur ; les premiers se brûlent d'autant plus vite, dans le cas actuel, que les gaz sortant du four Knox sont très-chauds ; les derniers se corrodent rapidement sous l'action des eaux acides. Le ventilateur permet de vaincre, et au-delà, les résistances considérables offertes au courant, d'abord par le minerai (pourvu qu'on ne force pas trop la proportion de menus), puis par l'appareil de condensation. Il répond à la préoccupation, qui s'explique par la pauvreté des minerais, de réduire les frais de traitement en passant beaucoup. Cette tendance trop exclusive a conduit, dans la plupart des installations Knox, à un tirage trop énergique et contraire à une condensation et à un dépôt satisfaisants du mercure.

On trouve des fours Knox à California, Manhattan, Redington, Sulphur Bank, etc. La principale installation est celle de Redington, déjà décrite par M. T. Egleston (1) ; elle comprend quatre fours ; elle est représentée par les fig. 1, 2 et 3, planche 85, en coupe longitudinale, plan et coupe transversale.

Four. — Le four à cuve Knox a $11^{m},70$ de haut. La cuve A est rectangulaire et de section variable : du sommet B à la profondeur de $0^{m},60$, elle a $0^{m},60$ sur $0^{m},60$;

(1) T. Egleston, *Notes on the Treatment of Mercury in North California.* — Transactions of the American Institute of Mining Engineers ; vol. III.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de $0^m,60$ à $1^m,20$, la largeur est constante et la longueur croît jusqu'à $2^m,10$; de $1^m,20$ à 3^m, la section a $0^m,60$ sur $3^m,10$; de 3^m à $5^m,50$, la largeur croît jusqu'à $2^m,10$ et la longueur est constante; de $5^m,50$ à $6^m,90$, la section a $2^m,10$ sur $2^m,10$; de $6^m,90$ à $11^m,7$, c'est-à-dire au fond, la largeur est constante et la longueur décroît jusqu'à $0^m,60$; le fond de la cuve communique avec une décharge inclinée C. De part et d'autre de la partie supérieure de la cuve, sur les longs côtés de la section rectangulaire, deux chambres D et D′ sont ménagées dans la maçonnerie du four. Les parois de séparation de ces chambres et de la cuve sont à jour, de la profondeur de $2^m,20$ à celle de $5^m,5$; chacune est formée, sur cette hauteur, de cinq arceaux a, a', en briques, séparés par des ouvertures de $0^m,15$ environ; les deux arceaux supérieurs a n'occupent guère que le tiers de la paroi, au centre; les trois arceaux inférieurs a' règnent sur toute la longueur et sont en retraite de $0^m,50$ l'un sous l'autre (ainsi que la paroi pleine sous le cinquième arceau). La cuve A est chargée par le haut et doit toujours être pleine de minerai; pendant la marche, elle est fermée à son sommet B par un couvercle et au bas de la décharge C par une porte. La chambre D sert de chauffe; la grille est à $6^m,1$ sous le sommet de la cuve. Les gaz, aspirés de la chauffe vers la cuve, passent entre les arceaux, traversent la cuve suivant sa largeur, sortent entre les arceaux opposés et gagnent la chambre D′ (qui doit être au rouge sombre), d'où ils sont amenés par le tuyau en fonte K′ à la série des condenseurs, au delà desquels se trouve le ventilateur. Les ouvertures supérieures des parois à jour dirigent vers le centre de la charge le courant qui tendrait plutôt à passer sur les côtés (où la proportion des gros sur les menus augmente, lors de la descente). Le rétrécissement de la cuve, vers le haut, diminue l'épaisseur de minerai traversée par les gaz, et par suite les résistances du courant. L'élargissement, près de la grille, prévient une trop grande élévation de température dans cette zône (le minerai ne doit jamais fondre, ni se fritter). La disposition des arceaux en retrait l'un sous l'autre, empêche le minerai de tomber dans les chambres D et D′ et réduit la pression de la colonne sur ces organes grêles qui, néanmoins, entraînent des réparations fréquentes. Le massif du four a une épaisseur exagérée, savoir: $2^m,5$ de maçonnerie, armée de grosses poutres en bois reliées par des tirants en fer. Une série de carneaux E, aboutissant à la chauffe, sont ménagés autour de la base du four; l'air y circule et s'échauffe en refroidissant les parois. La cuve possède une chemise intérieure en briques réfractaires. Le plan incliné de la décharge est protégé par un revêtement métallique. Une forte plaque en fonte recouvre la sole de la chambre de sortie des gaz et vapeurs D′, afin de prévenir une absorption de mercure par la maçonnerie; un regard est ménagé dans la paroi extérieure de cette chambre, au-dessus du tuyau de dégagement K′. Ce tuyau en fonte, de 54^{mm}, est coudé et pénètre dans le premier condenseur I′; au coude, il est muni d'un trou d'homme pour le nettoyage.

La cuve contient environ 75 tonnes de minerai. On défourne une tonne (comptée après grillage et représentant la capacité d'un wagon) par heure; le minerai séjourne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donc dans le four plus de trois jours. Le minerai retiré doit être, sinon froid, du moins noir ; quand apparaissent les morceaux encore au rouge sombre, on arrête la descente et on abaisse la porte de décharge. Aussitôt le défournement opéré en bas, on charge une quantité équivalente en haut. Le roulement des matières de l'atelier de sheidage au sommet du four et le chargement de celui-ci se font presque automatiquement (fig. 3) ; après chaque manœuvre, on entoure le couvercle de cendres, afin d'obtenir une fermeture convenable. Les charges se composent de 2/3 à 3/4 de minerai de grosseur moyenne ($0^m,06$ à $0^m,02$) et de 1/3 à 1/4 de menus (en dessous de $0^m,02$ jusqu'aux poussières). Quand la proportion de menus augmente (1) ou que les charges sont humides, la quantité passée en 24 heures peut tomber de 24 tonnes (après traitement) à 16 et 12 tonnes. Le combustible employé est, soit, de préférence, de la broussaille verte, soit, en hiver, du bois de chêne ; on charge la grille chaque demi-heure. On consommait, en 1876, 9 stères de bois, à 7 fr. 20 le stère, par four et par 24 heures. La broussaille diminue beaucoup les frais de combustible, mais augmente sensiblement les proportions de suie, de vapeur d'eau et de mercure entraîné.

Le même personnel dessert les fours et les condenseurs. En 1876, les 4 fours Knox de Redington occupaient, par poste de 12 heures, 5 hommes (2), à 182 fr. par mois de 30 jours, avec pension, et un machiniste (pour les ventilateurs), à 208 fr. par mois, avec pension ; la surveillance générale était exercée par un chef ouvrier, à 312 fr. par mois, avec pension. La pension représente à peu près la moitié du salaire ; les hommes mariés, qui logent dans les quartiers ouvriers de la compagnie, peuvent à leur gré, la recevoir en nature ou en argent, mais ils payent environ 39 fr. de loyer par mois. — Il y a, en outre, pendant le jour, une quinzaine d'hommes pour le scheidage et le classement des minerais (G, atelier de scheidage ; H, haldes).

Condenseurs. — Dans la première installation de Redington, chaque four était accompagné d'une série de 17 à 18 condenseurs Knox et Osburn, en fonte, I. Dans la suite, la pratique ayant montré que, aux deux tiers de la série, le refroidissement était suffisant, les huit derniers out éte remplacés par huit condenseurs en bois.

Le *condenseur Knox et Osburn* est une simple boîte rectangulaire et verticale en fonte, avec fond en pente pour l'écoulement. Il a $2^m,4$ de long, $0^m,75$ de large, $1^m,8$ de haut sur la petite face d'avant, celle vers laquelle a lieu l'écoulement, et $1^m,50$ sur celle d'arrière. Il se compose de trois pièces indépendantes, ce qui facilite le transport et les réparations : la première, à partir du haut, a $0^m,75$; elle s'emboîte d'aplomb sur la seconde, qui repose sur la troisième, forte plaque servant de fond, formant rigole

(1) On peut forcer la proportion de menus, en mêlant aux charges de petites bûches de bois ; mais, au delà de moitié, le tirage devient impossible.

(2) Un four Knox isolé occupe trois hommes par poste, deux fours accouplés quatre hommes, quatre fours réunis cinq hommes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suivant la longueur et recevant une pente de 15° à 20°. Deux condenseurs voisins communiquent par le sommet de la pièce supérieure, au moyen d'un tuyau en fonte K, de 54^{mm}, deux fois recourbé ; d'autre part, le sommet de la pièce supérieure a la forme d'un bassin de 0^{m},05 de profondeur, où arrive constamment de l'eau du réservoir L, laquelle déborde et s'écoule le long des faces verticales de l'appareil. Dans la pièce intermédiaire est ménagée, au bas de la face antérieure, une ouverture pour le nettoyage, fermée par une porte en fonte; la fermeture n'est pas hermétique : les vapeurs mercurielles ne s'échappent pas au-dehors, à cause du tirage ; les produits de condensation s'écoulent le long du fond, sans dispositif spécial. La plaque de fond, la plus exposée à l'action corrosive des eaux acides, a jusqu'à 0^{m},8 d'épaisseur ; elle fait saillie à l'avant, au-dessus d'une auge collectrice. — Les condenseurs en bois sont de forme et dimensions analogues. — Les uns et les autres sont placés côte à côte sur des chassis en bois, au-dessus d'une aire en ciment M. A Redington, les condenseurs de deux fours voisins sont groupés en trois rangées, tout en formant deux séries distinctes. Les faces antérieures donnent sur des chemins de service. Le long de chaque rangée court une auge collectrice en bois ; celle-ci devant avoir une pente suffisante pour l'écoulement, les condenseurs sont à 0^{m},015 en contre-bas l'un de l'autre. Les produits de condensation sont amenés dans les pots de fer N ; le mercure s'assemble au fond, d'où il est pris et mis en bouteilles au-dessus des cuves O; le trop plein des eaux s'écoule vers les vases de dépôt P, P′, dans lesquels on recueille un peu de crasse et de mercure entraîné. — Au sortir du four Knox, les gaz et vapeurs sont fort chauds : dans les premiers condenseurs, il n'y a guère qu'abaissement de température et dépôts de matières entraînées ; ensuite se condense le mercure, en majeure partie jusqu'au milieu de chaque série ; au-delà ce sont principalement des eaux, de l'acide sulfurique, etc.

Le tuyau K″, partant du dernier condenseur I″ de chaque série, doit être presque froid, si l'allure du four et des condenseurs est bonne. Il établit la communication du système avec un ventilateur Q, qui crée le tirage. Le ventilateur, du système Root, fait 100 tours par minute. Une petite machine à vapeur R actionne les 4 ventilateurs, une pompe S, une scierie, etc.; sa chaudière T consomme 5,5 stères de bois par 24 heures.

Les 4 ventilateurs évacuent les gaz et le reste des vapeurs respectivement dans 4 carneaux étanches U, de 0^{m}60 sur 0^{m},75, formés de planches jointives maintenues par des cadres extérieurs en bois et serrées par des clavettes en bois (le fer se corroderait rapidement), qui, au bout de 89^{m}, se réunissent deux à deux et sont continués par deux carneaux semblables, de 1^{m},20 sur 1^{m},50, lesquels règnent sur 351^{m} de longueur. Ceux-ci aboutissent au sommet d'une tour en bois, verticale et carrée, de 4^{m},50 de haut et 1^{m},20 de côté, qui est pleine de pierres et reçoit constamment de l'eau du réservoir V. De la base de la tour part un dernier carneau, où ne se dépose plus guère ni mercure ni suie, mais qui évacue les gaz sulfureux; il a plus de 300^{m} de long et monte jusqu'au sommet de la colline voisine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le nettoyage de l'appareil de condensation et le traitement de la suie riche sont opérés par le personnel même des fours, entre les chargements et déchargements. Les condenseurs, tuyaux de communication, etc., sont nettoyés l'un après l'autre, et chacun une fois par semaine. Pour nettoyer un condenseur et en retirer la suie, on enlève la porte antérieure, ce qui ne donne lieu à aucun dégagement mercuriel au-dehors, ni à aucune salivation, grâce au tirage énergique; l'opération ne prend que 2 à 3 minutes. La suie de la seconde moitié des condenseurs de chaque série est repassée au four telle quelle; la suie relativement sèche de la première moitié est seule assez riche pour être traitée, comme nous l'avons dit, et fournit le quart environ du mercure total.

Frais d'établissement, d'entretien et de traitement. — L'installation complète des 4 fours Knox de Redington, construits en 1874 et 1875, a coûté, tout compris, fours, condenseurs et autres appareils, 520 500 fr. de premier établissement, soit 130 125 fr. par four. Elle comprenait plus de 71 000 kilog. de fonte et fer par four; chaque condenseur Knox et Osburn ne pèse pas moins de 2 248 kilog. (1).

La première paire de fours installée (les deux fours accolés) a marché pendant deux ans et demi sans interruption ni réparation (sauf les ventilateurs qui ont dû être changés une fois). Après cette campagne, elle a chômé pendant trois mois et a exigé pour 49 200 francs de réparations, soit 24 600 francs par four. Les 36 condenseurs en fonte ont été remplacés par 20 en fonte et 16 en bois; tandis que le condenseur Knox et Osburn coûte, à Redington, 2 000 francs environ, y compris la tuyauterie, le droit de brevet, etc., un condenseur en bois y revient à moins de 500 fr. Les anciens condenseurs en fonte étaient très-corrodés; toutes les pièces de fond ont dû être changées; un sixième à peine des autres a pu servir encore.

Nous avons donné, plus haut, les éléments principaux des frais de traitement au four Knox, à Redington, en 1876; ils peuvent se résumer ainsi, pour les 4 fours et par 24 heures :

		Francs.
Quantités passées = 96 tonnes.	Main-d'œuvre (12 journées) et surveillance.	127,40
	Bois (2) (36 stères).	259,20
	Total.	386,60
Par tonne.		4,02

Comparant le four Knox à l'ancien four d'Idria modifié, dans la même usine de Redington (voir p. 494), on trouve que les frais de traitement par tonne sont réduits de

(1) En automne 1876, la fonte coûtait 0 fr. 64 le kilog. à San Francisco et 0 fr. 75 rendue à Redington.

(2) Les frais de traitement sont notablement réduits, quand on emploie des broussailles, au lieu de bois, comme combustible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2 fr. 46 à 5 fr. 58, ou de 37,96 à 86,12 p. 100 (pour traiter à l'ancien four intermittent, les tout-venants du four Knox, il eût fallu transformer en briquettes une grande partie du minerai). Tandis qu'avec l'ancien système, tous les minerais devaient être amenés à une teneur de 5 p. 100 environ, on est arrivé à traiter avantageusement au four Knox, malgré la baisse considérable des cours du mercure, des minerais ne tenant guère que 1,5 à 1 p. 100. Avec des teneurs aussi faibles et des cours aussi déprimés, il importait davantage assurément de réduire les frais de traitement par tonne de minerai que les pertes sur le mercure contenu.

§ 2. — FOURS POUR GROS.

Four à revêtement métallique.

Le four à revêtement métallique n'est autre que le nouveau four continu, construit en 1871 à Idria, par M. A. Exeli, avec quelques perfectionnements apportés par les ingénieurs de New Almaden. C'est un four à cuve verticale, autour duquel sont réparties trois chauffes : le minerai, mêlé de combustible, forme une colonne descendante, et les flammes un courant ascendant. Les matières étant traversées sur une hauteur de près de 4^{m} par le courant, et le tirage n'ayant lieu que par cheminée, le minerai doit être d'un calibre assez gros. Les marches inverses de matières et de gaz sont rationnelles. Les gaz et vapeurs sortant au sommet sont à température peu élevée. Le grillage et la distillation du mercure s'achèvent dans les parties basses. Le four, comme son nom l'indique, possède un revêtement métallique, imperméable aux vapeurs mercurielles.

New Almaden possède deux fours à revêtement métallique, l'un depuis 1875, l'autre depuis 1876. On y traite les minerais les plus gros des classes dites riches et pauvres ; la grosseur dépasse le poing ; le rendement moyen en mercure est d'environ 10 p. 100. Cette richesse est exceptionnelle en Californie ; avec elle, les frais de traitement par tonne de minerai deviennent secondaires et la perte sur le mercure contenu importe bien davantage.

Le grillage est soigné ; il se fait à basse température, de sorte que le minerai ne se fritte pas ; il est prolongé, assez pour que le cœur des plus gros morceaux soit atteint. Le courant est lent, et les vapeurs mercurielles ont tout le temps de se condenser et déposer. L'appareil de condensation, fort bien conçu, comprend une série de condenseurs d'abord en briques, puis en fonte, enfin en bois et verre. L'appel se fait, comme toujours à New Almaden, par cheminée.

Four. — Le four à revêtement métallique étant d'origine européenne, nous serons bref dans sa description.

Il est représenté par les fig. 4 et 5, planche 85, en élévation et coupe, et en plan.

La cuve est circulaire et a 6^{m},30 de haut ; du sommet à la profondeur de 4 mètres,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elle est cylindrique et a $1^m,87$ de diamètre intérieur; elle se retrécit ensuite et devient tronc-conique jusqu'au fond, où elle n'a plus que $1^m,25$. Un peu au-dessous de la naissance de la partie tronc-conique, débouchent trois chauffes, placées extérieurement à 120°; les ponts sont en retraite, afin d'éviter l'obstruction par le minerai descendant. Du fond de la cuve partent trois décharges inclinées, situées à l'aplomb des chauffes.

La forme extérieure du four est celle d'une tour ronde reposant sur un dé polygonal avec trois contreforts à 120°. La tour est formée d'une chemise intérieure de $0^m,33$ en briques réfractaires, d'une épaisseur de sable pour la dilatation, d'une seconde chemise de $0^m,12$ en briques ordinaires, et d'un revêtement extérieur en tôle de fer de 5^{mm}, étanche aux émanations mercurielles. Le dé et ses contreforts, en maçonnerie réfractaire ou commune, suivant les parties, avec armatures intérieures aux points convenables, possèdent un revêtement extérieur en plaques de fonte, également bien jointifs. Le massif entier repose sur ses fondations par l'intermédiaire d'une forte plaque de fonte circulaire et concave vers le centre, qui arrête le mercure. Au sommet se trouve un appareil de chargement avec fermeture hydraulique. A $0^m,60$ plus bas, six prises de gaz et vapeurs sont réparties autour de la circonférence de la cuve; elles aboutissent à un grand cadre rectangulaire en tuyaux de fonte de $0^m,54$, circonscrit à la tour et légèrement incliné, avec trous d'hommes pour le nettoyage; c'est un véritable condenseur métallique tubulaire, où se déposerait la moitié environ du mercure total; de là, les gaz et vapeurs sont conduits par un gros tuyau en fonte, et le mercure condensé par deux petits tuyaux, dans une grande chambre de condensation en briques. Douze regards sont ménagés dans la tour, à quatre niveaux différents, pour observer la hauteur et la température de la colonne de minerai, et régler en conséquence le chargement et le chauffage.

On ne charge jamais le four jusqu'à la gueule et on laisse au sommet un espace de $1^m,2$ à $1^m,50$. On emploie comme combustible, d'une part, un peu de coke ou de charbon de bois mêlés aux charges de minerai; d'autre part, du bois dans les trois chauffes latérales. Les combustibles artificiels diminuent la proportion de suie mercurielle; le bois rend plus maître de l'allure du four. La zone de température maxima, dont le niveau serait trop élevé dans la cuve avec l'emploi exclusif de combustible dans les charges, est abaissée convenablement par le feu des chauffes latérales (1).

Chaque charge comprend 720 kilog. de minerai gros et riche et 1,5 p. 100 de coke, à 67 fr. 60 la tonne. On ne fait guère qu'une charge par deux heures et le four ne passe pas plus de 10 tonnes par jour. La consommation de bois par 24 heures est d'environ 2,7 stères, partie en bois de chêne à 10 francs le stère, partie en bois rouge à

(1) Au fond de la cuve, sous le cône d'armature en fonte, on a ménagé une prise d'air, qui n'est généralement pas utilisée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5 fr. 70. Les 2 fours de New Almaden ensemble occupent, par poste de 12 heures, 2 hommes à 13 francs.

Condenseurs. — Chaque four à revêtement métallique est accompagné de deux chambres en briques, d'un condenseur Fiedler en fonte à circulation d'eau, d'une série de condenseurs Fiedler et Randol en bois et verre, et d'une cheminée d'appel.

Chaque chambre en briques a 8m,40 de haut, 5m,40 de large et 8m,40 de long ; une chicane la divise en deux compartiments ; la sole et le plafond sont en fonte.

Le *condenseur Fiedler* (fig. 1) est une boîte A en fonte, rectangulaire et allongée, dont le sommet forme toit, et qui est traversée intérieurement par trois chicanes creuses venues de fonte, deux B B partant du toit et une B′ du fond. Au-dessus de l'arête du toit se trouve un tuyau C d'amenée d'eau fraîche ; il est percé inférieurement de petits trous, qui débitent une pluie d'eau, laquelle s'écoule sur les faces inclinées et verticales du condenseur. D'autre part, il alimente une circulation d'eau dans les chicanes creuses ; l'eau est amenée, par les petits tuyaux D D, à la partie supérieure des chicanes extrêmes B B, au bas desquelles elle passe, par les tubes latéraux E E, dans la chicane intermédiaire B′, d'où elle sort de l'autre côté. Les gaz et vapeurs, arrivent à un bout du condenseur par le tuyau F (avec joint hydraulique

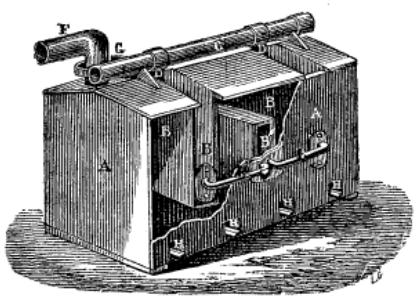


Fig. 1.

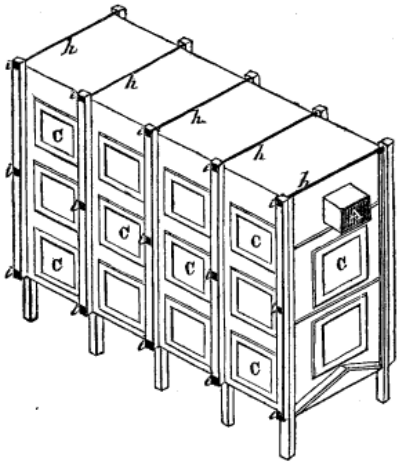


Fig. 2.

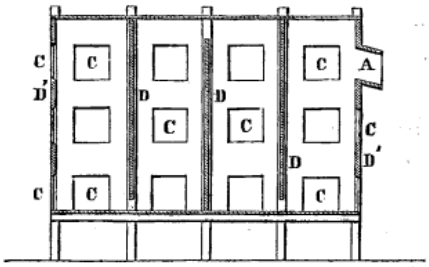


Fig. 3.

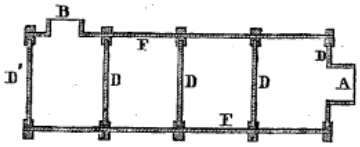


Fig. 4.

alimenté par le petit tuyau G) et traversant l'appareil suivant sa longueur, contournent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les chicanes et viennent en contacts répétés avec des surfaces sans cesse refroidies ; mais cette disposition étrangle fortement le courant, sur le parcours duquel on ne place qu'un ou deux condenseurs Fiedler. Les produits de condensation coulent le long du fond incliné du condenseur et sortent par les orifices H, H, H, H.

Le *condenseur Fiedler et Randol* est une grande caisse rectangulaire en planches, munie de nombreuses et larges ouvertures, fermées par des fenêtres avec minces carreaux de verre. La caisse a une forme facultative ; celle qui est représentée ci-joint, par les fig. 2, 3 et 4, en perspective, coupe longitudinale et plan, est haute et allongée, divisée intérieurement par des chicanes verticales et transversales en quatre compartiments successifs. Les gaz et vapeurs entrent à une extrémité en A, et sortent à l'autre en B. Les faces latérales de chaque compartiment comportent chacune trois fenêtres superposées C. — Les chicanes D et les faces extrêmes D′ s'engagent respectivement dans des poutres verticales à rainures E (fig. 5) ; les faces longitudinales F s'appliquent sur l'autre côté de ces mêmes poutres E, et sont maintenues extérieurement par une série correspondante de grosses poutres verticales G, lesquelles sont reliées deux à deux par trois tirants en fer *h*, avec écrous *i* opérant le serrage de l'ensemble ; le tirant intermédiaire traverse la caisse à l'intérieur d'une poutre creuse qui le protège contre les vapeurs acides. — Chaque fenêtre C (fig. 6) comprend un cadre fixe J, avec rainures extérieures dans lesquelles s'engagent les planches de la face latérale correspondante (ce qui les consolide et les empêche de se voiler), et un panneau mobile K, formé de plusieurs carreaux de vitre réunies par des baguettes. Chaque panneau s'engage, du côté inférieur du cadre, dans une rainure, et s'appuie, des trois autres côtés, sur des rebords ; il est assujetti au moyen d'une tige en bois L, manœuvrée de l'extérieur. Du fond de la rainure supérieure de chaque côté horizontal du cadre, partent deux trous o, o, o', o', inclinés vers l'intérieur de la caisse, et destinés à ramener dans le condenseur le mercure, qui s'est écoulé intérieurement le long des planches de la caisse ou des carreaux de la fenêtre, et a été arrêté par ladite rainure. — Pour les fenêtres inférieures, les cadres n'ont que trois côtés et les panneaux reposent directement sur la sole de la caisse ; des trous, ménagés au bas des panneaux, laissent écouler le mercure hors du condenseur dans une auge longitudinale. — La sole a une double pente de

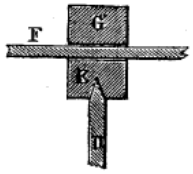


Fig. 5.

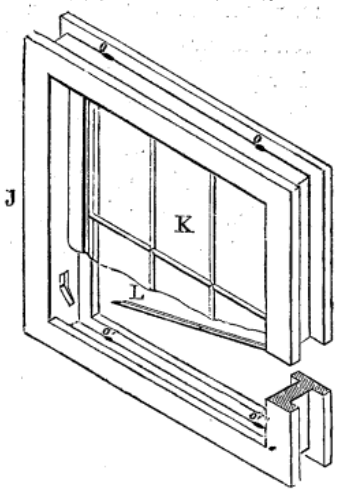


Fig. 6.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1/6 vers les longs côtés. — Dans les nouvelles installations de New Almaden, les condenseurs en verre ont une forme un peu différente; les quatre compartiments sont groupés en carré; la hauteur est de 6 mètres et comporte quatre fenêtres superposées. — Le condenseur Fiedler et Randol est à la fois économique et efficace; il offre un grand volume et beaucoup de surface condensante, sans étrangler le courant; on voit à l'intérieur, et juge facilement de l'opportunité du nettoyage.

Le nettoyage des condenseurs se fait de loin en loin. Le minerai de New Almaden donne peu de suie; un vingtième au plus du mercure total est retiré de la suie.

Frais d'établissement et de traitement. — Le premier four à revêtement métallique, allumé en mars 1875, a coûté 102 580 francs de premier établissement, avec les condenseurs et toute l'installation. Au bout de quinze mois de marche, on a dû l'arrêter pendant seize jours, pour relever la chicane tombée d'une chambre en briques. — Un condenseur Fiedler en fonte revient à 4 160 francs à New Almaden, et un condenseur Fiedler et Randol en bois et verre, ayant 74 mètres cubes de volume et 108 mètres carrés de surface condensante en verre, à 1 790 francs.

Le tableau suivant résume le roulement des 2 fours à revêtement métallique de New Almaden, pendant les quatre derniers mois de 1876.

Minerais traités.

	tonnes.
Minerais (gros) riches	1 556,8
Minerais (gros) pauvres	785,6
Total	2 342,4

Mercure produit.

Nombre de bouteilles	6 382
Pour 100 de la totalité des minerais	10,42

Frais de traitement.

	francs.
Main-d'œuvre (à 13 fr. la journée)	6 344
Bois (à 8 fr. 60 le stère en moyenne)	5 702
Coke (à 67 fr. 60 la tonne)	2 375
Total	14 421
Par bouteille de mercure	2,26
Par tonne de minerai	5,15

Nous avons dit (voir page 493) qu'en 1876, dans la même usine de New Almaden, les frais de traitement proprement dits au meilleur des anciens fours d'Idria modifiés,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celui de 100 tonnes, avaient été, sans y comprendre la fabrication des briquettes, — ce qui revenait à supposer qu'il marchât exclusivement pour gros, comme le four à revêtement métallique, — de 10 fr. 24 par tonne. Soit, à l'avantage du four à revêtement métallique, 4 fr. 09, ou 39 fr. 94 p. 100, de réduction.

On peut affirmer que la perte du traitement aux fours à revêtement métallique de New Almaden est moindre que dans aucune installation métallurgique de Californie.

Autres fours pour gros.

Le four *à double chauffe* est un grand four à cuve rectangulaire, avec deux chauffes à mi-hauteur, une sur chaque long côté. Du sommet, qui est surmonté d'une trémie de chargement, au niveau des chauffes, la cuve s'élargit, puis elle descend verticalement jusqu'au fond, où se trouvent quatre décharges. Le tirage se fait par ventilateur. En 1876, un de ces fours était en opération à Great Western et un autre en construction à California. Le premier passait en 24 heures jusqu'à 35 tonnes de minerais menus en briquettes et les frais de traitement complets s'élevaient à 9 fr. 10 par tonne. Défalquant les frais de fabrication des briquettes, on trouve 3 fr. 9 pour frais de traitement du four à double chauffe, marchant exclusivement pour gros, comme c'est son véritable objet.

Nous citerons encore les fours *Riotte* et *Luckhart,* analogues tous deux au four suédois de grillage pour minerais de fer; ils comportent un ventilateur.

§ 3. — Fours pour menus.

Le besoin, généralement senti en Californie, de traiter la classe importante des minerais fins directement et sans recourir à la fabrication onéreuse des briquettes, a suscité, dans ces dernières années, l'invention de divers systèmes de fours continus et automatiques pour menus et poussières, parmi lesquels nous avons distingué le four Livermore et le four Scott et Hutner.

Four Livermore.

Le four Livermore est un four à réverbère à sole inclinée et longue, le long de laquelle descendent les menus au contact du courant ascendant de flammes. Les dispositions sont telles, que le minerai forme une couche d'épaisseur mince et uniforme, dont on provoque facilement et peu à peu la descente, et qui, en même temps, subit un râblage automatique ; pour que ces actions se produisent bien, il importe que le minerai soit menu et sec. La largeur et la capacité du four sont facultatives, entre des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

limites éloignées. Le grillage a lieu à basse température, ce qui est recommandé avec les minerais de mercure, et la chaleur est mieux utilisée qu'en général dans les réverbères, à cause du contact prolongé du minerai et des gaz oxydants. En évitant les étranglements dans l'appareil de condensation, le tirage est suffisant avec une cheminée de hauteur modérée.

Le four Livermore a cinq représentants en Californie, dont quatre à Redington et un à Great Western. A Redington, on a d'abord transformé en fours Livermore les deux anciens fours d'Idria modifiés, dont on a conservé le massif extérieur, en partie du moins, et les grandes chambres de condensation. En 1876, à l'époque de notre visite, on érigeait deux nouveaux fours Livermore, avec installation complète, condenseurs en briques, fonte et bois, carneaux et cheminée d'appel ; le système de condensation est, comme on verra, assez satisfaisant.

Four. — La fig. 6, planche 85 donne la coupe longitudinale du four complet ; les parties basses du four sont en outre représentées ci-joint en perspective par la fig. 7.

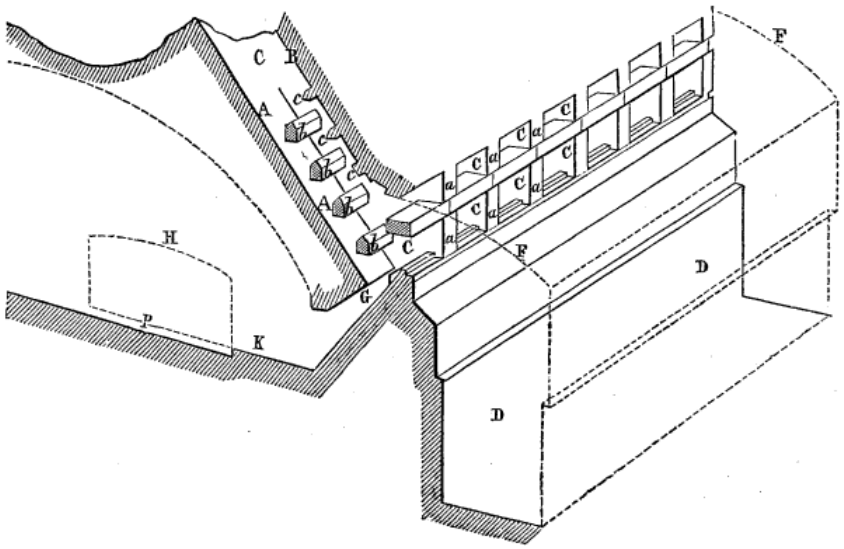


Fig. 7.

La sole A a une pente variable avec la nature du minerai et à déterminer avec soin ; à Redington, elle a 2 de hauteur pour 1 de base. Sa longueur, facultative entre les limites d'un grillage et d'un rendement satisfaisants, d'une part, d'une construction et d'un entretien facile, de l'autre, varie entre 9^m et $10^m,5$. La voûte B est plate, parallèle à la sole et distante de $0^m,33$ seulement ; elle repose sur une série de petits murs longitudinaux $a, a, a,$ ayant chacun une épaisseur de briques, séparés par des intervalles de $0^m,16$, qui règnent du haut en bas du plan incliné et divisent ainsi l'intérieur du four en une série

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de carneaux longitudinaux C, accolés et distincts. Le carneau est une unité, chacun ayant une colonne descendante de minerai et un courant ascendant de gaz. Les deux anciens fours de Redington ont 9 et 11 carneaux, les deux nouveaux 16 et 20 ; celui de Great Western en a 12. Tous les carneaux ont, à la base, une même chauffe D ; au sommet, une même trémie de chargement E, la chauffe et la trémie occupant toute la largeur du four. La chauffe, dont la longueur devient très-grande dans les fours à 16 et 20 carneaux, est double et a une porte sur chaque face latérale du four ; elle a environ $0^m,50$ sur $1^m,40$; sa voûte F se raccorde à la voûte plate du réverbère ; les petits murs de séparation des carneaux *a*, *a*, vont jusqu'au pont et divisent les flammes de la chauffe D ; entre la sole et le pont, il y a une solution de continuité, par laquelle chaque carneau communique avec un canal de décharge G, incliné en sens inverse, lequel aboutit à une chambre de refroidissement commune H. Au sommet, et de part et d'autre du four se trouvent deux prises de gaz et vapeurs I, commune à tous les carneaux ; les fuites mercurielles par la trémie E sont évitées, en la maintenant pleine de minerai et en donnant à son orifice J une ouverture très-faible et inférieure à l'épaisseur du minerai sur la sole A.

La pente de la sole A doit être supérieure à l'angle du talus naturel du minerai, afin d'assurer l'écoulement. Pour empêcher un écoulement trop rapide et une accumulation vers le bas, dans chaque carneau C se trouve une série de briques horizontales et transversales *b*, *b*, *b*, portées par les deux murs opposés *a*, *a*, élevées au-dessus de la sole du tiers de sa distance à la voûte, espacées d'une longueur de briques et réparties ainsi sur toute la longueur du carneau. Le minerai ne doit pas couler sous les briques *b*, *b*, mais baigner leurs pieds, sans déborder par dessus leurs têtes : c'est affaire d'inclinaison convenable (1). Les actions combinées du frottement de la sole et de la contre-poussée des briques *b*, *b*, maintiennent alors la colonne de minerai avec une épaisseur mince et uniforme. Cette colonne est continue depuis la trémie E jusqu'au canal de décharge G, que le minerai remplit complétement en formant talus sur la sole latérale K de la chambre H. Elle est généralement immobile ; on provoque de temps en temps une légère descente, en ouvrant la porte de la chambre H et en retirant, à l'aide d'un râteau, un peu de minerai du talus de chaque canal G. Lors de la descente de la colonne de minerai, les briques *b*, *b* ont un seconde ffet, également très-heureux pour le grillage : c'est de provoquer automatiquement le retournement de matières et le renouvellement des surfaces exposées aux flammes. Pour que cette double action des briques *b*, *b*, maintenir l'épaisseur constante et retourner les matières, se poursuive régulièrement, il importe que le minerai soit bien fluide, et, par suite, menu et sec à la fois (2). Une aire de séchage L accompagne toujours le four Livermore ; on utilise

(1) A Great Western, où la pente était trop forte, le minerai débordait au-dessus des briques *b*, *b*, et parfois même au-dessus du pont, tombant alors dans la chauffe, où il éteignait le feu.

(2) Un minerai humide se prendrait au contact des gaz chauds ; il y aurait des obstructions sous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à cette fin les plafonds des quelques chambres de condensation en briques M, placées immédiatement à la suite du four. — On a remarqué combien la voûte B était rapprochée de la sole A; dans cette voûte sont plantées, de distance en distance, des briques *c*, *c*, *c*, — qui rabattent encore davantage les flammes vers la sole : d'où un un contact aussi parfait que possible dans un réverbère, entre les gaz oxydants et le minerai à griller. — Bien que le laminage des flammes soit extrême dans ces longs et étroits carneaux parsemés d'obstacles, le courant rencontre, en somme, bien moins de résistances que s'il traversait une certaine épaisseur de minerai moyen ou gros.

Sous la sole est parfois ménagée une circulation supplémentaire de flammes N, avec chauffe inférieure O et cheminée spéciale, dans le but de chauffer par dessous la colonne de minerai; on a rarement recours à ce dispositif, d'ailleurs assez inefficace.

Dans l'indication de la capacité des fours pour menus, il est essentiel de distinguer le minerai avant ou après grillage. Les menus de Redington, traités en 1876 au four Livermore, pesaient 2 tonnes (de 907 kilog. 185) par mètre cube au sortir de la mine, 1,8 après séchage et 1,1 à 0,9 après grillage. Or, le four à 11 carneaux passait par 24 heures 10 tonnes environ de minerai grillé ou 20 tonnes de minerai brut : soit 1,8 tonnes de minerai brut par carneau et par 24 heures. D'après cela, on peut évaluer à 36 tonnes de minerai brut la capacité totale du four à 20 carneaux par 24 heures.

Tandis que la capacité du four Livermore est sensiblement proportionnelle à sa largeur, sa consommation en main d'œuvre et en combustible augmente peu avec le nombre des carneaux. En 1876, le four à 11 carneaux n'aurait guère brûlé que 5,5 stères de bois, à 7 fr. 20, par 24 heures; on préférait les broussailles, quand on en disposait. Le même four occupait, par poste de 12 heures, 2 hommes à 182 fr. par mois de 30 jours, avec pension. En outre, un chef-surveillant, à 312 fr. par mois, avec pension, était préposé aux 4 fours Livermore, anciens et nouveaux.

Un homme est au sommet du four ; il amène le minerai sur wagon, le décharge, l'étale sur l'aire de séchage L, remplit la trémie E, etc. ; il veille, lors de la descente, à ce que l'orifice J soit bien recouvert. L'autre homme est à la base du four ; il conduit le feu ; toutes les dix minutes environ, il provoque, comme nous l'avons dit, une légère descente de minerai dans les divers carneaux et rassemble en tas, sur le bord de la sole latérale K, les matières retirées des carneaux de décharge G. Quand le tas a atteint un volume suffisant pour remplir un wagon et qu'il est suffisamment refroidi, toutes les heures dans le four en question, l'ouvrier du haut vient se joindre à celui du bas, ils amènent les matières sur la sole inférieure P et défournent; cette opération est exempte de salivation.

---

les briques *b*, *b* : d'où des solutions de continuité dans la colonne de minerai, suivies de chutes brusques et parfois d'explosions, provenant de vaporisation subite et refoulant le contenu hors du four. C'est sans doute ce qui est arrivé lors de l'essai du four Livermore à Sulphur Bank.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le minerai ne séjourne guère que 4 heures sur la sole du four Livermore et, dans la chambre H, simplement le temps de se refroidir. Vue la finesse des menus, on admet que le grillage du cinabre et la distillation du mercure sont accomplis, quand les matières arrivent au bas de la sole. Quant aux pyrites, abondantes, comme on sait, dans les minerai de Redington, leur grillage, d'ailleurs difficile, n'a sans doute pas le temps de s'achever dans le four Livermore : le fait est que les parties métalliques de l'appareil de condensation sont beaucoup moins corrodées qu'avec le four Knox, ce qui doit tenir à ce que les gaz et vapeurs sont à la fois moins sulfureux, à cause de l'inachèvement du grillage des sulfures, et moins humides, à cause du séchage préalable des menus.

Le four Livermore, qui passe beaucoup, contient peu. Le four à 11 carneaux renferme au plus 5 tonnes. En cas d'arrêt, on peut ne compter que deux jours et demi pour la sortie du minerai et le refroidissement du massif, et un jour pour la remise en marche. En cas de réparation, on crève la voûte B au point voulu ; la voûte est simplement formée de deux épaisseurs de briques, l'une réfractaire, l'autre non ; elle est recouverte de cendres. Les passages de flammes entre les briques *b*, *b*, *b*, et *c*, *c*, *c*, étant très-étroits, on ne laisse pas s'y déposer trop de poussières ; tous les deux ou trois mois, on arrête le four et nettoie les carneaux C, au moyen de longues perches manœuvrées de la chauffe D. Quand une obstruction se produit sous une brique *b*, on peut y remédier sans interrompre le four, en introduisant une tige de fer le long de la face Q de la trémie E, laquelle est dans le prolongement de la sole.

Condenseurs. — La nouvelle installation Livermore, à Redington, comprend d'abord deux grands massifs en briques (1), dans chacun desquels se trouve un four et, à l'arrière, une grande chambre à condensation, ou plutôt à poussières, avec aire métallique de séchage au plafond. Le massif du four à 16 carneaux a en plan $7^{m},50$ sur $15^{m},60$; la chambre a de $2^{m},4$ à $3^{m},6$ de haut ; elle est divisée en cinq compartiments par des chicanes de $0^{m},20$; les murs extérieurs du four ont $0^{m},6$ à $1^{m},2$ et ceux de la chambre $0^{m},3$.

Le four à 16 carneaux a ensuite une petite chambre en briques, de $1^{m},60$ sur 3^{m} en plan, puis une série de 10 condenseurs en fonte et 6 en bois, rangés sur une ligne de 25^{m}, avec auge collectrice.

Les nouveaux condenseurs métalliques de Redington sont des caissons rectangulaires de $2^{m},4$ de long, $0^{m},80$ de large et 1^{m} de haut ; ils sont placés côte à côte avec une légère pente vers l'avant ; ils communiquent, alternativement à l'avant et à l'arrière, par des tuyaux en fonte droits et rectangulaires, ayant $0^{m},45$ de long, $1^{m},2$ de large et 1^{m} de haut. Le principal avantage de ce système est de ne plus étrangler le

(1) Avec parements antérieurs en pierres de taille.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

courant ; la section minima, aux communications, est environ moitié de la somme des sections libres des 16 carneaux du four. Chaque condenseur est formé de six plaques de fonte indépendantes et assemblées simplement. Les plaques inférieures et supérieures forment rigole; les plaques d'avant et d'arrière ont des ouvertures avec portes ; le tout est symétrique par rapport au centre de l'appareil, de sorte que, quand la pièce de fond, servant de rigole aux eaux acides, est trop corrodée, un double retournement permet de la remplacer par la pièce opposée. — Les condenseurs en bois sont environ doubles des condenseurs métalliques ; chacun est divisé en deux compartiments avec chicane.

Au delà des condenseurs, se trouve un carneau d'évacuation de 90^{m} en maçonnerie, aboutissant à une cheminée d'appel. Le tirage est, en général, suffisant; il peut être activé, au besoin, au moyen d'un jet de vapeur d'eau, dirigé au bas de la sole : cet errement nous semble très-critiquable, comme augmentant l'humidité des gaz, et, par suite, la quantité de mercure entraîné, à un état de division extrême, dans la vapeur d'eau et l'eau de condensation, ainsi que la proportion d'acide sulfurique formée et la corrosion résultante des condenseurs. Le courant est très-lent ; le refroidissement est satisfaisant dans les condenseurs métalliques, d'autant plus que les gaz et vapeurs sortent du four Livermore à une température peu élevée ; l'achèvement de la condensation et du dépôt du mercure, dans les condenseurs en bois et les carneaux, est surtout une question de surface et de temps.

Frais d'établissement et de traitement. — La nouvelle installation du four Livermore à 16 carneaux, à Redington, à peine achevée en automne 1876, devait revenir à près de 50,000 francs, tout compris, massif du four, condenseurs (le nouveau condenseur métallique pèse 1,575 kilog), etc.

Les éléments principaux des frais de traitement au four Livermore à 11 carneaux, à Redington, en 1876, peuvent se résumer ainsi, par 24 heures :

		Francs.
Quantités passées = 20 tonnes de minerai brut.	Main-d'œuvre (4 journées) et surveillance.	40,30
	Bois (5,5 stères).	39,60
	Total.	79,90
Par tonne.		3,99

Comparons ces frais de traitement du four Livermore à ceux de l'ancien four d'Idria modifié (voir page 494) et du four Knox (voir page 499), dans la même usine de Redington. Le four Livermore, traitant exclusivement des menus et poussières, il faut supposer, pour que cette comparaison soit exacte, dans l'ancien four d'Idria modifié, la totalité des charges en briquettes, ce qui porterait, avons-nous vu, les frais à 9 fr. 60 par tonne, et, dans le four Knox, au moins les deux tiers des charges en briquettes, ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui, comme il est facile de le calculer (1), augmenterait de 2 fr. 98 par tonne les frais indiqués et les porterait à 7 francs. Soit, à l'avantage du four Livermore, 5 fr. 61, ou 58 fr. 43 pour 100, de réduction dans le premier cas, et 3 fr. 01, ou 43 pour 100, dans le second.

Nous croyons les pertes du traitement moindres dans l'installation Livermore que dans l'installation Knox; le minerai est plus pauvre, mais il est menu et se grille mieux; les gaz et vapeurs sortent beaucoup moins chauds du four et séjournent incomparablement plus longtemps dans l'appareil de condensation.

Four Scott et Hutner.

Le four Scott et Hutner, représenté en coupes transversale et longitudinale par les fig. 7 et 8, planche 85, comprend deux cuves verticales et rectangulaires, de $2^{m},70$ sur $0^{m},60$, accolées suivant leur grande dimension. Dans chaque cuve, les deux parois longitudinales sont hérissées de fortes tuiles avec pente vers l'intérieur; il y a de chaque côté une série de cours de tuiles, horizontaux et étagés; les deux séries opposées alternent comme niveaux et sont inverses comme inclinaisons. Les menus remplissent la cuve, sauf le dessous des cours longitudinaux de tuiles, qui forment carneaux où passe le courant; les flammes sont ainsi admises à circuler au travers et au contact de la masse compacte du minerai. Les carneaux artificiels des deux cuves débouchent à chaque extrémité, par des ouvertures pratiquées dans la paroi transversale correspondante, dans une cheminée verticale commune; les deux cheminées sont divisées respectivement en deux compartiments, celle d'avant au tiers de la hauteur, celle d'arrière aux deux tiers; la chauffe se trouve dans le compartiment inférieur de la cheminée d'avant : c'est ainsi que le courant des flammes traverse trois fois la cuve, suivant sa longueur, à trois niveaux successifs. Les deux cuves ont au sommet une même trémie de chargement et, à la base, un même appareil de déchargement; la décharge tombe dans un wagon à bascule porté sur chariot roulant. Quand, de temps en temps, on provoque la descente de la colonne, les menus glissent sur les tuiles inclinées et passent d'un côté à l'autre de la cuve : cet écoulement, le long de plans inclinés alternatifs, provoque automatiquement un retournement des matières et un renouvellement des surfaces.

Le nouveau système fut essayé à New Almaden, en 1875, dans un four intermittent modifié à cette fin et capable ainsi de passer 6 tonnes par 24 heures. Un grand four Scott et Hutner, capable de 24 tonnes fut ensuite construit; il est double et comprend deux fours (à deux cuves) placés bout à bout. Les tuiles et chemises intérieures des cuves

(1) Nous avons dit, plus haut, que les briquettes pèsent en moyenne $5^{k},4$ et coûtent de fabrication 26 francs le mille, à Redington.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont en briques réfractaires; le reste des maçonneries est en briques ordinaires, avec épaisseurs de sable pour la dilatation. Le massif entier du four double possède un revêtement métallique pour l'étanchéité; il a 13m,8 de haut, 3 mètres de large, 11m,4 de long.

Le four double a deux condenseurs en briques, deux condenseurs Fiedler en fonte, sept condenseurs Fiedler et Randol en bois et verre, et des carneaux d'évacuation en bois. Les plafonds des chambres en briques, formés de plaques de fonte, servent d'aires de séchage : il est essentiel que les menus, toujours plus ou moins mouillés au sortir de la mine, soient secs ou très-peu humides dans la trémie de chargement. — Le tirage se fait par cheminée.

Frais d'établissement et de traitement. — Le four Scott et Hutner de 24 tonnes, achevé en octobre 1876, à New Almaden, a coûté près de 240,000 francs de premier établissement, avec les condenseurs et l'installation complète.

Le tableau suivant résume les roulements du four modifié de 6 tonnes, pendant les dix premiers mois de 1876, et du nouveau de 24 tonnes, pendant trente-neuf jours de marche, à la fin de la même année.

	FOUR DE 6 TONNES (10 mois).	FOUR DE 24 TONNES (39 jours).
Minerais traités.		
Menus	tonnes. 1 977,3	tonnes. 629
Mercure produit.		
Nombre de bouteilles	751	231
Pour 100 des minerais	1,45	1,40
Frais de traitement.		
Main-d'œuvre	francs. 15 698	francs. 2 030
Bois (à 8 fr. 60 le stère)	15 230	3 387
Total	30 928	5 417
Par bouteille de mercure	41,18	23,45
Par tonne de minerai	15,64	8,61

Comparons, au point de vue des frais de traitement des menus, le four Scott et Hutner de 24 tonnes à l'ancien four d'Idria modifié de 100 tonnes (voir page 493), dans la même usine de New Almaden et dans la même année 1876. Celui-ci ne pouvant traiter les menus qu'après transformation intégrale en briquettes, ajoutons, pour cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

transformation, 4 fr. 94 aux frais de traitement proprement dits : ce qui nous donne 15 fr. 18 pour les frais de traitement complets. Soit, à l'avantage du four Scott et Hutner, 6 fr. 57, ou 43 fr. 28 pour 100, de réduction.

Autres fours pour menus.

Le four pour menus de *Sulphur Bank* repose sur le même principe que le four Scott et Hutner. La cuve, verticale et rectangulaire, a $0^m,50$ sur 2 mètres; elle est traversée de part en part, suivant sa petite dimension, par de fortes tuiles en forme de Λ, placées horizontalement et réparties en damier. Trois cuves semblables sont accolées deux à deux, les tuiles se correspondant bout à bout; des ouvertures de communication sont percées dans les parois longitudinales sous chaque cours de tuiles. Les carneaux artificiels sont donc transversaux et communs au système des trois cuves. Le courant traverse deux fois le four à des niveaux successifs.

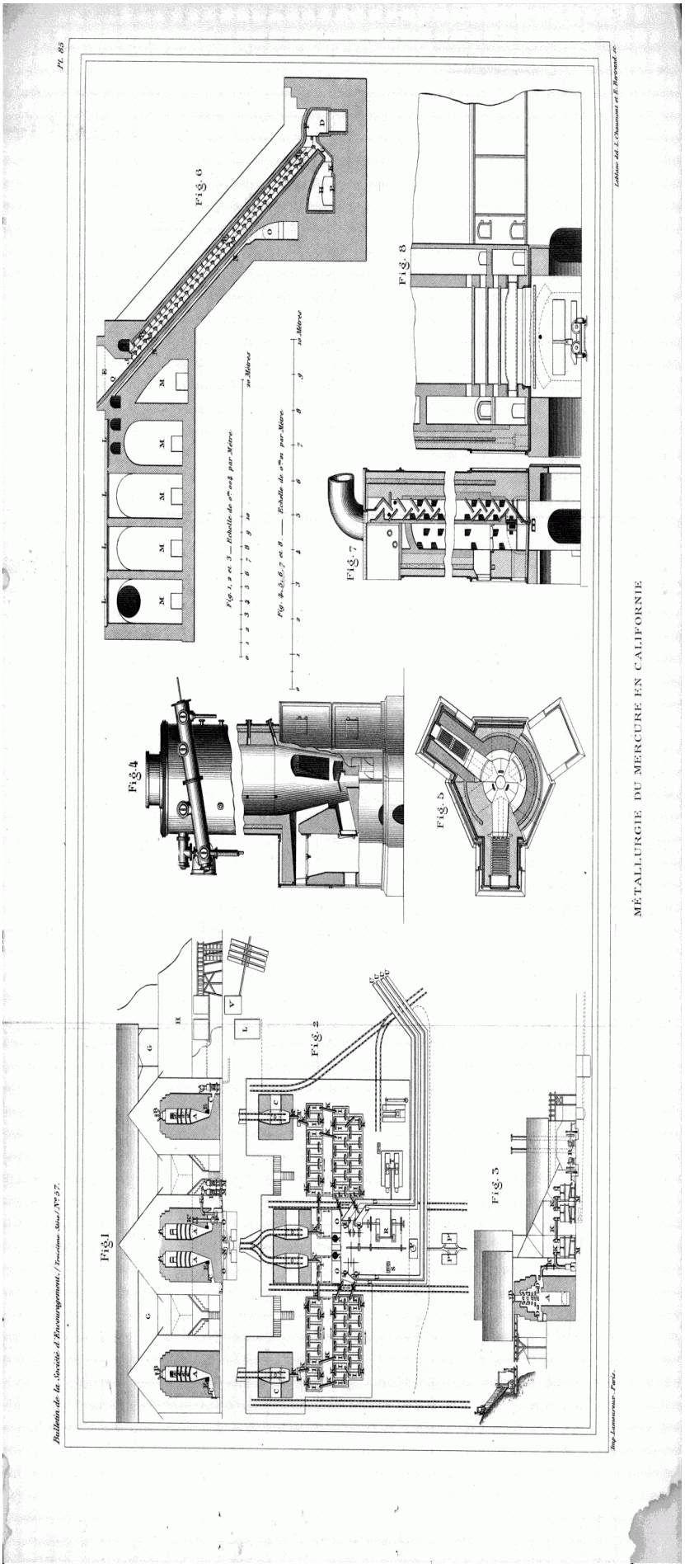
A la fin de 1876, l'usine de Sulphur Bank possédait deux fours simples et trois fours doubles pour menus; chaque four simple passant 15 à 17 tonnes de minerai par vingt-quatre heures. Les appareils de condensation comprenaient des chambres en briques, des condenseurs en fonte Knox et Osburn, des condenseurs en bois et des carneaux d'évacuation en bois. Le tirage se faisait par ventilateur. La proportion de suie mercurielle était plus élevée que dans aucune usine de Californie ; elle dépassait 1, 5 pour 100 du minerai traité, ce qui tenait au défaut de séchage préalable et à l'imperfection du grillage. La suie ne tenait pas moins de 40 pour 100 de mercure, en moyenne ; elle renfermait beaucoup de soufre, soit libre, soit à l'état de sulfure de mercure. — Le minerai de Sulphur Bank, très-menu et très-humide, très-bitumineux et surtout très-chargé de soufre, offre, il faut l'avouer, des difficultés spéciales de séchage et de grillage, et sa teneur, particulièrement basse, ne justifierait sans doute pas les frais assez élevés, auxquels entraînerait un traitement soigné dans de telles conditions.

Nous citerons enfin le *four Eames*, dont il y a trois représentants à Mount Jackson et un à Great Eastern.

LÉGENDE DES FIGURES DE LA PLANCHE 85.

Installation de fours Knox (pour moyens).	Fig. 1. Coupe longitudinale. Fig. 2. Plan. Fig. 3. Coupe transversale.
Four à revêtement métallique (pour gros).	Fig. 4. Élévation et coupe. Fig. 5. Plan.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Four Livermore (pour menus).	Fig. 6. Coupe longitudinale.
Four Scott et Hutner (pour menus).	Fig. 7. Coupe transversale.
	Fig. 8. Coupe longitudinale.

NÉCROLOGIE.

DISCOURS PRONONCÉ SUR LA TOMBE DE M. HUZARD, PAR M. BARRAL, MEMBRE DU CONSEIL.

On se rappelle que le doyen des membres du Conseil de la Société d'encouragement, le vénérable M. Huzard, est mort il y a quelques mois. Voici le discours qu'a prononcé sur sa tombe, M. Barral, son collègue à la Société d'agriculture et à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.

« Messieurs, la Société centrale d'agriculture est aujourd'hui plongée dans un grand deuil. Pendant 80 ans, de 1798 à 1878, le nom d'Huzard était vivant parmi nous ; nous étions habitués à l'entendre prononcer toutes les semaines. C'est maintenant fini. La tombe s'est ouverte deux fois, et le nom d'Huzard n'a plus d'héritier. Mais, consolation suprême, il laisse des souvenirs impérissables.

« Les Huzard appartenaient à une famille où plusieurs générations ont exercé la profession de maréchal-ferrant. On s'y éleva à la science par le travail, par la persévérance, par le sentiment des devoirs à accomplir. Cela a été fait par le premier des deux Huzard, que notre Compagnie a eu la douleur de perdre en 1838. Mais alors nous avions encore parmi nous, et depuis de longues années déjà, depuis 1822, l'héritier des vertus et du caractère de l'ancien inspecteur général des écoles vétérinaires. Nous éprouvons aujourd'hui la douleur d'une séparation qui nous paraît d'autant plus cruelle que, pendant plus d'un demi-siècle, nous nous étions habitués à des relations aimables avec un homme dont le caractère et les services nous inspiraient à tous la plus profonde estime.

« Né en 1793, au milieu des plus terribles événements, ayant vécu dans un siècle où les guerres et les révolutions ont troublé tant d'existences, M. Huzard fils a néanmoins vécu pendant 85 ans d'une vie sans agitation. Des voyages en Angleterre, au Sénégal, en Autriche, en Espagne, sont les événements les plus considérables de sa vie tranquille, heureuse, partagée entre les devoirs envers une famille aimée et envers les sociétés savantes dont il faisait partie, et un séjour annuellement périodique à la campagne. Il fut la conservation même. La Société centrale d'agriculture a apprécié tous les avantages de ce caractère méthodique, prévoyant, régulier. Huzard père avait été notre trésorier perpétuel de 1797 à 1836 ; Huzard fils le fut de 1836 à 1877 ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pendant cette longue période, notre budget fut administré avec un ordre parfait. Cela a été une des principales causes de la prospérité matérielle de notre Compagnie qui lui en conservera une éternelle reconnaissance.

« Lorsque la tombe va se fermer pour toujours sur les restes mortels d'un homme dont la vie a été utile, il s'en échappe quelque chose qui doit constituer son immortalité en ce monde. Pour un agronome, pour un savant, ce sont les faits dont il a servi à accroître le domaine général des connaissances humaines.

« M. Huzard a débuté en 1817, par un Mémoire qui fut approuvé par l'Académie des sciences et qui avait pour objet de rechercher ce qu'étaient les chevaux en Angleterre avant leur amélioration, ce qu'ils étaient devenus, et par quels moyens les Anglais étaient parvenus à leur donner les qualités et la réputation qui les faisaient rechercher dans le monde entier. On aperçoit, dans ce premier travail, le profond désir qu'avait l'auteur de concourir à l'amélioration de l'espèce chevaline en France et sa patriotique pensée de montrer que son pays possède aussi des races de chevaux précieuses, et susceptibles d'être améliorées au moins au même degré, peut-être à un degré plus élevé que les chevaux anglais. M. Huzard a persévéré dans la voie qu'avaient ouverte les premiers travaux de sa jeunesse. Ce n'est pas par l'Etat qu'il voulait voir les progrès s'accomplir : il pensait que les particuliers, que les agriculteurs pouvaient faire mieux et davantage. Cette pensée se retrouve dans ses principaux ouvrages, tous consacrés à l'espèce chevaline, notamment dans son livre le plus important qui est intitulé : *Des haras domestiques et des haras de l'Etat en France*. Là on trouve la démonstration des principes les plus importants qui dirigent aujourd'hui l'amélioration de nos animaux domestiques. Il voulait rendre notre cavalerie puissante dans le triple intérêt de l'agriculture, de l'armée, de la fortune publique. Il a ainsi concouru à réaliser plusieurs progrès. Pour s'en convaincre, il suffit de relire quelques-uns des Mémoires qu'il a laissés, notamment ceux sur la pousse chez les chevaux, sur les vices rédhibitoires, sur la morve, sur le métissage, sur les causes qui s'opposent en France à l'extension de l'élevage, sur les alliances consanguines, sur la race percheronne. Tout cela forme un ensemble qui se tient parfaitement et constitue une œuvre honorable et digne de l'estime de la postérité. M. Huzard s'est aussi occupé avec succès de quelques études sur les bêtes à laine et sur les vaches laitières. Il était très-laborieux ; il a fait un très-grand nombre de rapports sur les prix que notre Compagnie a décernés depuis un demi-siècle. C'était pour lui un bonheur que de contribuer à encourager les travaux des jeunes vétérinaires ; il le faisait avec une simplicité, une modestie qui étaient le propre de son caractère et qui le faisaient aimer de tous.

« Par trois fois notre Compagnie s'est plu à témoigner à M. Huzard l'estime toute particulière qu'il lui inspirait. Ce fut quand notre illustre président M. Chevreul, qui m'a chargé d'exprimer tous ses regrets de n'avoir pu venir aujourd'hui jusqu'aux bords de cette tombe donner une dernière preuve de ses sentiments pour son vieux confrère, lui remit en séance publique solennelle la médaille commémorative de sa

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cinquantaine académique. Ce fut encore quand elle voulut se réunir autour de lui dans un banquet qui lui fut offert pour lui montrer qu'il avait en nous tous comme une famille. Ce fut enfin quand il crut, à cause de son grand âge, devoir abandonner ses fonctions de trésorier perpétuel après quarante ans d'une gestion admirable et qu'il reçut nos unanimes et chaleureux applaudissements pour les éloges que lui donnait notre Commission des fonds, en rendant compte de l'état prospère dans lequel il laissait nos finances. « La Société centrale d'agriculture m'a comblé, me « disait-il il y a quelques jours, dans la suprême visite que je lui faisais en votre nom ; « je m'en vais de cette vie, content de l'affection que j'ai recueillie. »

« Adieu donc, cher confrère et ami. Vos exemples ont été bons et salutaires ; vous avez honoré l'agriculture française, ainsi qu'avait fait votre illustre père, à côté de qui vous avez bien mérité de reposer, comme vous l'avez désiré, dans votre dernière demeure terrestre. Pieux désir, dont nous vous remercions aussi, puisque c'est pour la Société centrale d'agriculture l'occasion de saluer en même temps, au moment de leur réunion dans un même sépulcre, deux hommes de bien qu'elle est fière d'avoir possédés dans son sein. Huzard père, Huzard fils, adieu ! »

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 24 mai 1878.

Présidence de M. Dumas, président.

Correspondance. — M. *Tulin* (Charles), rue Philippe, 43, à Oran ; machine préparant économiquement le crin végétal. (Arts mécaniques.)

MM. *Combe d'Alma* et *Ernest Constantin*, rue des Menuts, 51, à Bordeaux ; Note sur l'emploi du liége comme mauvais conducteur de la chaleur dans la construction des maisons, des navires et des voitures de chemin de fer. (Arts économiques.)

M. *Carré*, exposant, classe 76, groupe, galerie n° 4, au Palais de l'industrie, quai d'Orsay, demande l'examen de barattes qui font du beurre en quatre minutes, et d'un pressoir nouveau. (Agriculture.)

M. le *Ministre de l'Agriculture et du Commerce* envoie deux exemplaires de l'arrêté portant institution de la commission des congrès et conférences à l'Exposition universelle, ainsi que du comité central de direction.

M. *Seidel* (A.) et *Decroix* (E.), rue du Soleil, à Calais ; pièce d'appui creuse métallique des croisées, pour empêcher l'entrée de l'eau de pluie et rejeter en dehors l'eau de condensation formée à l'intérieur des vitrages. (Architecture et beaux-arts.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Heurtebise* (E.), fabricant d'appareils élévatoires, à Auxerre (Yonne), et à Paris, chez M. Geslin, rue de Sèvres, 155; appareil pour empêcher les accidents qui peuvent se produire dans les ascenseurs hydrauliques. (Arts mécaniques.)

M. *Maistrasse* (A.), rue Campagne-Première, 23, propose un moyen de reconnaître à la minute, et sans altérer les ustensiles étamés, si l'étain employé à l'étamage a été allié à des métaux nuisibles, et, dans ce cas, quelle est la nature de cet alliage. (Arts chimiques.)

MM. *Lesaffre* et *Bonduelle*, fabricants de sucre, alcools et genièvre, à Marquette-lez-Lille (Nord), envoient des détails sur leur exposition et sur les produits de leurs fabriques, opérant, par jour, sur 35 000 kilog. de grains, 400 000 kilog. de betteraves en hiver, 50 000 kilog. de mélasse en été, et 75 tonnes de charbon. (Arts chimiques.)

M. *Hersent* (H.), ingénieur civil, entrepreneur de travaux publics, rue de Naples, 4, envoie un exemplaire de la notice explicative des moyens proposés et employés par lui pour la construction de deux bassins de raboub au port de Toulon. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Tresca,* membre du Conseil, présente au nom de M. *Engel Dolfus*, de la part des inventeurs, deux appareils employés à Mulhouse pour prévenir les accidents qui pourraient être causés par les scies circulaires.

L'un d'eux est de M. *Fromm* (Ferdinand), employé chez M. *Dollfus-Mieg et comp.*, à Paris, rue Saint-Fiacre, 9. (Arts mécaniques.)

Le deuxième est de M. *Heller* (F. G.), inspecteur de l'Association pour prévenir les accidents des machines, à Mulhouse; à Paris, chez M. *Engel-Dolfus*, rue Saint-Fiacre, 9. (Arts mécaniques.)

M. *de Luynes,* membre du Conseil, présente au nom de M. *Corron* (César), teinturier à Valbenoite, près Saint-Étienne, l'outillage qu'il a inventé pour opérer la teinture de la soie par procédés mécaniques, ce qui diminuerait considérablement la main-d'œuvre et donnerait des résultats bien supérieurs, en qualité et en quantité, à ceux qu'on avait obtenus jusqu'ici. (Arts économiques.)

Les sondages artésiens de la province de Constantine (Algérie), à l'Exposition universelle de 1878 *et les oasis de l'Oued-Kir,* résumé de travaux exécutés de 1856 à 1878, par M. *Jus* (H.), directeur des travaux de sondage. Brochure in-8°.

Les plantes textiles algériennes à l'Exposition universelle de 1878, *histoire d'une botte d'Alfa*, par M. *Jus* (H.). Brochure in-8°.

Rapport de M. *Haton de la Goupillière*, ingénieur en chef des mines, membre du Conseil d'administration de la Société d'encouragement, fait à la Commission d'études sur les moyens propres à prévenir les explosions de grisou. Paris, *Dunod,* 1878. Brochure in-8°.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Chlorure de méthyle.* — M. *P. Schützenberger* lit, au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nom du comité des arts chimiques, un rapport sur un Mémoire de M. *C. Vincent* intitulé : *Fabrication du chlorure de méthyle.*

Le rapporteur propose de remercier M. *Vincent* de son intéressante communication et d'ordonner l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil (voy. cahier d'août 1878, p. 430).

Couleurs inoffensives. — Hygiène. — M. *Cloëz* lit, au nom du même Comité, un rapport sur les couleurs inoffensives proposées par M. *Turpin* pour la décoration des jouets d'enfants.

Le Comité propose de remercier l'auteur de son intéressante communication et de prescrire l'insertion du présent rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil (voy. plus haut, p. 466).

Plume électrique. — Au nom du comité des arts économiques, M. le comte *Th. du Moncel* fait un rapport sur la plume électrique de M. *Edison*.

Le Comité propose de décider que des remercîments soient adressés à M. *Edison* et à M. *Beetle*, son représentant, pour leur intéressante communication, et que le présent rapport soit inséré au *Bulletin* avec le dessin de l'appareil.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Briqueterie.* — M. *A. Desnoyers*, ingénieur, présente à la Société une machine portative pour rebattre et parer les briques.

Par suite des exigences du commerce, qui ne veut plus maintenant que des produits de forme parfaite, les fabricants de briques sont obligés, dans la plupart des cas, de faire subir à leurs produits l'opération du rebattage.

Si cette opération n'est qu'utile pour les briques ordinaires, elle est indispensable pour les briques réfractaires, destinées à l'établissement des fours devant supporter de hautes températures. En effet, dans ce cas, toute irrégularité dans la forme entraînerait des joints irréguliers dans la maçonnerie, des épaisseurs variables de mortier, et finalement, une usure rapide des parois des appareils.

Dans un grand nombre de circonstances, le rebattage des briques est donc nécessaire, et de nombreux dispositifs ont été proposés pour l'effectuer. Il y en a d'excellents, quant à la beauté des produits obtenus; mais ils présentent, ordinairement, divers inconvénients que M. Desnoyers a cherché à éviter dans l'appareil soumis à l'examen du Conseil.

Sans parler du rebattage à la main, qui ne donne que des produits imparfaits, on constate que les machines imaginées pour effectuer mécaniquement cette opération, quoique fort ingénieuses, sont relativement chères et généralement lourdes et peu maniables. Il en résulte que les briques à rebattre doivent subir un double transport, et que ces machines exigent, pour leur service, un personnel assez nombreux. Il s'ensuit que le prix du rebattage est élevé. La machine que M. Desnoyers présente a pour but

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'éviter ces défauts et offre les avantages suivants, tout en donnant de beaux produits :

1° Elle est *portative ;* elle ne pèse que 30 kilog. et évite tout transport de briques, car, montée sur un châssis à roulettes, elle est poussée sans peine, par l'ouvrier qui la fait fonctionner dans toutes les parties du séchoir et à tous les niveaux.

2° Elle exige le *minimum de personnel,* tout en produisant le *maximum de travail*. En effet, *un seul* ouvrier de quinze ans, sans aide, peut, avec cet appareil, rebattre 300 briques à l'heure, soit 3 000 par jour, et cela sans fatigue.

3° Le *prix d'installation* est des plus *modérés*, puisqu'il ne dépasse pas 150 francs. L'entretien est à peu près nul. (Un de ces appareils, qui fonctionne chez M. Desnoyers depuis plus de cinq ans, n'a pas demandé plus de 20 francs pour son entretien.)

En résumé, la machine répond bien aux conditions du problème : bon marché, mobilité, production maxima et prix de revient minimum.

M. *le Président* remercie M. *Desnoyers* et renvoie l'examen de cette machine au comité de l'agriculture.

Lumière électrique. — M. *Reynier* (Emile) présente, à la Société, une lampe électrique nouvelle, dans laquelle la lumière est produite par l'incandescence d'un mince crayon de charbon conducteur.

Si un mince cylindre de carbone, pressé latéralement par un contact élastique, et poussé, suivant son axe, sur un contact fixe, est traversé entre ces deux points par un courant assez énergique, il devient incandescent dans cet espace et produit de la lumière comme le ferait un fil de platine très-fin. Mais, indépendamment de la chaleur que la résistance du charbon fait développer, le charbon brûle en s'amincissant vers l'extrémité, et cette combustion augmente la chaleur, de manière que, pour obtenir de la lumière, il n'est pas nécessaire d'avoir un courant aussi puissant que si le charbon ne brûlait pas et, par exemple, était maintenu dans le vide.

M. *Reynier* a pu ainsi obtenir de la lumière électrique plus aisément et à moins de frais que ceux qui, à diverses reprises, il y a quelques années, ont voulu réaliser cette expérience, en tenant le corps incandescent dans le vide.

Un petit mécanisme très-simple, transmettant l'action d'un contre-poids ordinaire, suffit pour faire cheminer le crayon, à mesure qu'il brûle, et en maintenant le contact sur le conducteur fixe, qui est nécessaire pour assurer le passage du courant.

Cet appareil donne une lumière nette et blanche avec quatre éléments Bunsen. Avec des sources électriques plus puissantes, on peut, avec un seul courant, illuminer plusieurs lampes de ce système, et obtenir ainsi le fractionnement de la lumière électrique.

M. *Reynier*, après avoir donné ces explications, et après avoir montré la simplicité du mécanisme qui fait progresser le charbon à mesure de sa combustion, fait voir à la Société que, avec quelques éléments de Bunsen, de la dimension dite éléments de 6 francs, on peut faire marcher à la fois deux lumières formant des points brillants très-intenses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *le Président* remercie M. *Reynier* de cette communication et en renvoie l'examen au Comité des arts économiques.

Microphone.—M. le comte *Th. du Moncel*, membre du Conseil, entretient la Société d'une modification très-importante du téléphone qui est due à M. *Hughes*, l'ingénieux inventeur du télégraphe imprimeur employé sur nos lignes télégraphiques. Grâce à un système transmetteur extrêmement simple, auquel il donne le nom de *microphone*, les sons les plus faibles peuvent être, non-seulement rendus par le téléphone, mais encore notablement amplifiés. Ainsi les battements d'une montre, les plus légers frottements, les mouvements d'une mouche enfermée dans une boîte, la parole exprimée à voix presque basse devant l'appareil et même à une certaine distance de lui, peuvent être perçus dans le téléphone, sans qu'il soit besoin de l'appliquer contre l'oreille.

Ce système est fondé sur ce principe, que si un contact électrique est établi entre deux corps médiocrement conducteurs, très-légèrement appuyés l'un sur l'autre, les sons qui sont produits dans le voisinage de ce contact peuvent être transmis par le téléphone, et, si l'on dispose ce contact de manière que l'une des pièces puisse se déplacer avec la plus grande facilité, on en fait un *microphone*, c'est-à-dire un amplificateur des sons.

Pour obtenir ce résultat, on adapte l'un au-dessus de l'autre, sur une mince planchette verticale de 6 centimètres de largeur environ, deux petits prismes de charbon de cornue d'environ 1 centimètre d'épaisseur et de largeur, et de 18 millimètres de longueur, dans lesquels sont percés, l'un au-dessus, l'autre au-dessous, deux trous de 4 millimètres de diamètre qui servent de crapaudine à un crayon de charbon taillé en pointe émoussée par les deux bouts et de 3 centimètres et demi de longueur. Ce crayon appuie, sur une de ses extrémités, dans le trou du charbon inférieur, et ballotte dans le trou supérieur, dont les bords ne font que le maintenir dans une position plus ou moins rapprochée de la position d'équilibre instable, c'est-à-dire de la verticale. En imprégnant ces charbons de mercure, par leur immersion, à la température rouge, dans un bain de mercure, les effets sont meilleurs, mais ils peuvent se produire sans cela. Les deux prismes sont munis de contacts métalliques qui permettent de les mettre en rapport avec le circuit d'un téléphone ordinaire, dans lequel est interposée une pile *Leclanché* de trois à quatre éléments.

Pour faire usage de cet appareil, on place sur une table la planche sur laquelle est fixée rectangulairement la planchette verticale servant de support au système, en ayant soin d'interposer entre cette planche et la table plusieurs doubles de flanelle ou de ouate, disposés de manière à former coussin et à isoler l'appareil des vibrations du sol et de la table.

Alors il suffit de parler devant ce système pour qu'aussitôt la parole soit reproduite dans le téléphone et, si on pose sur la planche horizontale une montre ou un objet produisant de très-petits bruits comme une boîte renfermant une mouche, tous les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

petits bruits qui en résultent sont entendus dans le téléphone même lorsqu'il est tenu à 10, et même à 15 centimètres de l'oreille.

Dans cet instrument, le crayon, appelé à fournir les contacts pour la transmission du courant électrique, est dans une position tellement voisine de l'équilibre instable que les moindres vibrations peuvent l'influencer et faire varier la pression très-légère qu'il exerce à l'état normal sur le bord du charbon supérieur contre lequel il est posé. Il en résulte alors un effet analogue à celui produit dans le système d'*Edison*, mais avec cette différence que les variations de résistance produites par les vibrations sont infiniment plus accentuées que les différences d'amplitude de ces vibrations elles-mêmes, et c'est ce qui produit l'accroissement d'énergie des sons reproduits.

Il est nécessaire de prendre quelques précautions pour obtenir les meilleurs résultats. La position du crayon de charbon doit être réglée ; il doit appuyer en un point du bord du trou supérieur, mais l'expérience seule peut faire connaître la meilleure position qu'il doit avoir ; pour la trouver, on peut se servir avec avantage de l'audition du bruit que fait une montre placée sur la planchette. Quand on a le téléphone à l'oreille, on place le crayon dans diverses positions, jusqu'à ce qu'on ait trouvé celle qui donne le maximum de son. On est souvent obligé de faire ce réglage pendant le cours d'une expérience, surtout quand les charbons ne sont pas mercurisés.

Assortiment de couleurs. — M. *A. Rosenstiehl* fait à la Société une communication étendue sur l'emploi des couleurs complémentaires dans la décoration. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Nomination de membres de la Société. — Le Conseil nomme membre de la Société : M. *Rosenstiehl*, ingénieur-chimiste, à Saint-Denis, présenté par M. *Peligot* (Eugène) ; M. *Comberousse*, professeur de mécanique à l'École centrale des arts et manufactures, présenté par M. *Tresca* ; M. *Hamoir* (Fernand), ingénieur civil, directeur de la fabrique de carrelages céramiques de M. *Boch* et *comp.*, à Louvroil-lez-Maubeuge ; M. *Lecourt* (F.), fabricant de conserves alimentaires, rue Payenne, 4, à Paris ; M. *Brisson*, industriel, à la Ville-aux-Bois (Loire-Inférieure).

Séance du 14 juin 1878.

Présidence de M. Dumas, Président.

Correspondance. — M. *Creissac* aîné, à Montagnac (Hérault), envoie un échantillon de son acide salicylique brut.

M. *Mangon* envoie au nom de M. *Le Chalas* de Rouen une note sur l'emploi du chlorhydrate de chaux pour l'entretien des chaussées empierrées, avec indication sur les moyens de tirer le plus grand parti possible de cet emploi. (Arts chimiques.)

M. *le Ministre des Travaux publics* envoie à la Société un exemplaire du catalogue spécial de l'exposition faite par son ministère pour le service des ponts-et-chaussées.

M. *Gonin* (E.), ingénieur-constructeur, rue d'Assas, 90, à Paris ; dessins autographiés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un matériel pour petites voies de circulation industrielle et agricole. (Agriculture.)

M. *Thollois*, ancien instituteur, rue Vieille-du-Temple, 23, à Paris; procédés pour enseigner, sans fatigue, la lecture, l'écriture et l'orthographe. (Arts économiques.)

M. *Cacheux*, quai Saint-Michel, 15, à Paris, communique à la Société les résultats auxquels il est parvenu pour la construction de maisons d'ouvriers, aux Lilas, près Paris. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Morane* (P.) aîné, rue du Banquier, 10, à Paris; machine lithographique d'une nouvelle construction. (Arts mécaniques.)

M. *Persoz* (Jules), directeur de la Condition des soies et des laines, à Paris, rue Notre-Dame-des-Victoires, 21; « Essai sur le conditionnement, le titrage et le décreusage de la soie, suivi de l'examen des autres textiles. » (Arts chimiques.)

MM. *Ducousso* (J. et Th.), frères, à Fourtic (Lot-et-Garonne) et rue de Sèvres, 66, à Paris; système pour opérer la transmission automatique des signaux électriques aux trains en marche. (Arts mécaniques.)

M. *Gagnage* (M.), route de Montrouge, 107 (petit Vanves); Note sur diverses préparations des matières de vidange pour engrais. (Agriculture.)

M. *Jus*, ingénieur, à Batna (Algérie); échantillons de papier fait avec les principales plantes fibreuses exploitables de l'Algérie. (Arts chimiques.)

M. *Montandon* père, à Rambouillet, sollicite l'examen de sa fabrique de ressorts pour l'horlogerie qui est une des plus importantes qui existent. (Arts mécaniques.)

M. *Leyris*, ancien aide-préparateur de physique à l'Ecole polytechnique, rue de la Tour, 108, à Paris, appelle l'attention de la Société sur plusieurs piles électriques dont il recommande l'emploi. (Arts économiques.)

MM. *Thauvoye* (C.) et *Dernoncourt*, boulevard Denain, 10, à Paris; registre automatique pour la fermeture variable des foyers industriels. (Arts mécaniques.)

M. *Raffard* (N. J.), rue Vivienne, 16; considérations sur la jonction des axes du cylindre et de la bielle relativement au plan décrit par le boulon de la manivelle d'une machine. (Arts mécaniques.)

Scott de Martinville (E. Léon), le ***Problème de la parole s'écrivant elle-même***. Paris, mai 1878. Brochure in-8°.

Compagnie de Vicoigne. Notice de M. *Agniel*, agent général, sur l'exhibition de cette compagnie houillère à l'Exposition universelle de 1878, in-4°, autographiée.

L'*Union chronique des Sociétés savantes*, journal bi-mensuel, publié par le secrétariat de l'Institut des provinces, petit in-4°.

M. *le Président* appelle l'attention du Conseil sur un des travaux publics les plus remarquables qui aient été exécutés depuis longtemps, non-seulement à cause de sa grande utilité, mais, aussi, par les difficultés qu'on est parvenu à vaincre. Il s'agit du *phare d'Ar-men* qui est exécuté par les ponts-et-chaussées à l'extrémité de la chaussée de Sein, suite de récifs qui s'étend en mer jusqu'à une distance de 10 kilomètres au delà de l'île de Sein et de la pointe du Finistère. (Une note paraîtra au *Bulletin*.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *le Président* remet au Conseil une lettre qui lui est adressée de Louisville (U. S.), par M. *Laurence Smith*, correspondant de la Société pour les arts chimiques, qui signale une violente explosion, survenue dans des circonstances exceptionnelles.

« Le 2 mai dernier, une violente explosion a eu lieu dans un des grands moulins à « farine, de Minneapolis, sur unes des chutes du Mississipi. Ces moulins sont comptés « parmi les plus grands du monde; leur force motrice est produite par un appareil hy- « draulique. La détonation a eu lieu sans aucun avertissement préliminaire. La « couverture entière de cet immense édifice a été lancée en l'air et les murailles sont « tombées en tuant un grand nombre d'employés. L'effet de cette explosion s'est « étendu aux moulins voisins, renversant les murailles et causant un violent incendie « qui a détruit cinq des plus grands moulins établis sur cette chute d'eau.

« Quelle est la cause de cette détonation ?

« Après les recherches les plus minutieuses, je suis convaincu qu'il y a eu explo- « sion, provenant de la présence, dans l'air, de matières organiques, excessivement « divisées (fleur de farine, etc.), qui ont formé un mélange explosif, semblable à celui « qui résulte de l'éther, de l'alcool mêlé à l'air. Des faits semblables, mais d'une bien « moins grande gravité, ont, je crois, été déjà observés.

« Cet événement mérite la plus sérieuse attention, car il révèle un danger qui n'é- « tait pas connu et qui intéresse une importante industrie.

« L'inflammation a dû être causée par l'échauffement des meules tournant avec « une vitesse excessive (*running dizzy*). J'ai pensé qu'il convenait de porter cet acci- « dent extraordinaire à la connaissance de la Société d'encouragement française. »

M. *le Président*, en exprimant les remercîments du Conseil pour cette très-intéressante communication de M. le professeur *Laurence Smith*, engage les membres de la Société, qui pourraient recueillir des faits relatifs au même ordre de phénomènes, à les faire connaître au Conseil. Les moulins à garance employés dans les environs d'Avignon, travaillent sur des matières qui doivent être portées à une température assez élevée, vers 60°; ils sont remarquables par la poussière dont l'air est rempli dans leur intérieur, et il serait intéressant de savoir s'ils ont produit des explosions d'un genre analogue.

M. *Laboulaye* rappelle un mémoire de *Carnot* qui est relatif à ce genre de détonation.

M. *Mangon* cite des combustions très-rapides de poussières du même genre. Mais ce qui le frappe, surtout dans la note de M. *Laurence Smith*, c'est que cet événement soit arrivé dans un moulin. Les minoteries françaises sont disposées, sans doute, autrement que celles de Minneapolis; dans leurs bâtiments, l'air ne contient presque pas de folle farine et ils paraissent à l'abri de semblables dangers.

Rapports des comités. — *Pompes pneumatiques*. — M. *A. de Fréminville* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur les pompes pneumatiques de M. *Lacroix* (P.), rue Cassini, 6, à Paris.

Le comité prie le Conseil de remercier M. *Lacroix* de son intéressante communica-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* en l'accompagnant d'une figure des pompes de verriers.

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil.

Locomotive sans foyer. — M. *Collignon* lit, au nom du même comité, un rapport sur la locomotive sans foyer de M. *Francq* (Léon), ingénieur civil.

Le comité propose de remercier M. *Francq* (Léon) de son intéressante communication et de décider l'insertion au *Bulletin* du présent rapport, avec les dessins représentant la machine sans foyer, et une légende explicative.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Mécanisme de fermeture de boutiques. — M. *Pihet* lit, au nom du même comité, un rapport sur le nouveau mécanisme appliqué aux fermetures de boutiques, par M. *Chavinier*, rue Servandoni, 10 (*bis*).

Le comité propose d'approuver le rapport et de le publier au *Bulletin*, en y ajoutant les dessins nécessaires pour le bien comprendre.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Enveloppes des tuyaux à vapeur. — M. *Pihet*, au nom du même comité, lit un rapport sur les enveloppes pour empêcher la déperdition de la chaleur, inventées par M. *Degremont*, mécanicien au Cateau (Nord).

Le comité propose au Conseil d'approuver le rapport, de le faire insérer au *Bulletin* avec un dessin et de remercier l'auteur de sa communication.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Copies de plans par la photographie. — M. *Davanne* lit, au nom du comité des constructions et des beaux-arts, un rapport sur la présentation d'un papier sensible dit *Cyanofer*, destiné à la reproduction des cartes, dessins et plans, par M. *Pellet et comp.*, rue Bizet, 5, à Paris.

Le comité propose de remercier M. *Pellet* de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *États moléculaires des métaux.* — M. *Schutzenberger* présente ses recherches sur les divers états moléculaires des métaux. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Chambre claire. — M. le colonel *Goulier*, membre du comité des arts mécaniques, expose devant le Conseil, la construction et l'usage d'une nouvelle chambre claire à planchette inclinée, exécutée sous sa direction par M. Parent, successeur de Baraban, rue Saint-Honoré, 175. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

NOMINATION DE MEMBRES. — M. *Bluteau-Vernier*, fabricant d'articles de voyage à Loches, est nommé membre de la Société.

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 CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. SALVETAT, *sur les* MACHINES POUR FABRIQUER AUTOMATIQUEMENT LES ASSIETTES EN PORCELAINE, *inventées par* M. FAURE, *mécanicien, à Limoges.*

Messieurs, vous avez déjà donné votre complète approbation aux machines de M. Faure, adaptées à la fabrication des assiettes. Votre *Bulletin* a fait connaître ces ingénieux appareils qui servent avec succès à la confection de la pièce que les porcelainiers regardent comme l'une des plus difficiles à produire (1).

Depuis l'époque à laquelle vous avez honoré M. Faure d'une médaille d'or, la valeur de ses machines a été de plus en plus appréciée ; l'encouragement que vous avez accordé unanimement à l'inventeur de ces machines, a stimulé son zèle, et c'est avec le même mérite qu'il a créé la machine automatique qui fait l'objet du présent Rapport.

On se rappelle que l'assiette se fait au moyen de trois organes séparés : l'un fait la croûte, l'autre la centre, le troisième façonne l'assiette, c'est-à-dire qu'il transforme la croûte en assiette au moyen de deux opérations : l'ébauchage et le finissage réalisés par un véritable calibre. Là, intervient nécessairement la main de l'ouvrier. C'est cet ouvrier que la machine automatique supprime pour le remplacer par un simple manœuvre. Les deux premiers organes restent sans modification. Le travail s'y fait mécaniquement; le

(1) Voy. 75e année du *Bullelin*, t. III, p. 223, 3e série.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mouvement automatique s'applique à la dernière façon, à l'appareil finisseur. Faisons connaître, en deux mots, la disposition de l'appareil.

Sur un bâti possédant une tête de tour, se trouvent agencés deux mouvements, l'un de translation verticale, l'autre de rotation : la combinaison de ces deux mouvements a pour but de donner à l'outil mouleur et au calibre une marche automatique.

La commande de la machine se fait sur les poulies qui reçoivent leur mouvement d'un moteur quelconque ; des poulies transmettent ce mouvement à une roue communiquant avec une vis sans fin, puis à des cames, ces dernières, mises en mouvement, font mouvoir l'une le chariot vertical, l'autre l'organe rotatif; on agit ainsi sur une pièce articulée qui porte l'outil mouleur. L'outil mouleur travaille d'après la résultante des deux forces qui le sollicitent.

Pour fabriquer une assiette, on dépose le moule sortant de la machine à centrer sur la tête du tour ; en appuyant sur les pédales, on met d'abord le tour en mouvement, puis les cames, puis enfin tout le mécanisme.

L'outil s'abaisse alors jusqu'à la hauteur du centre de l'assiette, il se déploie pour faire le fond, se lève au passage du pied et redescend pour faire l'aile. On voit ainsi que son fonctionnement est identique à celui de la grande machine, marchant à la main.

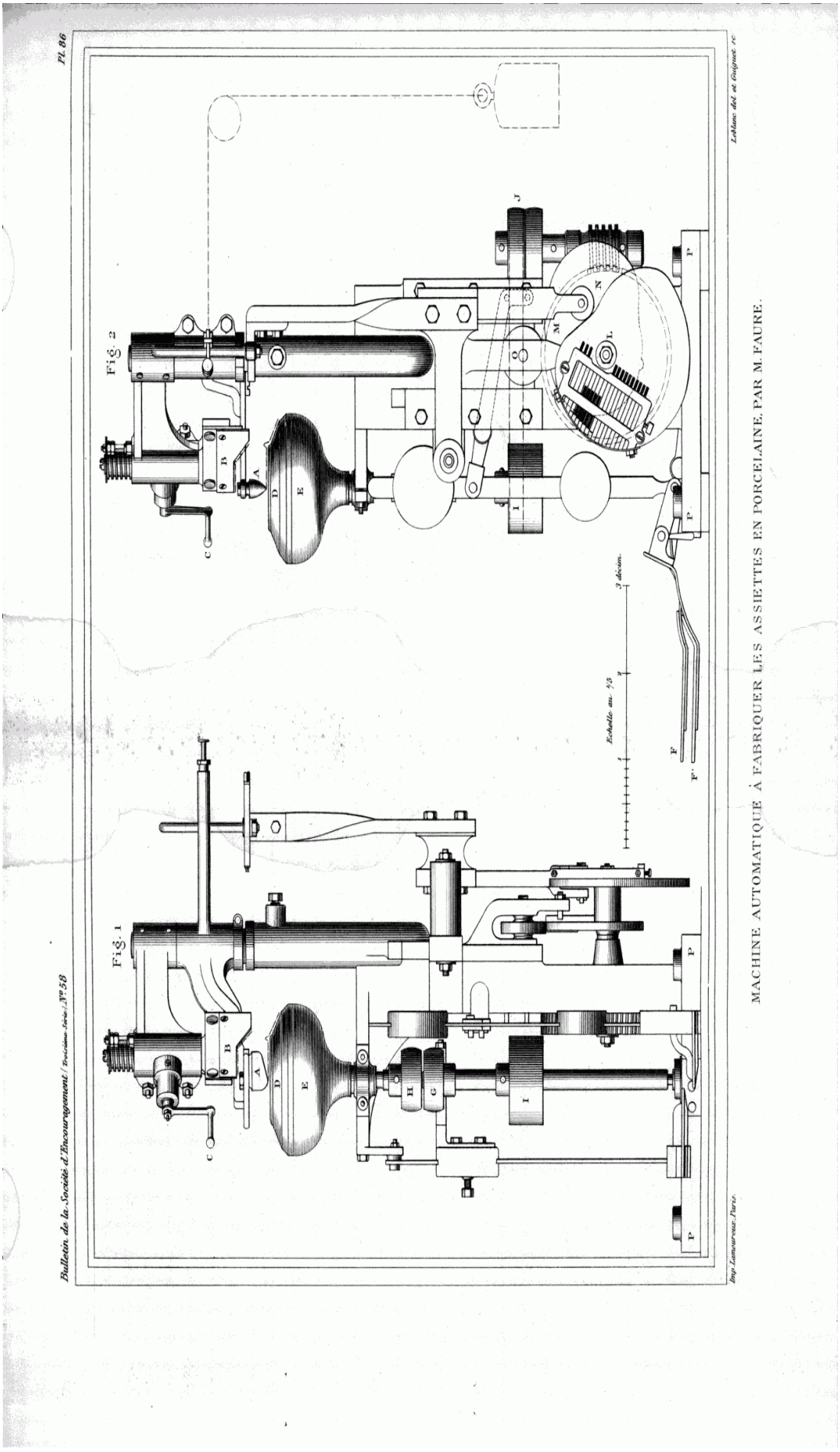
Pendant ce temps, le calibre a suivi la même marche descendante; il se trouve en place sur l'assiette quand l'outil mouleur a fini l'ébauche de l'aile. On agit alors sur la petite manivelle qui porte le calibre pour l'actionner avec toute la sensibilité désirable. Les excentriques sont disposés de telle sorte, qu'ils font monter et descendre alternativement l'outil mouleur et le calibre pour les forcer à travailler d'une façon continue.

Les avantages de cette machine automatique, sont représentés par une très-grande régularité de travail, une production normale de 500 assiettes en 10 heures de travail; ils sont constatés par une expérience de plusieurs années, et sanctionnés par une série de plus de 60 installations tant en France qu'à l'étranger.

Il est utile de remarquer le moyen ingénieux employé par l'inventeur pour régulariser la forme des cames qui doivent être ajustées avec la plus sérieuse attention; les machines se prêtent alors au façonnage des soucoupes et autres pièces.

Votre comité n'hésite pas à vous proposer de remercier M. Faure de sa communication, et de voter l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la Société, en l'accompagnant des dessins représentant la machine automatique.

Signé : SALVÉTAT, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 22 *mars* 1878.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 86 REPRÉSENTANT LA MACHINE IMAGINÉE PAR M. FAURE.

Fig. 1. Élévation de face.

Fig. 2. Élévation de profil.

A, appareil mouleur.

B, appareil à calibrer.

C, manivelle qui permet de régler l'action du calibre avec la plus grande exactitude.

D, moule qui donne le dedans de l'assiette.

E, girelle ou tête du tour.

F, F′, pédales servant à mettre en mouvement le tour et le mécanisme de moulage.

G et H, poulies en communication avec le moteur général, quels que soient son origine et sa nature.

I et J, poulies transmettant le mouvement à la roue par l'intermédiaire de la vis sans fin K.

L et M, cames excentriques réglant le mouvement des différents organes mouleurs et calibreurs.

N et O, galets adoucissant le travail des mêmes organes de façonnage.

P, bâti en fonte solidement installé.

(S. M.)

CHEMINS DE FER.

SUR L'EXPLOITATION ET L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE LA HOLLANDE, PAR M. BAUDE, MEMBRE DU CONSEIL (*planche* 87) (1).

Messieurs, dans les récentes discussions qui ont eu lieu aux Chambres sur les questions de rachat des chemins de fer des petites compagnies, il a été

(1) Communication faite dans la séance du 26 avril 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

question du régime de l'exploitation en Hollande. Vanté par les uns, critiqué par les autres, il était évident, aux yeux de ceux qui ne prenaient pas part à la discussion, que ce régime était mal connu.

La Compagnie de l'Est, qui voulait être éclairée, a envoyé sur les lieux l'un de ses jeunes ingénieurs les plus distingués, M. Albert Jacqmin. Il en a rapporté un mémoire manuscrit, qui a passé par nos mains, et qui est des plus intéressants.

Le travail de M. Albert Jacqmin est trop étendu pour trouver place ailleurs que dans un recueil spécial. Nous tâcherons, sans trop abuser de vos moments, de préciser la situation actuelle des chemins de fer en Hollande, leur mode de construction, de concession et d'exploitation. C'est un enseignement qui ne saurait être perdu pour nous, ne fût-ce que pour ne pas nous habituer à considérer comme si mauvais ce qui se pratique chez nous.

La Hollande exploitait, au 1er janvier de cette année, 1 792 kilomètres de chemin de fer; 699 kilomètres sont en cours d'exécution ou concédés, ce qui fait un total de 2 491 kilomètres.

On s'est imaginé, au moins quelques orateurs dans l'enceinte de la Chambre, que l'Etat hollandais avait construit ses chemins de fer, qu'une fois faits, il les affermait à des compagnies, avec la faculté de modifier les tarifs, sans crainte d'avilir des produits soumis alors aux influences de la politique ou aux intérêts des industries locales. Il n'en est point ainsi.

L'origine des chemins de fer en Hollande remonte à l'année 1836. La première concession du chemin de fer d'Amsterdam à Harlem fut faite, par un arrêté royal du 1er juin, à M. Serrurier et consorts : la ligne fut ouverte le 20 septembre 1839. Cette concession fut suivie de celle de la ligne de Harlem à Rotterdam, par Leyde et La Haye, suivant un arrêté royal du 22 juin 1840.

Compagnies diverses.

Ces deux concessions successives ont constitué la Compagnie actuelle dite *du chemin de fer Hollandais*. Son réseau se compose ainsi :

Lignes en exploitation :	
Amsterdam à Rotterdam, par La Haye	85 kil.
Harlem à Uitgeest	18
Zaandam à Nieuwe-Diep (Helder)	71
Amsterdam à Hilversum, Amersfoort, Zutphen et Hilversum à Utrecht	126
Longueur totale en exploitation	300 kil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lignes en construction :

Amsterdam à Zaandam.	13 kil.
Zutphen à Bocholt.	50
Longueur totale en construction.	63
Total général.	363 kil.

L'esprit public n'était pas très-favorable à la construction des chemins de fer dans un pays sillonné de canaux, après le refus des Chambres, malgré les engagements personnels que prenait le roi pour l'établissement, par l'Etat, d'un chemin de fer d'Amsterdam à Utrecht, Arnhem et la frontière prussienne. Le chemin fut cependant construit jusqu'à Arnhem, et un arrêté royal, en date du 28 avril 1845, en concédait l'exploitation à MM. Enthoven et consorts.

Cette concession fut l'origine de ce qui constitue aujourd'hui la *Compagnie du chemin de fer Néerlandais Rhénan*, qui comprend les lignes :

D'Amsterdam à Utrecht et Arnhem.	111 kil.
De Rotterdam, Gouda et Utrecht.	53
De La Haye à Gouda.	29
D'Harmelen à Brukelen.	9
De Leyde à Wœrden (en construction).	32
	234 kil.

Telles sont les Compagnies les plus importantes de la Hollande, en dehors des chemins de fer de l'Etat.

En 1854, la Compagnie du chemin de fer Hollandais, pour une exploitation de 85 kilomètres, se fait 29 485 fr. 71 cent. de recette brute par kilomètre; ses frais d'exploitation s'élevaient à 18 264 fr. 55 cent., soit 62 pour 100, et elle distribuait 3 fr. 65 pour 100 au capital. En 1876, le dividende était de 5,80 p. 100, alors que la recette brute atteignait 37 724 fr. 87 c., la dépense d'exploitation étant de 19 337 fr. 57 cent., soit 51 pour 100.

La Compagnie du chemin de fer Néerlandais Rhénan, qui commence, en 1857, par 2 pour 100 distribués à ses actionnaires, leur donne aujourd'hui, exercice 1876, 8 fr. 55 cent. pour 100, ses recettes étant par kilomètre de 55 187 fr. 58 cent., ses dépenses d'exploitation 21 774 fr. 14 cent. ou 39, 45 pour 100.

Les deux Compagnies que nous venons de citer sont arrivées les pre-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mières, et les demandes de concession ont naturellement commencé par les lignes les plus fructueuses. Toutefois, la ligne qui conduit au Helder a été faite par l'Etat et livrée à la Compagnie du chemin de fer Hollandais, comme faisant partie de son réseau naturel. C'est une exception à la règle suivie pour la Société d'exploitation des lignes de l'Etat qui fait l'objet principal du travail de M. Albert Jacqmin.

Pour en finir avec les chemins de fer concédés sans subvention à l'industrie, dans les conditions ordinaires, nous citerons :

Le Grand Central Belge :

Frontière belge à Moerdyck et Rosendaal à Breda.	55 kil.
Frontière belge à Tilburg.	22
Anvers à Aix-la-Chapelle, de la frontière belge à la frontière allemande.	35
En exploitation.	112 kil.
En construction :	
Anvers à Gladbach (frontière belge à la frontière allemande). . . .	30
	142 kil.

Le chemin de fer Central Néerlandais :

Utrecht-Amersfoort-Zwolle, Kampen.	101 kil.

Des lignes diverses :

De la frontière belge à Maëstricht :	
Compagnie de Liége à Maëstricht.	12
Sluiskill à la frontière belge vers Gand.	12
Société générale d'exploitation belge.	
Nimègue à la frontière prussienne vers Clèves.	14
Compagnie du chemin de fer Rhénan-Prussien.	
Terneuzen à la frontière belge vers Saint-Nicolas.	15
Société du chemin de fer international de Malines à Terneuzen.	
Venlo à la frontière prussienne vers Straelen.	23
Compagnie prussienne de Cologne à Minden.	5
Total en exploitation.	81 kil.
En construction :	
Boxtel à la frontière prussienne vers Goch :	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Concession faite à la Compagnie du chemin de fer Brabançon Septentrional-Allemand.	62 kil.
Tilburg à Bois-le-Duc et à Nimègue : Compagnie du chemin de fer du Sud-Est Hollandais. . . .	48

Ainsi donc, à côté de la Société d'exploitation des chemins de fer de l'Etat, les concessions particulières se résument de la manière suivante :

Compagnie du chemin de fer Hollandais.	363 kil.
Compagnie du chemin de fer Néerlandais Rhénan. .	234
Compagnie du Grand-Central Belge.	142
Compagnie du Central Néerlandais.	101
Compagnies diverses.	179
Total.	1 019 kil.

Société d'exploitation des chemins de fer de l'Etat.

Nous en arrivons maintenant à la Société d'exploitation des chemins de fer de l'Etat : c'est le réseau le plus étendu, celui qui constitue le système des chemins de fer de la Hollande, celui qui a été si souvent cité, celui qu'il nous importe de connaître.

Réseau de la Société d'exploitation des chemins de fer de l'Etat.

Lignes exploitées :

Arnhem à Leeuwarden, par Zutphen et Zwolle. . .	169 kil.
Harlingen à la frontière du Hanovre, par Leeuwarden et Groningen.	127
Meppel à Groningen.	77
Zutphen à la frontière prussienne, par Hengelo et Enschedé.	60
Enschedé à Gronau.	6
Breda à Maestricht, par Tilburg, Boxtel et Venlo. . .	180
Boxtel à Utrecht, par Bois-le-Duc.	60
Breda à Mallegat et Moerdyck.	48
Rosendaal à Flessingue.	76
Zwaluwe à Zevenbergen.	8
Almelo à Salzbergen.	55
Eindhoven, Hasselt, Liége (territoire belge).	137
Mallegat à Rotterdam.	5
	1 008 kil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lignes en construction :

Arnhem à Nimègue	20 kil.
Almelo à Zwolle	47
Dordrecht à Elst	90
Leeuwarden à Stavoren	50
Nimègue à Venlo	64
Zwaluwe à Bois-le-Duc	44
Groningue à Delfzyl	32
	347
En résumé, lignes en exploitation	1 008 kil.
lignes en construction	347
	1 355
Lignes à concéder, sauf l'approbation des Chambres	117
	1 472

Cette Société comprend donc, dans son réseau, les deux tiers des chemins de la Hollande, qui ont aujourd'hui, comme nous l'avons dit, 2 491 kilomètres. Toutes les bonnes lignes ayant été prises par des Compagnies, le gouvernement est forcément conduit à construire les mauvaises lignes de l'avenir et à les livrer à la Société d'exploitation, qui tend à s'agrandir encore.

L'origine de la Société d'exploitation de l'Etat remonte à l'année 1863, pendant laquelle elle fut formée par la réunion de plusieurs Compagnies concurrentes.

En vertu de la loi du 3 juillet 1863, l'Etat livrait la voie, les stations et toutes ses dépendances, en conservant à sa charge les grandes réparations des ouvrages d'art. La Société d'exploitation fournissait le matériel roulant et entretenait le chemin : les travaux d'agrandissement des gares restaient à la charge de l'Etat; la Société estimait n'avoir besoin que d'un capital de 40 000 fr. par kilomètre. Sur les recettes brutes, elle prélevait depuis 95 pour 100 jusqu'à 51 pour 100, suivant des produits kilométriques variant de 6 351 fr. 32 cent. à 21 164 fr. 02 cent. Les nombres ronds sont exprimés en florins.

Il serait superflu d'entrer plus avant dans les détails d'une convention qui a été modifiée, parce que les premiers résultats de l'exploitation excitèrent les doléances de la Société, qui furent entendues. En effet, la première année donna un dividende de 1 fr. 10 p. 100. La seconde année, en 1865, il était de 3 fr. 70 p. 100. En 1866, il était nul.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le gouvernement vint au secours de la Société d'exploitation, en lui facilitant des emprunts : celle-ci se releva, en effet, mais ces bons résultats ne durèrent pas : le vice fondamental de la convention était dans les échelles de participation de l'Etat aux recettes brutes, sans tenir compte des frais d'exploitation. Ceux-ci entamaient les revenus de la Société ; ils croissaient en raison des produits bruts dont l'Etat percevait la plus grande partie, et la prospérité de l'un faisait la misère de celui qui produisait.

La Société d'exploitation n'était point d'ailleurs une compagnie fermière, comme on l'entendait, puisque la durée de sa concession était de cinquante ans : son exploitation était conduite d'une façon intelligente et probe que l'Etat, qui avait de nouvelles lignes à construire et à concéder, ne pouvait méconnaître. Cette situation devait donc amener la révision complète de l'acte de 1863, et il fut en effet remplacé par la Convention des 24-25 mai 1876. Cette nouvelle Convention n'a pas modifié la constitution de la Société d'exploitation en ce qui concerne ses relations avec le public. Elle améliore sa situation financière, en réduisant les reprises de l'Etat pour lui permettre de vivre.

La durée de la concession, cinquante ans, reste la même. La Société est soumise à la loi du 9 avril 1875, qui règle la police générale des chemins de fer, au lieu et place de la loi du 21 août 1859 qui avait ce même objet.

Le rachat peut être demandé par l'Etat, à la condition par lui :

1° De rembourser le capital des actions, et de pourvoir à l'acquittement des emprunts ;

2° De payer à la Compagnie vingt fois le montant du dividende des sept dernières années de l'exploitation, déduction faite de l'intérêt à 5 p. 100 du capital actions.

Les autres conditions de rachat sont accessoires.

Ce rachat n'aura probablement jamais lieu. Voici les dispositions essentielles du traité :

La Société prélève d'abord sur les recettes brutes de toute nature 500 florins par kilomètre pour un chemin de fer à une voie, et 1 000 florins (2 116 fr. 40) pour un chemin de fer à deux voies. Ce fonds de réserve est destiné à pourvoir aux travaux de réfection des voies.

De plus, pendant les quatre premières années de l'exploitation d'une ligne, la Société perçoit 600 florins par kilomètre, et 400 les quatre années suivantes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces prélèvements opérés, on porte au compte de la Société d'exploitation 80 p. 100 de la recette brute ainsi réduite.

Sur ces 80 p. 100, la Société pourvoit aux frais d'exploitation ; elle forme une réserve contre l'incendie à raison de 100 florins par kilomètre, et enfin elle prélève 4 p. 100 pour assurer le renouvellement du matériel roulant.

Le reste forme le dividende des actionnaires.

L'Etat, qui a perçu les 20 p. 100, ne peut d'ailleurs participer aux recettes qu'autant que la Compagnie aura fait une recette kilométrique de 4 800 florins (10 158 fr. 75).

Ce n'est pas tout. L'Etat prend une part active à la prospérité éventuelle des chemins de fer que la Société exploite. Au-delà d'un revenu de 4 1/2 pour les actionnaires, il perçoit la moitié du surplus jusqu'à concurrence de 5 p. 100, et les 4/5 au-delà de ces 5 p. 100.

Cette convention, bien appliquée dès le 1er janvier 1876, est de date trop récente pour préciser quels seront les résultats financiers dans l'avenir. Les actionnaires out touché pour cette année 5 fr. 17 p. 100, résultat qui n'avait jamais été atteint.

Quant à l'Etat, avec l'ancienne convention, il avait touché 4 057 fr. 73 par kilomètre pendant l'année 1875. Comme il a dépensé, en moyenne, 300 000 fr. par kilomètre, c'est un revenu à raison de 1 fr. 30 p. 100. Mais comme, dans ses comptes, il ne fait point intervenir l'intérêt pendant la construction, son revenu se rapproche fort de 1 p. 100. En effet, dans des chemins de fer pour l'industrie privée, l'intérêt, pendant la construction, n'est guère au-dessous de 22 à 25 p. 100.

Ces minces résultats ne sont guère rehaussés par les impôts des chemins de fer hollandais, car les droits ordinaires se montent à 100 florins par kilomètre, l'Etat s'étant interdit, par ses conventions, de percevoir aucun impôt sur la grande comme sur la petite vitesse. Il n'a, en revenus indirects, à son profit, que les transports gratuits de la poste et une réduction de moitié sur les militaires.

Pour édifier ceux qui ont regretté que l'institution des Compagnies fermières n'ait pas été établie en France, M. Albert Jacqmin a eu l'idée d'appliquer les conditions du traité du 25 mai 1876 à une Compagnie française. Il a choisi la Compagnie des chemins de fer de l'Est qu'il connaît bien, et il a pris les chiffres officiels publiés dans le compte rendu de l'année 1875.

L'Etat aurait eu à fournir comme capital de construction 894 538 602 fr. 73.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le capital de la Compagnie française fictive, ne comprenant que le matériel roulant, aurait été de 156 000 000 fr., que M. Albert Jacqmin divise :

En capital actions de. . . . . Fr.	80 000 000 »
En obligations.	76 000 000 »
	156 000 000 »
Les recettes de la Compagnie de l'Est ont été (1875). . . .	95 734 759,21
A déduire suivant la Convention hollandaise du 25 mai 1876 — pour renouvellement des voies, à raison de 1 100 kil., action simple à 1 055 fr., et 1 148 kil., action double à 2 110 fr.	3 582 780 »
Reste un excédant de recette brute.	92 151 979,21
à partager comme il suit :	
Compagnie, 80 p. 100.	73 721 583,37
Etat, 20 p. 100.	18 430 395,84
Il faut retrancher de la somme qui serait attribuée à la Compagnie française, les frais d'exploitation qui ont été de.	50 309 948,65
L'intérêt à 5,75 p. 100 des obligations.	4 370 000 »
Fonds de réserve pour les incendies, 211 fr. par 2 248 kil.	474 318 »
Fonds de réserve pour le matériel roulant, 4 p. 100 de la recette brute.	3 769 678,52
Total à retrancher.	58 923 945,17
La recette nette est donc.	14 797 638,20
Sur cette recette, la Compagnie aurait droit à 4 1/2 p. 100, de son capital.	3 600 000 »
Il reste alors.	11 197 638,20
Sur cet excédant de la Compagnie, le partage s'établit par moitié pour l'Etat jusqu'au bénéfice de 5 p. 100; il faut ajouter alors aux 3 600 000 fr.	400 000 »
Et pour l'Etat.	400 000 »
Il reste.	10 397 638,20
Qui seraient à partager, savoir :	
4/5 pour l'Etat.	8 318 110,48
1/5 pour la Compagnie.	2 579 527,62
En récapitulant, la part de l'Etat serait.	27 148 506,32
Dont il faut retrancher les dépenses complémentaires de construction qui resteraient à sa charge et qui ont été en 1875 de.	5 023 202,20
Reste pour le bénéfice de l'Etat.	22 125 304,12

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais l'Etat aurait eu à sa charge comme intérêt du capital de construction à 5 p. 100, soit.	44 726 930 »
Il aurait donc perdu la différence de. .	22 601 625,88

Les chemins de fer hollandais sont exempts des impôts ou services directs qui, en dehors des postes et des transports militaires, profitent à l'Etat français.

La contribution annuelle dont est grevé le budget des dépenses peut se formuler ainsi pour la Compagnie de l'Est :

Intérêt de 134 000 000 de francs de travaux livrés, subventions faites à la Compagnie.	6 600 000 »
Garantie d'intérêt bien qu'elle soit remboursable en fin de concession (moyenne).	8 400 000 »
	15 000 000 »

Mais cette perte est couverte par une somme de 25 millions qui représente le service direct et indirect de l'année 1875, soit 10 millions en plus; de sorte que l'application au système hollandais donnerait une différence de 32 600 000 fr. au détriment de l'Etat.

Il n'y a pas un grand intérêt à savoir quel aurait été le sort de la Compagnie fermière; mais, enfin, les chiffres qui précèdent nous l'indiquent :

Intérêts jusqu'à 4 1/2 p. 100, soit. . . . . Fr.	3 600 000 »
Intérêts jusqu'à 5 p. 100.	400 000 »
Partage du 1/5.	2 579 527,62
	6 579 527,62

Soit pour un capital de 80 000 000 fr., 8 fr. 20 p. 100.

C'est vers 1853 que le gouvernement a commencé à faire entrer les grandes Compagnies dans le système de l'adjonction des lignes nouvelles dans leurs réseaux respectifs. Elles étaient alors en possession des seules lignes productives, et si l'Etat avait suivi alors le système de la Hollande, elles seraient dans la situation si favorable de la Compagnie des chemins de fer néerlandais-rhénans, par rapport à la Société d'exploitation.

Les gouvernements qui se sont succédé dans notre pays depuis l'origine des chemins de fer, mus par des principes économiques en dehors des opinions politiques qui pouvaient prédominer, se sont attachés à réduire le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nombre des Compagnies de manière que celles-ci puissent accomplir les mouvements militaires ou administratifs que peut exiger une grande nation: cela obtenu, ils ont fait profiter les lignes de ce qu'on a appelé le second réseau, de la prospérité des lignes antérieurement concédées.

La France n'a donc rien à regretter dans le système qu'elle a suivi.

Tarifs. — La question des tarifs n'est pas résolue d'une manière très-nette dans les conventions de l'Etat néerlandais avec les Compagnies. Celles-ci sont libres dans l'application des taxes, pourvu qu'elles soient au-dessous des maxima autorisés. Elles soumettent les modifications qu'elles veulent y faire au gouvernement, et si le ministre n'a pas répondu dans un délai de quinzaine, les tarifs deviennent légaux et sont applicables.

A la vérité, ainsi qu'on le voit par le titre 3 de la loi du 9 avril 1875, le roi peut ordonner l'abaissement de certains tarifs; mais, s'il y a perte, on doit une indemnité à la Compagnie qui la supporte.

Comme les tarifs sont la garantie de capitaux engagés, on ne peut les modifier avec justice qu'avec une clause pareille. Elle arrête, en fait, l'intervention de l'Etat, alors que les Compagnies, éclairées par une pratique journalière, n'ont aucun intérêt à créer des tarifs que la marchandise ne peut supporter.

Le transport des marchandises n'a pas tout à fait en Hollande l'importance qu'il a chez nous. On est dans un pays de canaux, et la batellerie absorbe la plus grande partie des transports locaux. Chez nous, la petite vitesse donne des produits bien supérieurs à la grande; c'est le contraire en Hollande où le rapport est de 43 p. 100.

Les tarifs, une fois affichés, doivent être les mêmes pour tout le monde; mais on a le droit de faire des prix réduits aux expéditeurs qui apportent au chemin une quantité importante de marchandises. On sait que, en France, cette faculté, qu'avaient aussi les Compagnies, a été absolument interdite par une décision ministérielle, déjà ancienne, puisqu'elle date du 26 septembre 1857.

La moyenne du prix de transport des marchandises sur les chemins de la Société d'exploitation, a été, en 1876, de 0 fr.,068 par tonne et par kilomètre; sur les chemins de fer français, la moyenne est un peu moindre de 0 fr.,06. C'est encore en France que s'effectuent les transports au meilleur marché, malgré nos plaintes périodiques sur l'élévation des tarifs. Il n'y a que la Belgique qui fasse exception, parce que la matière transportée en quantité exceptionnelle est la houille. Le gouvernement belge essaie, d'ailleurs, un système d'abaissement de tarifs pour retenir les transports internationaux,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et il tend à revenir à des taxes moins onéreuses pour lui. Le prix moyen était, en 1875, de 0 fr.,0512 par tonne et par kilomètre.

Les dispositions qui régissent en Hollande la police des chemins de fer, édictées dans une loi du 31 août 1859, complétée par celle du 9 avril 1875, sont à peu près les mêmes qu'en France.

Cette dernière loi, rendue à propos de la création de la Société d'exploitation, s'applique aux chemins de fer déjà concédés; mais avec cette restriction que les charges non prévues ne seront applicables que par une déclaration du roi, avec indemnité pour toute aggravation au cahier des charges primitif.

La Hollande est un pays où les lignes de chemins de fer épousent pour ainsi dire un sol peu tourmenté, mais où les grands fleuves, les marais, les canaux exigent des dépenses considérables de traversée. Il nous suffit de rappeler les ponts sur la Meuse, le pont du Moerdyck (1), les barrages de l'Escaut : c'est ce qui, après la constitution des Compagnies du chemin de fer Hollandais et du Néerlandais-Rhénan, a inspiré au gouvernement la pensée de construire lui-même les chemins de fer, pour les livrer ensuite à une Compagnie d'exploitation.

La Hollande n'a pas la dixième partie de la longueur de nos chemins de fer, et cependant elle n'a jamais songé à en confier l'exploitation à l'Etat. Dans les exposés des motifs des différentes lois soumises à la sanction des Chambres, on dit que l'Etat sortirait de son rôle en se faisant entrepreneur lui-même; que, malgré leur zèle, les fonctionnaires publics sont impropres à favoriser le développement des recettes comme l'intérêt privé sait le faire.

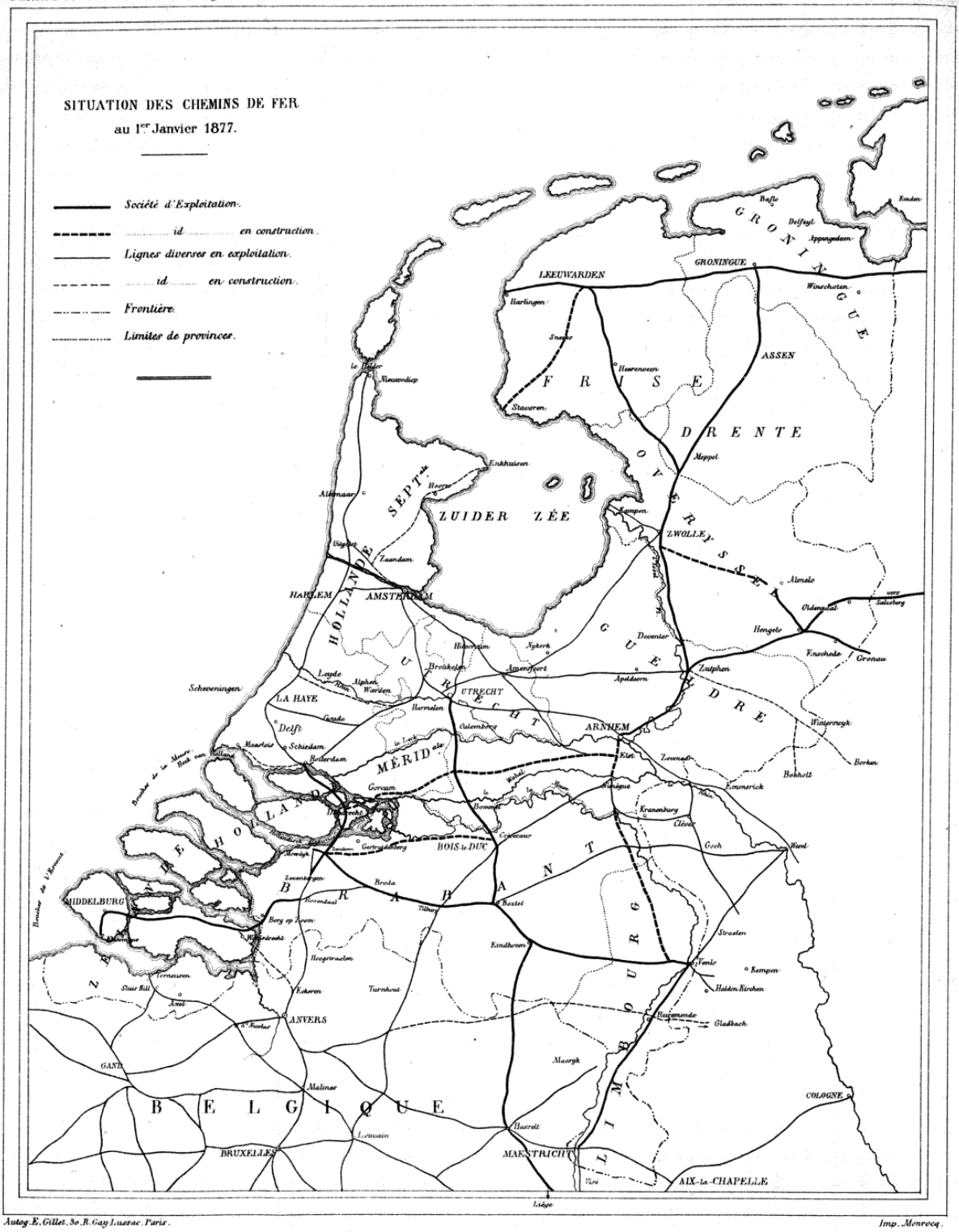
Ces dispositions, que nous n'avons pas à discuter ici, expliquent pourquoi, obligé de construire les chemins, par suite de la grandeur de certains ouvrages d'art, et du peu de produit des lignes, l'Etat n'a pas hésité à les abandonner à l'industrie.

La situation financière de la Hollande, les ressources qu'elle tire de ses colonies, lui ont permis de faire d'immenses travaux d'art sur ses chemins de fer et de renoncer en même temps à tout impôt, même sur la grande vitesse. En France, quand une Compagnie perçoit 123 fr. à son guichet, il en revient 23 au fisc.

On ne saurait se plaindre de voir l'industrie des transports par chemins de fer grevée de lourdes charges, en présence de l'énorme budget qui pèse sur notre pays. Nous les rappelons pour préciser la comparaison entre notre lé-

(1) Voy. *Bulletin* de 1876, 3e série, t. III, p. 231.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Autog. E. Gillet, 30 R. Gay Lussac Paris. Imp. Monrocq.

CARTE DES PAYS-BAS.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gislation financière et celle de la Hollande où l'exemption est absolue. Disons, toutefois, que nos voies navigables, concurrentes des chemins de fer, sont à peu près dégrevées de tout impôt.

Conclusions. — Nous avons donné, Messieurs, une analyse rapide du travail de M. l'ingénieur Albert Jacqmin qui abonde en détails statistiques d'un haut intérêt. De ces faits bien coordonnés, il est permis de tirer quelques conséquences :

1° Le gouvernement, aussi bien que les Chambres néerlandaises, ont repoussé l'exploitation par l'Etat, alors que les chemins de fer étaient construits par l'Etat lui-même;

2° La Société générale d'exploitation des chemins de fer de l'Etat n'est point une Compagnie fermière, avec l'acception d'instabilité qu'on a donnée à ce mot, puisqu'elle a une durée de cinquante ans et qu'elle a, dans sa constitution, certaines analogies avec les six grandes Compagnies françaises;

3° Cette Société a, pour la garantie du capital de ses actionnaires, la propriété de ses tarifs, puisque le roi ne peut les modifier qu'à la condition de payer les différences; d'ailleurs, cette pression ne paraît devoir jamais être exercée;

4° L'application de la méthode hollandaise à l'exploitation des chemins de fer français aurait été onéreuse à l'Etat, qui a pu tirer, de l'organisation des six grandes Compagnies, des avantages majeurs pour l'établissement des lignes improductives du second réseau;

5° La Hollande, enfin, a formé son réseau de chemins, suivant les conditions propres à son pays et à l'état de ses finances; mais elle a voulu conserver un caractère purement commercial à l'exploitation des lignes que l'Etat avait été dans la nécessité de construire.

ARTS CHIMIQUES.

Recherches sur les divers états moléculaires des métaux, par M. Schutzenberger, membre du Conseil (1).

Un grand nombre de métalloïdes possèdent la propriété de se transformer moléculairement, et peuvent affecter deux ou plusieurs modifications allo-

(1) Communication faite dans la séance du 14 juin 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tropiques; tels sont l'oxygène, le soufre, le sélénium, le phosphore, le bore, le silicium et le carbone.

Parmi les métaux, un seul, l'antimoine, avait été reconnu apte à subir un changement d'état allotropique. D'après les expériences de M. Gore, on obtient par l'électrolyse de solutions concentrées de chlorure d'antimoine, et d'autres sels analogues de ce métal, des dépôts amorphes d'antimoine, qui dégagent de la chaleur sous l'influence d'un choc, en se convertissant en antimoine cristallin ordinaire.

Les faits suivants, que j'ai eu l'occasion d'observer, établissent que d'autres métaux, tels que le cuivre, le plomb, l'argent, sont également aptes à donner des allotropies, lorsqu'on les isole par électrolyse ou autrement de leurs solutions salines, en se plaçant dans certaines conditions.

Ces dernières varient avec la nature du métal. On peut, dès à présent, prévoir que ce phénomène est général et s'étendra à la grande majorité des métaux.

Cuivre. La modification allotropique du cuivre s'obtient par l'électrolyse de solutions étendues, à 10 pour 100 environ, d'acétate neutre de cuivre ou d'acétate légèrement basique, tel qu'on l'obtient par une ébullition de quelques minutes de la solution. On prend comme électrode positive une lame de cuivre et comme électrode négative une lame de platine. Cette dernière est placée parallèlement à la lame de cuivre positive, à une distance de 3 à 4 centimètres. Ses dimensions doivent être un peu inférieures à celles de l'électrode positive. On emploie un à deux éléments Bunsen ou trois eléments Daniell de moyenne grandeur.

Dans ces conditions, le dépôt de cuivre, dont on peut à volonté augmenter l'épaisseur, en prolongeant l'électrolyse, se présente sous forme de plaques très-cassantes et faciles à réduire en poudre dans un mortier en agate. Si la durée de l'expérience est prolongée pendant 12 à 24 heures, et si la lame négative n'est pas trop large, ses bords se chargent d'arborescences dirigées vers le pôle positif et implantées perpendiculairement au plan de la lame; elles sont pourvues de plusieurs branches contournées, cassantes et composées de granulations; leur longueur peut atteindre plusieurs centimètres; mais au moindre choc elles se brisent et tombent au fond du bain.

Le cuivre, ainsi déposé, offre une teinte plus pâle que celle du cuivre ordinaire, et qui rappelle celle de certains bronzes. Si la lame négative est plus large que la lame positive, le dépôt modifié se trouve en face de cette dernière, tandis que les parties qui débordent sont couvertes de cuivre ordi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

naire, tranchant par sa couleur sur celle du dépôt central qu'il encadre.

La densité du cuivre modifié est certainement plus faible que celle du cuivre ordinaire, elle se rapproche de 8,0 à 8,2. Cette densité n'a pu être déterminée avec précision, vu la difficulté d'obtenir la modification allotropique absolument pure, exempte d'oxyde de cuivre et de cuivre ordinaire.

La couleur, la densité et le défaut absolu de malléabilité ne sont pas les seuls caractères qui différencient la modification nouvelle du cuivre. Ses propriétés chimiques sont également très-distinctes, et parmi celles-ci l'oxydabilité à froid, au contact de l'oxygène libre, gazeux ou dissous, ou des oxydants, constitue une réaction très-importante. Il suffit d'exposer au contact de l'air les plaques récemment sorties du bain, lavées et encore humides pour les voir se couvrir d'une couche d'oxyde cuivrique ; elles prennent alors une couleur bleue ou violet indigo foncé. Une immersion de quelques secondes dans l'eau aérée chaude, ou dans une solution froide d'acétate basique de cuivre, produit le même effet. Cette grande oxydabilité explique pourquoi les plaques renferment toujours de 5 à 10 pour 100 de leur poids d'oxyde de cuivre. Par l'électrolyse d'une solution d'acétate basique, on obtient des couches très-riches en oxyde, dont la proportion peut atteindre 50 pour 100.

En effet, dans ce cas, le cuivre allotropique s'oxyde en grande partie, à mesure qu'il se dépose, aux dépens de l'oxyde dissous dans le bain, oxyde qui se trouve ramené à l'état d'oxydule.

Une autre propriété saillante est fondée sur l'action, à froid, de l'acide azotique pur et étendu à 10 pour 100 d'acide environ. Ce réactif n'agit que très-faiblement et très-lentement sur le cuivre ordinaire, en dégageant surtout du bioxyde d'azote. On peut même obtenir une variété de cuivre très-divisé qui n'est pas du tout attaquée. Ainsi, l'oxydule de cuivre dilué et traité à froid par l'acide azotique pur se transforme, sans dégagement de gaz, en nitrate cuivrique et en cuivre pulvérulent non soluble à froid dans l'acide azotique. Les choses se passent tout autrement avec le cuivre d'électrolyse de l'acétate.

Ce dernier est immédiatement attaqué et dissous, avec un dégagement régulier de *protoxyde d'azote,* presque exempt de bioxyde ; en même temps, il prend une coloration superficielle noir-brun, due probablement à la formation d'un oxyde intermédiaire.

On pourrait supposer que les caractères signalés plus haut sont dus à la présence d'une certaine proportion d'hydrure de cuivre ou d'hydrogène

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

occlus. Les expériences suivantes ne permettent pas de s'arrêter à cette idée.

1° Le cuivre modifié, chauffé à 100 degrés dans le vide ne dégage pas trace de gaz.

2° Chauffé à 100 degrés pendant 24 heures ou à 150 degrés pendant 12 heures dans un tube fermé, avec l'eau seule, ou de l'eau acidulée à l'acide acétique, le cuivre modifié se change en cuivre dégageant presque uniquement du bioxyde d'azote avec l'acide nitrique étendu. Cependant, lors de cette transformation, il ne se sépare aucune trace de gaz hydrogène.

Mes recherches établissent qu'il existe, au moins, deux modifications du cuivre, dont l'une se dissout dans l'acide azotique à 10 pour 100, avec dégagement de protoxyde d'azote, et dont l'autre est indifférente à cet agent. Entre ces deux états extrêmes, on peut obtenir des états intermédiaires qui sont attaqués à froid par l'acide azotique, mais en donnant plus ou moins de bioxyde d'azote ; on doit les envisager comme des mélanges des deux modifications précédentes, en proportions variables avec les conditions de transformation. Il est probable que, comme dans toutes les transformations allotropiques, il s'établit un équilibre entre les deux états extrêmes pour chaque système de conditions réalisé.

Plomb. L'électrolyse d'une solution de potasse caustique à 10 pour 100, additionnée d'un peu de plombite de potasse, fournit un dépôt de plomb allotropique, qui se présente sous forme de couche polie métallique ou d'éponge amorphe très-volumineuse. Ce plomb est très-altérable à l'air et se convertit en peu de temps en un oxyde jaune. Pour l'obtenir on emploie comme pôle positif une lame de plomb, comme pôle négatif une lame de platine ou de cuivre. Si le bain est trop chargé en plomb ou si le courant est trop faible, le plomb se dépose en cristaux doués des caractères chimiques ordinaires. On emploie dans cette expérience un ou deux éléments *Bunsen*, de moyenne grandeur, et l'on sépare les deux électrodes à une distance de quelques centimètres.

Argent. Une solution de potasse caustique à 10 pour 100, contenant un peu d'oxyde d'argent ammoniacal, fournit à l'électrolyse, avec une lame positive en argent et une lame négative en platine, un dépôt rouge-brun sur cette dernière.

Ce dépôt paraît être une modification moléculaire de l'argent; plongé dans une eau très-faiblement acide, il se convertit instantanément en argent blanc ordinaire, sans qu'il se dissolve dans le liquide la moindre trace d'argent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En résumé plusieurs métaux, antimoine, cuivre, plomb, argent se présentent sous deux états : l'un actif et l'autre moins altérable. La modification moins active représente celle qui est la plus stable, et qui se forme aux dépens de l'autre avec perte de chaleur, comme le phosphore rouge aux dépens du phosphore ordinaire, l'oxygène ordinaire aux dépens de l'ozone. Les modifications altérables représentent donc le métal normal plus une certaine quantité d'énergie fourni par le courant électrique.

Il m'est arrivé, une fois, d'observer la transformation brusque du cuivre allotropique en cuivre ordinaire; le changement s'est effectué avec un dégagement de chaleur très-sensible.

Les teintes irisées et très-intenses que prend le cuivre allotropique, en s'oxydant à l'air, trouveront peut être un jour quelque application industrielle; cette considération m'a engagé à entretenir de ces faits la Société d'encouragement pour l'industrie nationale. L'expérience suivante permet de réaliser instantanément l'irisation du cuivre.

Sur une lame polie en argent, en platine, en fer blanc ou en cuivre, on verse une couche mince de solution d'acétate basique de cuivre, puis on y applique, pendant deux ou trois secondes, une lame de zinc décapée. Partout où les deux métaux sont en contact, il se dépose sur la lame polie du cuivre altérable qui, en raison de son oxydation rapide, donne une couche irisée des plus belles nuances.

ARTS CHIMIQUES.

MÉTHODE CHIMIQUE POUR LE TRAITEMENT DES EAUX GRASSES ET LEUR PURIFICATION PAR L'EMPLOI D'UNE DISSOLUTION AQUEUSE DE CHAUX, AVEC APPAREIL AUTOMATIQUE, PAR M. F. HÉTET, PROFESSEUR DE CHIMIE ET RISBEC, S.-INGÉNIEUR, A BREST.

Considérations générales.

Dans les machines à condensation par surface, les matières grasses, introduites dans la vapeur et qui se rassemblent au condenseur en se mélangeant à l'eau d'alimentation, sont, en partie, décomposées en acides gras et glycérine; l'eau d'alimentation apporte donc aux chaudières un mélange de matières grasses, d'*acides gras* et de glycérine.

La décomposition, commencée dans les cylindres, s'achève dans les chaudières et,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

finalement, l'eau des bouilleurs n'est qu'une émulsion d'acides gras, qui attaquant les tôles, forment les dépôts noirs, mélange de savons de fer et d'oxyde de fer.

Ces dépôts adhèrent très-fortement aux tôles et celles-ci, isolées du contact de l'eau, sont sujettes à de dangereux coups de feu. Il importe donc de faire en sorte qu'il ne puisse arriver aux chaudières, ni acides gras, ni matière grasse, ou tout au moins de ne les y laisser arriver qu'engagés dans une combinaison inoffensive par elle-même, et indécomposable par l'action du fer ou du laiton; en un mot inattaquable par le milieu où elle se trouve.

Les combinaisons des acides gras avec la chaux sont insolubles et satisfont aux conditions qui viennent d'être énoncées.

La théorie que M. Hétet a formulée dans ses différents rapports (sur la saponification de l'huile de lubréfaction, dont les acides se retrouvent dans l'eau de condensation, qui va du condenseur aux chaudières, pour l'alimentation) a été contestée d'abord par M. A., dans une note adressée à l'Académie des sciences (séance du 19 novembre).

Il a répondu à cette note (séance du 1er décembre) dans une lettre, à M. Dumas, secrétaire perpétuel.

Depuis, la Marine a fait expérimenter l'action de la vapeur d'eau, en contact avec les diverses huiles de graissage.

Les huiles ordinaires du commerce ne sont jamais neutres, mais, à moins d'être très-anciennes, leur acidité ne dépasse pas 5 pour 100. On a déterminé, par l'analyse, la proportion d'acide, avant et après l'expérience, de l'huile placée sur des plateaux, dans le coffre à vapeur d'une chaudière — à 4,5 at. de pression — durant plusieurs heures de contact.

Voici quelques nombres obtenus :

	Avant.	Après.
Huiles d'olives.....	1 70 p. 100	45 p. 100
Huiles d'olives.....	4 50 p. 100	51 p. 100
Huiles d'olives.....	5 00 p. 100	50 p. 100
Huiles de colza....	3 40 p. 100	54 p. 100

Ces chiffres suffisent pour démontrer qu'en effet M. Hétet avait raison d'attribuer à la saponification des huiles, par la vapeur, la forte proportion d'acide gras entraîné aux chaudières et la corrosion consécutive de ces appareils.

Sa théorie était appuyée sur des analyses et sur les résultats des expériences qui avaient permis de constater que les 5/6 environ de l'huile de lubréfaction des cylindres et tiroirs se trouvent acidifiés et émulsionnés dans l'eau de condensation. Le reste de l'huile (1/6), allant aussi dans la chaudière, s'y saponifie également par l'ébullition en présence d'oxyde de fer, et le tout forme ces volumineux et lourds savons de fer, très-basiques, qu'on trouve en dépôts adhérents dans les générateurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On espère éviter ces accidents (que la méthode par la chaux permet d'empêcher et de conjurer) par l'emploi d'huile neutralisée ; cela ne nous paraît pas possible ! Il est vrai que les huiles neutralisées, introduites dans la vapeur, se sont acidifiées moins que les huiles ordinaires, mais elles se saponifieront également dans les chaudières, en contact avec l'eau, la vapeur, l'oxyde de fer et sous l'effet de la pression.

L'expérience peut d'ailleurs en être faite et démontrera (c'est notre conviction) une fois de plus, la vérité du principe posé. Pour conserver les chaudières, il ne faut y introduire aucune espèce de corps gras acide, et même de corps gras neutre.

§ I^er^. — *Principe de la méthode.*

Il consiste à traiter les eaux grasses par une dissolution aqueuse de chaux, qui, d'une part, sature directement les acides gras déjà formés, et, d'autre part, saponifie les matières grasses non encore acidifiées, en sorte que, finalement, les eaux ne contiennent plus que des sels ou savons calcaires insolubles, plus, de la glycérine libre, très-diluée. Cette méthode s'applique, avec des procédés différents, aussi bien au dégraissage des eaux d'alimentation des machines, munies de condenseurs à surface, et à la purification des eaux distillées, destinées à la boisson ou à d'autres usages.

§ II. — *Application de la méthode au dégraissage des eaux d'alimentation des machines, soit fixes, soit marines, munies de condenseurs à surface.*

Dans ces machines, l'eau d'alimentation apporte aux chaudières un mélange de matières grasses, d'acides gras et de glycérine ; la décomposition des matières grasses, commencée dans les cylindres, s'achève dans les chaudières sous l'influence de la chaleur, et, finalement, l'eau des chaudières renferme uniquement de la glycérine et des acides gras, qui ne tardent pas à attaquer les tôles et à former des dépôts noirs et onctueux qui sont un mélange de savon de fer et d'oxydes de fer en proportion variable. Ces dépôts adhèrent aux tôles très-fortement, sont difficiles à enlever, et les tôles qu'ils recouvrent, isolées par eux du contact de l'eau sont sujettes à de dangereux coups de feu. *Par l'application de notre méthode, l'eau d'alimentation n'amène aux chaudières que des savons calcaires insolubles, plus de la glycérine libre, très-diluée, corps tous sans action sur les tôles de fer et tubes en cuivre ou laiton, et n'adhérant pas sur ces surfaces métalliques.* Toutefois, il est nécessaire d'introduire ici un principe complémentaire, qui est le suivant : *la réaction chimique de la chaux sur les matières et acides gras doit être faite et achevée complétement avant que l'eau d'alimentation n'arrive aux chaudières.* S'il en était autrement, le fer et le cuivre des chaudières participeraient plus ou moins à la réaction chimique pendant son achèvement, et il se produirait des savons complexes plus ou moins adhérents sur les surfaces métalliques ; on n'atteindrait donc pas le double but que l'on se propose : 1° Préserver

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les chaudières de l'usure ; 2· Eviter la formation de dépôts adhérents difficiles à enlever. Nous ajoutons, enfin, *qu'il est nécessaire d'étamer les tubes en laiton ou cuivre des condenseurs, du côté de la vapeur, et en général le tuyautage en cuivre dans lequel circule l'eau d'alimentation jusqu'au point où la réaction peut-être regardée comme complète*, c'est-à-dire jusqu'à la sortie du récipient à réaction dont il sera question. En effet, sans cette précaution, les acides, déjà formés, se satureraient de cuivre, et celui-ci, redevenu libre par l'action de la chaux, exercerait dans les chaudières, pour son propre compte, une action destructive.

On obtient la dissolution aqueuse de chaux ou *eau de chaux* d'une manière continue, en faisant agir *sur de la chaux éteinte ordinaire, en poudre tamisée* (employée pour la peinture), un courant d'eau dérivé du courant d'eau d'alimentation, après que celui-ci a subi la réaction qui neutralise les graisses et acides gras. *De cette manière, on n'introduit aucune quantité d'eau additionnelle dans la circulation générale.*

La quantité de chaux, que l'on introduit en dissolution aqueuse, doit dépendre du poids des matières grasses injectées dans la vapeur. Si l'on désigne par P le poids des matières grasses injectées par heure, il faut théoriquement introduire par heure un poids $\frac{P}{10}$ de chaux chimiquement pure ; mais, pratiquement, on devra employer la chaux en excès pour favoriser et activer la réaction et on peut utilement *doubler* la quantité qui vient d'être indiquée.

Fabrication de l'eau de chaux et manière de l'injecter dans l'eau d'alimentation à dégraisser. — Dans le cas où la machine est petite ou, du moins, n'exige qu'un très-faible graissage, on peut se contenter de faire l'eau de chaux dans un récipient, en agitant avec un excès de chaux ; on puisera alors cette eau avec un vase de capacité connue et on l'introduira dans le courant d'eau d'alimentation, au moyen d'un vase à double robinet (analogue aux graisseurs), en prenant soin de munir celui-ci d'un tube de niveau et de régler l'écoulement au moyen des robinets, de manière qu'il soit à peu près continu. Dans ces conditions, on peut compter que 1 litre d'eau, à la suite du contact prolongé avec la chaux en excès, dissout 1 gramme de chaux chimiquement pure, autrement dit, que, avec 1 litre de dissolution on introduit 1 gramme de chaux chimiquement pure. Conséquemment, et en se référant à ce qui précède, pour un poids P en *grammes* de matières grasses injectées par heure dans la vapeur, on introduira par heure un nombre de litres égal à $\frac{P}{5}$ d'eau de chaux obtenue comme il a été dit(1). Si la machine comporte un graissage un peu notable (c'est le cas ordinaire), le procédé qui vient d'être indiqué devient impraticable, parce qu'il exige la manipulation d'une

(1) A l'aide d'un système analogue, on vient d'appliquer la chaux au dégraissage de l'eau d'alimentation à divers navires de l'Etat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trop grande quantité d'eau. Dans ce cas, il est indispensable de recourir à une fabrication courante et mécanique de l'eau de chaux, au moyen d'une installation dont le principe est traduit par le dessin explicatif ci-dessous. La dérivation prise sur le courant d'eau d'alimentation, au point où la réaction est achevée, alimente, au moyen d'un robinet

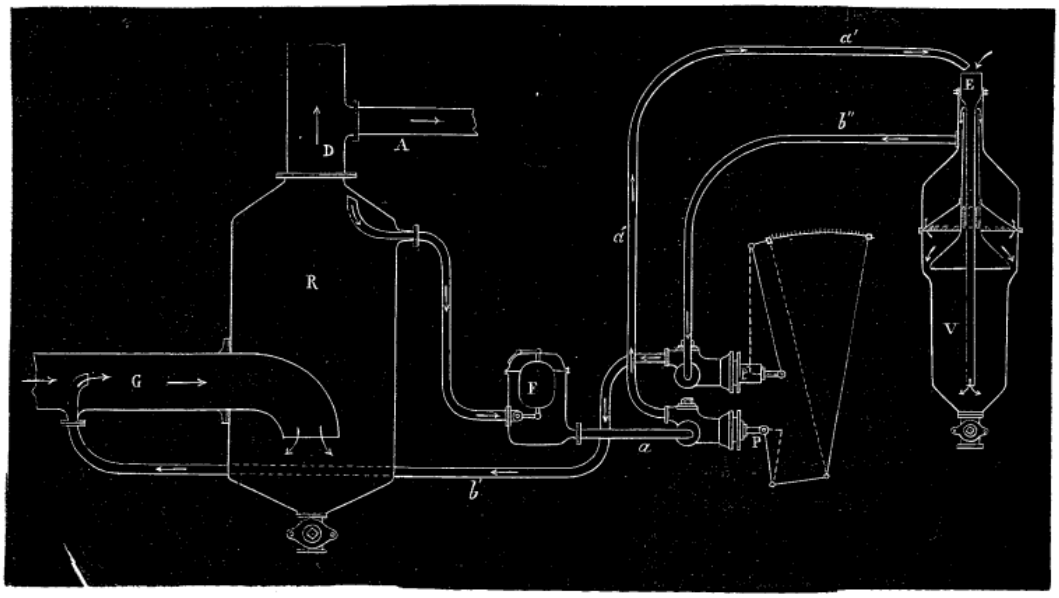


Fig. 1. Vue d'ensemble.

Légende.

V. Récipient à fabriquer l'eau de chaux.
E. Entonnoir dans lequel on verse la chaux.
P. Pompe à course variable.
P'. Pompe à course constante.
a. Aspiration de la pompe P.
a' a'. Refoulement de la pompe P.
F. Vase à flotteur et à robinet automatique.
b'. Refoulement de la pompe P'.
b'' Aspiration de la pompe P', à course constante.
R. Récipient à réaction, élargissement du tuyau de décharge.
D. Tuyau de décharge.
G. Refoulement de l'eau grasse dans la caisse à réaction.
A. Aspiration de la pompe alimentaire.

automatique muni d'un flotteur, un petit vase ouvert, à l'air libre ; dans celui-ci vient puiser une petite pompe dont la course variable peut être réglée de manière à obtenir un débit voulu, étant donnée l'allure de la pompe ou de la machine qui la mène. A cet effet, il suffit d'avoir sur le mécanisme, qui fait varier la course, une graduation dont les chiffres indiquent les débits de la pompe, par heure, pour un coup de piston par minute ; alors, pour une allure correspondant à N coups de piston par minute, on obtiendra de suite le débit donné, en s'arrêtant au chiffre de la graduation, égal au quotient de ce débit par le nombre N.

L'eau, ainsi débitée en quantité voulue, se déverse à l'air libre au-dessus de l'en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tonnoir d'un récipient fermé où elle doit dissoudre la chaux. Une deuxième pompe, pareille à la première, mais ayant une *course constante supérieure à la course maximum* de celle-ci, va puiser l'eau dans ce récipient, et, comme ce récipient ne présente d'autre ouverture à l'air que celle de l'entonnoir, elle détermine, par là, une rentrée d'air assez notable, grâce à l'excès de son volume d'aspiration sur celui de l'eau débitée ; cette disposition permet d'introduire sans difficulté la chaux en poudre en la versant simplement dans l'entonnoir, et l'agitation produite dans la partie basse du récipient, par l'air aspiré, active la dissolution de la chaux. Les graviers et résidus insolubles sont éliminés, de temps à autre, par le robinet de purge adapté sur le fond du récipient. Avec cette installation, on peut estimer que 1 litre d'eau débité dissout environ $0^{gr},80$ de chaux chimiquement pure, quantité contenue à peu près dans 1 gramme de chaux ordinaire éteinte ; on fera donc en sorte de débiter 1 litre d'eau pour 1 gramme de chaux versé dans l'entonnoir. D'autre part, il résulte de tout ce qui vient d'être dit que, pour un poids P de matières grasses injectées par heure dans la vapeur, on devra introduire un poids $\frac{P}{4}$ de chaux ordinaire éteinte ; en exprimant $\frac{P}{4}$ en grammes, le même nombre exprimera aussi, en litres, le débit par heure de la petite pompe à course variable. Pour éviter la gêne d'une pesée, on puisera la chaux en poudre dans une caisse avec de petits vases de contenance telle que, pleins à bord ras, ils contiennent un poids connu de chaux éteinte, en poudre *non tassée*.

Manière dont se fait la réaction de l'eau de chaux sur l'eau grasse d'alimentation. — Soit que l'on introduise l'eau de chaux par un vase à double robinet, comme il a été dit plus haut, soit qu'on la refoule par une pompe, on fera déboucher le tuyau qui l'amène sur le tuyau *commun* de refoulement des pompes à air, et à sa naissance même, afin de faire commencer la réaction le plus tôt possible. Ce tuyau commun se dirigera, ensuite, vers un espace disponible pour loger le *récipient à réaction*, qui n'est, en somme, qu'un renflement du tuyau, ou une bâche additionnelle. La disposition adoptée est telle que, l'air refoulé par les pompes à air et qui n'a d'autre issue que le tuyau de décharge, parcourt le récipient de bas en haut, en agitant toute la masse liquide à chaque coup de piston des pompes ; cette agitation favorise le mélange de l'eau de chaux et de l'eau grasse, et active la réaction au plus haut degré. Le récipient doit avoir une capacité telle, eu égard au débit *maximum* de l'eau d'alimentation, par minute, que chaque fraction de celle-ci y séjourne au moins 1 minute ; dans ces conditions, la réaction sera terminée, grâce à l'agitation produite dans la masse liquide, quand l'eau s'écoulera à la partie supérieure, soit pour aller à la pompe alimentaire, soit pour fournir à la fabrication de l'eau de chaux. La partie basse du récipient forme une poche où se rassemblent les dépôts les premiers formés et les plus épais, principalement l'empâtage par lequel commence la saponification des graisses par la chaux; on s'en débarrassera en purgeant, à de longs intervalles, par le robinet placé sous le récipient.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans des expériences récentes, on s'est servi du condenseur même, comme caisse à réaction, et à la suite des résultats obtenus nous avons été conduits à proposer un appareil plus simple, quoique fondé sur les mêmes principes et satisfaisant aux mêmes exigences générales.

Cet appareil, que représente la figure ci-desous, se compose, comme le précédent, de trois parties essentielles :

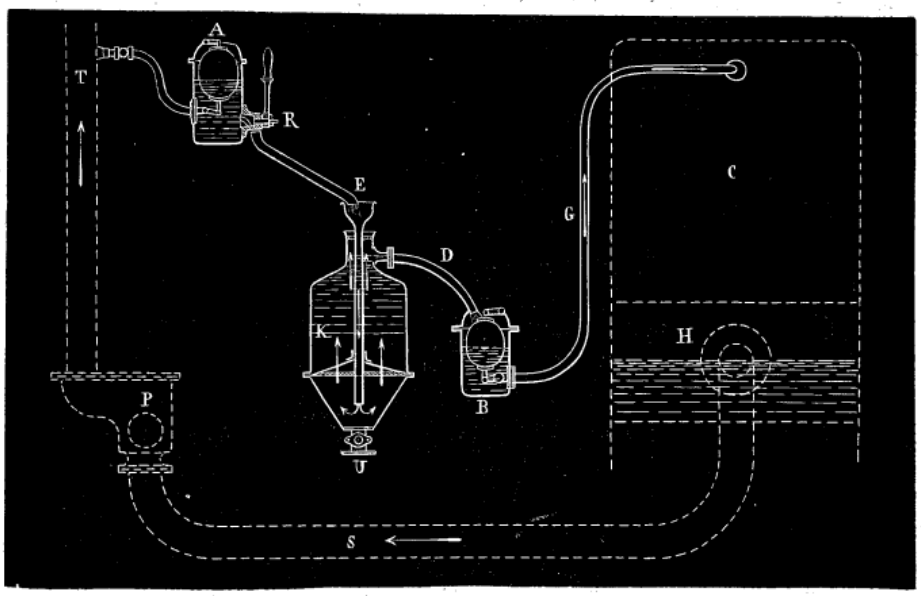


Fig. 1 *bis*. Appareil simplifié.

Légende.

C. Condenseur.
H. Bâche.
S. Aspiration de la pompe alimentaire.
P. Pompe alimentaire.
T. Refoulement de la pompe alimentaire.
A. Récipient avec robinet régulateur de niveau.
R. Robinet gradué réglant le débit.
E. Entonnoir par lequel on verse la chaux en poudre.
K. Récipient cylindrique où se fabrique l'eau de chaux.
U. Robinet de nettoyage.
D. Ecoulement de l'eau de chaux.
B. Récipient avec robinet régulateur de niveau.
G. Aspiration de l'eau de chaux.

1° Un organe permettant de régler à volonté et sans tâtonnements le débit de l'eau destinée à dissoudre la chaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au lieu d'une pompe à course variable, c'est un robinet gradué de forme spéciale mais très-simple, adapté à un vase où le niveau est maintenu constant par un robinet automatique gouverné par un flotteur. La pression d'écoulement à travers le robinet gradué restant ainsi constante, il est clair que le débit ne dépend que de l'ouverture de ce robinet.

2° Un récipient où l'on verse la chaux en poudre et où s'opère sa dissolution ; on y introduit la chaux nécessaire tous les quarts d'heure.

3° Un organe pour introduire l'eau de chaux obtenue dans le courant alimentaire.

La pompe de refoulement employée dans l'appareil précédemment décrit a pu être supprimée, en prenant le parti de se servir du condenseur lui-même comme récipient à réaction, et d'utiliser alors le vide pour l'introduction de l'eau de chaux.

La solution de chaux se déverse simplement dans un vase, où vient puiser un tuyau d'aspiration allant au condenseur. Mais il est indispensable d'installer dans ce vase, sur l'orifice d'aspiration, un robinet automatique gouverné par un flotteur, afin de se mettre à l'abri des rentrées d'air qui se produiraient par là au condenseur, à moins de s'astreindre à une surveillance continuelle et par suite très-gênante.

Il est clair que si l'on trouvait quelque inconvénient à faire la réaction dans le condenseur même, il faudrait recourir, comme dans l'appareil fig. 1, à un récipient à réaction placé à la sortie de la bâche et à une petite pompe de refoulement.

Tel est l'ensemble de ce nouvel appareil, plus simple mais moins précis que le premier, et auquel s'appliquent d'ailleurs toutes les indications relatives à la conduite de celui précédemment décrit (1).

Accumulation des dépôts aux chaudières. — On peut admettre pratiquement que le poids des savons calcaires formés est égal à celui des matières grasses introduites dans la vapeur ; 1/6 au moins reste sur le fond du récipient à réaction ; 5/6 vont aux chaudières et s'y accumulent sous forme de dépôts qui tombent en poussière granuleuse sur le fond, quand on vide la chaudière et qui s'enlèvent très-facilement. Ils restent en suspension dans l'eau pendant l'ébullition. On peut sans inconvénient les laisser s'accumuler jusqu'à la proportion de 15 kilog. par mètre cube d'eau contenu dans la chaudière, ce qui correspond à un grand nombre de jours de marche, en général. Les nettoyages ne sont donc pas rendus plus fréquents qu'à l'habitude, par l'emploi de l'appareil à dégraisser.

Approvisionnnement de chaux. — La chaux (ordinaire éteinte) devra être tamisée ;

(1) On a pu voir à l'Exposition universelle, classe 67 : Navigation, etc., l'appareil appliqué au modèle réduit de la machine du croiseur de l'État, le *Dupetit-Thouars ;* c'est le premier navire de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on vérifiera, par l'analyse, sa teneur en chaux et on la renfermera dans des caisses en fer-blanc bien closes, afin que l'air ne carbonate pas la chaux à la longue ; la capacité de ces caisses devra être assez faible pour que chacune d'elles ne reste pas trop longtemps en consommation. Il est aisé de s'assurer que, s'il s'agit d'un navire, rien ne s'oppose à ce qu'il emporte un approvisionnement de chaux suffisant pour toute la durée d'une longue campagne.

§ III. — *Application de la méthode à la purification des eaux destinées à la boisson ou autres usages.*

En général, on n'aura à opérer que sur des quantités relativement faibles, et on emploiera l'eau de chaux en la préparant et l'introduisant comme il a été dit à propos des machines qui n'exigent qu'un très-faible graissage. Pour activer la réaction, on pourra se contenter de mélanger les courants d'eau grasse et d'eau de chaux en les faisant tomber d'une petite hauteur dans un même entonnoir ; le mélange liquide se rendra au récipient, relativement considérable, où il séjournera longtemps, en le parcourant avec une grande lenteur, afin d'y déposer la plus grande partie du précipité formé. De là, le liquide passera dans un filtre à compartiment rempli de noir animal en petits grains (au plus 5 millimètres de diamètre), lequel retiendra le reste du précipité et la *chaux en excès*.

Si l'on a à opérer sur de grandes masses d'eau, il n'y aura qu'à appliquer l'appareil décrit pour les machines dont le graissage est notable, mais on augmentera encore la course constante de la deuxième pompe, de manière que l'air refoulé par elle soit suffisant pour produire une agitation convenable dans le récipient à réaction ; seulement il faudra laisser reposer l'eau dans de grands réservoirs pour retenir la majeure partie du précipité. Si ces eaux ne sont pas spécialement destinées à la boisson, il sera inutile, en général, de recourir ensuite au noir animal.

Purification des eaux distillées pour boisson sur les navires à vapeur alimentés à l'eau salée, et sur les navires à voiles pourvus de cuisines distillatoires. Pour ces différents cas, on peut ajouter au filtre de charbon, ordinairement employé, un compartiment qui reçoit, par sa partie supérieure, l'eau du réfrigérant mêlée d'eau de chaux versée, en raison de **1** litre pour **100** litres d'eau à purifier (**1/100**).

---

l'État sur lequel a été installé notre système à dégraisser l'eau d'alimentation, pour la conservation des chaudières. Aujourd'hui, le Ministre de la Marine a prescrit l'application générale de la méthode, à tous les navires munis de condenseurs à surfaces.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce compartiment, comme l'indiquent les figures ci-dessous, porte des tablettes alter-

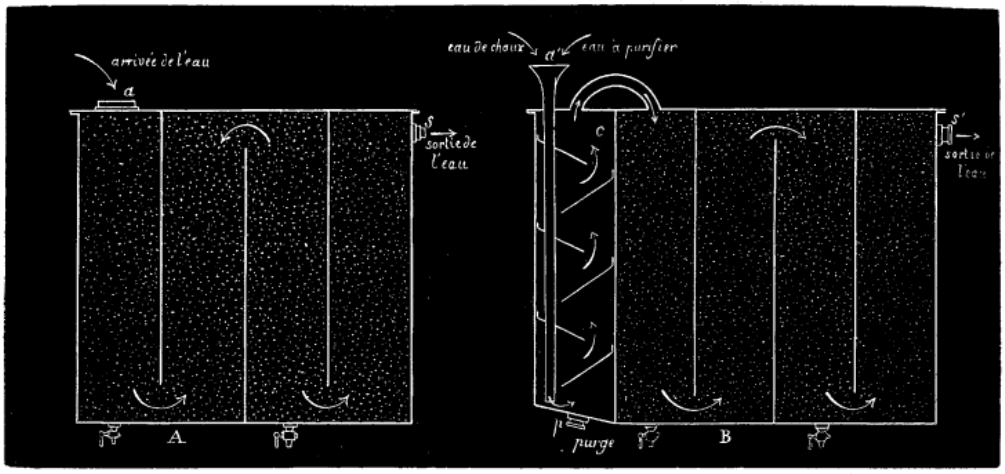


Fig. 2. Filtre ordinaire.

Fig. 3. Filtre modifié.

Légende.

A. Filtre ordinaire (fig. 2).
B. Filtre modifié (fig. 3).
C. Compartiment muni de tablettes (fig. 3).
a. Entrée de l'eau à purifier.
s, s'. Sortie de l'eau.
p. Ouverture de nettoyage.
a' (fig. 3) Tube à entonnoir où l'on verse la chaux et où tombe l'eau à purifier.

natives pour briser le courant et retenir le léger précipité oléo-calcaire; le charbon arrête ce qui est entraîné et l'excès de chaux s'il y en a.

Ce filtre, dont les dimensions varient avec l'importance des navires, se nettoie facilement, à l'aide des robinets de purge ; le couvercle étant mobile, il est possible de changer le charbon dans un quelconque des compartiments.

Le filtre primitif, moins le compartiment à réaction de l'eau de chaux sur l'eau distillée, fait partie du *Système Perroy* pour obtenir de l'eau potable par condensation de la vapeur des chaudières.

Quant aux navires dont les machines à condensation par surface sont munies d'un appareil à dégraisser par l'eau de chaux, ils se procurent de l'eau distillée par condensation de la vapeur dans un réfrigérant spécial. Cette eau est d'une potabilité parfaite après sa filtration dans l'appareil au noir animal (fig. 2).

CÉRAMIQUE.

SUR LA FABRICATION DES PIPES EN TERRE ET SUR LES PIPES SE CULOTTANT SEULES, PAR M. J. CLOUET, PROFESSEUR A L'ÉCOLE DE MÉDECINE DE ROUEN.

La fabrication des pipes en terre fut jadis, à Rouen, une industrie des plus florissantes. Nombre de personnes se livraient à ce commerce à la fin du siècle dernier, et leurs produits rivalisaient avec ceux des pays les plus renommés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'habitude de façonner la terre, pour la rendre apte à pouvoir brûler le tabac, est du reste fort ancienne déjà, et l'on sait qu'en dehors de la France, les Anglais, les Belges, les Hollandais, les Allemands, les Espagnols, les Turcs, les Persans, les Indiens et les Arabes s'y livrèrent avec succès.

Les pipes sont de formes et de nature variables, et, en ne nous occupant que des pipes en terre cuite, celles qui feront l'objet de cette note, seront celles ordinaires, que termine un tuyau cylindrique plus ou moins long.

C'est aux Portugais que l'on doit l'introduction en Europe de ce petit instrument.

En France la fabrication des pipes ne se fait guère aujourd'hui que dans les départements de l'Allier, des Bouches-du-Rhône, de la Drôme, du Gard, du Pas-de-Calais, du Nord et de la Seine ; et c'est surtout dans les villes de Dunkerque, Arras, Saint-Omer, Nîmes, Paris, Marseille, que se trouve localisée cette industrie.

En 1771, comme le prouve l'ouvrage de Duhamel du Monceau (1), plusieurs villes du département de la Seine-Inférieure étaient, au contraire, réputées pour la qualité de leurs produits, qui ne graissaient pas aussi vite, au dire des fumeurs, que les meilleures pipes de Hollande (2). Rouen, Dieppe, Neufchâtel livraient au commerce d'énormes quantités de pipes, faites avec la terre trouvée dans les environs. Cette terre est une argile pure, c'est-à-dire une variété d'alumine hydrosilicatée ; elle est douce et onctueuse au toucher; l'insufflation de l'haleine y développe une odeur fade particulière ; elle happe à la langue, forme avec l'eau une pâte liante et tenace, à laquelle on peut donner toutes sortes de formes; par la chaleur elle prend du retrait, en acquérant une dureté considérable. Elle est infusible, le plus souvent absolument blanche, mais parfois plus ou moins noire ; cette coloration, due à la présence de matières organiques, est détruite par la cuisson, et n'empêche pas d'obtenir des produits d'une blancheur complète.

Les bancs d'argile ne sont pas d'une constitution parfaitement homogène ; aussi, suivant les degrés de finesse de la terre, réserve-t-on celle-ci à des emplois différents ; la plus grossière sert à confectionner des poteries, la moyenne est livrée aux faïenciers, la dernière est employée pour faire les pipes.

En Normandie, les bancs d'argile du pays de Bray semblaient tellement précieux, que, par une ordonnance, Louis XIV en défendit l'exportation. L'exploitation s'en faisait à ciel ouvert dans les villages de la Bellière, le Fossé et autres, des environs de Forges, à Gournay ; leurs produits alimentaient les fabriques de Neufchâtel et de Dieppe. A Rouen, on utilisait les argiles de Saint-Aubin et de Belbeuf; mais, au lieu

(1) *L'art de faire des pipes à fumer le tabac*, par Duhamel du Monceau, de l'Académie des sciences, Rouen, in-f°, 1771.

(2) La dernière personne qui, à notre connaissance, se soit livrée à cette industrie, dans notre département, est un nommé Courtois, qui fabriquait encore à Forges, il y a une trentaine d'années. Son établissement acheté par l'Administration municipale, pour y installer une maison d'école, n'a pas été réouvert.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'exploiter à ciel ouvert, on avait creusé en ces endroits des galeries souterraines de 14 à 15 brasses de profondeur, et l'argile s'y vendait de 13 à 15 livres le muid ; on n'en a jamais interdit l'exportation.

Actuellement ces bancs d'argile sont encore utilisés, mais plus pour cette industrie ; ceux du pays de Bray, affleurant jadis le sol, sont exploités maintenant à 60 mètres de profondeur, par suite de l'inclinaison des couches de terrain ; ceux de Saint-Aubin-Celloville, près Boos, de Mélamare, près Lillebonne, de Varengeville, fournissent aux potiers des matériaux pour la fabrication des faïences communes, car l'on ne retrouve plus dans notre département de fabricants de pipes.

L'industrie que nous étudions est assez lucrative ; elle exige peu de ressources et d'appareils. Il suffit pour s'y livrer d'avoir à sa portée une terre convenable, et cependant la fabrication n'a pas continué dans la Seine-Inférieure, alors que dans d'autres localités, on se trouve dans des conditions moins favorables. Saint-Omer, par exemple, tire sa terre des environs de Boulogne ; les maisons de Dunkerque, tantôt d'Angleterre, tantôt d'Andenne, près Namur, en Belgique.

Une fois en possession de la terre, lorsque l'on veut faire des pipes blanches, on corroie seulement avec de l'eau, sans laver l'argile, dans le but d'ôter les gros sables, et l'on fait une pâte de consistance analogue à celle des boulangers ; si l'on veut avoir des pipes colorées, on ajoute, dans ce cas, à la terre du graphite finement pulvérisé pour faire les pipes noires, comme cela se pratique à Marseille ou en Belgique, ou encore de la sanguine, également en poudre, pour donner, par l'intermédiaire de l'oxyde de fer, la couleur rouge qni distingue les pipes d'Algérie, du Maroc ou du Levant.

Quelle que soit la couleur de la pâte d'argile, pour fabriquer les pipes, un enfant prend alors une certaine quantité de matière et, ou bien roule celle-ci sur une planchette de façon à en faire un petit cylindre, ou bien, dans certaines fabriques, obtient le même résultat avec une presse à colombins, qui donne d'un seul coup un certain nombre de tuyaux.

Chaque objet est alors repris séparément, on y ajoute une petite masse qui deviendra plus tard le fourneau de la pipe, puis on dispose par séries de une douzaine et on passe entre les mains de l'ouvrier.

Chaque pièce est alors introduite dans des moules en fer ou en cuivre, formés de deux parties mobiles sur une charnière, et ayant un canal qui reçoit le tuyau. On perfore le cylindre avec une aiguille huilée que l'on laisse en place, puis après, l'on procède à la façon du fourneau au moyen d'un manche en fer huilé, qui sert à aplatir l'argile contre les parois du moule tout en creusant en godet, jusqu'à ce que l'on aperçoive l'extrémité de l'aiguille.

On ouvre alors le moule, coupe les rebarbes de la pâte, répare la pièce, accourcit, coude ou enroule le tuyau, suivant les genres, puis, après avoir imprimé avec une roulette la marque de fabrique, on enlève l'aiguille avec précaution et on laisse sécher les pièces à l'ombre avant de mettre au four. Un bon ouvrier peut ainsi fabriquer, en moyenne, 500 pipes par jour et gagner 6 francs. Quand la dessiccation est suffisante, on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

arrime dans le four en y introduisant de 3 à 5 000 pipes, et l'on cuit à un feu vif pendant un temps qui varie entre 9 et 24 heures, suivant la qualité que l'on veut donner aux pipes. Celles qui sont sonores et peu cassantes sont les plus cuites; elles sont bien plus longues à s'imbiber du liquide que produit la combustion du tabac, effet que recherchent les amateurs.

Les principaux types ordinaires de pipes sont les suivants : il y en a avec ou sans *talon* au-dessous du fourneau, celles qui n'en possèdent pas portent les noms de *cajottes* ou *capucines;* les *croches* ont l'axe du fourneau placé à angle droit par rapport au tuyau, on en consomme bien moins que de celles à axe incliné ; on nomme *guinguettes* celles qui ont le fourneau très-petit, et *anglaises* celles qui ont le talon pointu, etc. Il va sans dire que, par le moulage, on peut leur donner toutes les formes imaginables.

Les pipes avant d'être mises en vente subissent d'autres préparations.

Lorsqu'elles doivent être décorées, on fait avec un émail très-fusible, auquel on peut donner toutes les nuances possibles, les dessins ou enjolivements nécessaires ; cet émail, non dangereux, est variable, tantôt il est constitué par de la silice et de la soude, tantôt par du borate de soude mélangé d'oxyde de plomb, et auxquels on ajoute des oxydes métalliques ou des ocres colorées par ces oxydes et des métaux. Le décor appliqué, on recuit légèrement pour vitrifier cet émail.

Les pipes dans cet état happeraient trop aux lèvres. Pour remédier à cet inconvénient, deux procédés sont employés : les pipes communes sont trempées dans de l'eau qui contient un peu d'argile grasse en suspension ; par imbibition il se dépose à la surface une couche mince d'argile que l'on frotte, lorsqu'elle est sèche, avec une étoffe de laine ; on obtient ainsi un certain poli ; pour celles plus fines, on les humecte avec un liquide obtenu en faisant bouillir du savon, de la cire et de la gomme dans de l'eau ; en frottant fortement avec de la flanelle, la surface de la terre devient bien luisante.

Les manipulations que nous venons d'indiquer ne peuvent en aucune façon rendre dangereuses les pipes en terre cuite, tout au plus, peut-on trouver désagréable l'odeur et le goût qu'elles possèdent, la première fois que l'on s'en sert. En sera-t-il de même de certaines autres préparations qu'on leur fait subir? C'est ce que nous allons maintenant envisager.

Outre le décor qu'elles peuvent avoir, les pipes à long tuyau sont souvent peintes à l'extrémité que l'on met dans la bouche ; quelquefois eelles ont été simplement recouvertes en cet endroit d'une dissolution de cire à cacheter. Dans les deux cas, la couleur rouge est donnée par du minium ou du vermillon, c'est-à-dire par des composés à base de plomb ou de mercure ; la teinte jaune provient du chromate de plomb. Bien que peu de matière toxique soit à même d'être ingérée de cette façon, il serait préférable de voir abandonner cette coutume d'enjoliver ainsi certaines pipes, dans la crainte de produire des accidents.

Mais que dire des pipes qui sont vendues avec la désignation de *pipes se culottant*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'elles-mêmes ? Celles-là devraient être rigoureusement interdites, parce qu'elles s'adressent surtout à des fumeurs inexpérimentés, dont le jeune âge ne permet pas de connaître les dangers auxquels ils s'exposent en faisant usage de semblables instruments.

J'ai eu dernièrement l'occasion de voir un jeune homme qui offrait, sur les lèvres et près de la commissure droite, une trace blanchâtre, occasionnant une sensation de brûlure vive. Ne sachant à quoi attribuer ce résultat, qui rappelait assez les effets de la cautérisation sur les muqueuses au moyen de certains caustiques, j'interrogeai l'imprudent et finis par apprendre que, pour avoir l'air de savoir mieux fumer que d'autres camarades de son âge, il avait acheté une pipe se culottant seule. Je songeai de suite au nitrate d'argent qui noircit en effet à la lumière, j'engageai à jeter la pipe, cause de l'accident, et cherchai à me procurer de semblables pipes, ce qui fut, d'ailleurs, très-facile.

Une d'elles a été exposée quelques heures au soleil, après avoir été mise dans du sable pour préserver un côté de l'influence réductrice de la lumière ; elle a bruni. Une autre a eu son tuyau bouché par un peu de cire, puis a été remplie d'eau distillée ; après quelque temps de contact, le liquide recueilli a offert tous les caractères des azotates ; une troisième provenant d'une seconde maison a été pulvérisée en partie, et la poudre calcinée dans un creuset de platine a été reprise par l'acide azotique à l'aide de la chaleur ; la liqueur a fourni tous les caractères des sels d'argent.

Il est donc bien évident que l'on obtient ce genre de pipes en versant dans le fourneau une solution d'azotate d'argent ; on voit même manifestement, à l'intérieur, le niveau qu'a atteint le liquide, et qu'indique un liseré plus coloré. La précaution qu'ont les fabricants de vendre ces pipes enveloppées d'un papier violet, prouve en plus la connaissance qu'ils ont de l'effet préservateur de certaines couleurs. Quoi qu'il en soit, cette fabrication de pipes spéciales est une fabrication blâmable, et on devrait l'interdire, car les produits mis en vente s'adressant spécialement à de jeunes sujets, on devrait respecter en eux l'ignorance d'un danger inconnu, loin de chercher à tirer profit de leurs petites passions.

(*Bulletin de la Société industrielle de Rouen.*)

TRAVAUX PUBLICS.

NOTE SUR LE PHARE D'AR-MEN (FINISTÈRE).

L'île de Sein, située à l'extrémité occidentale du département du Finistère, se prolonge dans la direction de l'Ouest par une suite de récifs qui s'abaissent à mesure qu'ils s'éloignent, et s'étendent à près de 8 milles de distance de l'île. Les uns élèvent leurs cîmes au-dessus des plus hautes mers, d'autres couvrent et découvrent alternativement ; la plupart sont toujours submergés. Ils constituent une espèce de barrage dont la direction est à peu près normale à celle des courants de marée, et la mer y brise constamment avec une violence extrême. Cette singulière formation géologique,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

connue sous le nom de « Chaussée de Sein », est tristement célèbre parmi les navigateurs, et avait préoccupé la commission qui fut chargée, en 1825, d'élaborer le programme de notre éclairage maritime.

La solution adoptée à cette époque, et il était impossible alors de proposer mieux, consista à élever deux phares de premier ordre : l'un sur la pointe du Raz, l'autre dans l'île de Sein, pour jalonner la direction de la chaussée. Les navigateurs sont en dehors des dangers et savent de quel côté, quand ils voient les feux à l'ouvert l'un de l'autre, et ils sont prévenus, dès que ces points lumineux sont près de se montrer sur la même verticale, qu'ils doivent se tenir à grande distance au large pour éviter de tomber sur les écueils. Mais cette distance, rien ne leur permet de l'apprécier; et d'ailleurs il n'est pas besoin d'une brume bien épaisse pour que les phares ne portent pas jusqu'à la limite des dangers et perdent, par conséquent, toute efficacité. La chaussée de Sein n'a donc pas cessé d'être le théâtre de douloureux sinistres ; le système d'éclairage dont elle a été dotée n'a eu pour effet que d'en réduire le nombre, et notre navigation, qui trouve aujourd'hui tant de sécurité sur les autres points du littoral, s'est plainte à plusieurs reprises de cet état de choses.

En avril 1860, la Commission des phares demanda que la question fût examinée de savoir s'il ne serait pas possible de construire un phare de premier ordre sur l'une des têtes de roches émergentes, les plus rapprochées de l'extrémité de la chaussée. Son avis fut approuvé le 3 juin suivant, et les premières études à faire sur place furent confiées à une commission composée d'ingénieurs et d'officiers de marine. En juillet de la même année, cette commission avait fait un examen sérieux des circonstances locales ; elle avait reconnu que, dans les grandes marées, trois têtes de roches émergent près de l'extrémité, lesquelles portent les noms de Madiou, de Schomeur et d'Ar-Men ; que les deux premières découvrent à peine, et que la troisième s'élève à environ $1^{m},50$ au-dessus des plus basses mers. Mais les dimensions d'Ar-Men, que l'état de la mer n'avait pas permis d'accoster, lui ayant paru insuffisantes pour l'assiette d'un grand phare, en même temps qu'il semblait impossible de descendre sur cet écueil, si favorable que pût se montrer l'état de la mer, elle concluait en proposant de s'établir sur la roche Neurlach, à 5 milles en dedans des écueils les plus éloignés. Cette solution fut repoussée par la Commission des phares, comme n'étant pas de nature à améliorer l'état actuel des choses autant que l'exigeaient les intérêts de la navigation, et l'Adminstration de la marine fut priée d'ordonner une reconnaissance hydrographique approfondie de l'extrémité de la chaussée.

Diverses circonstances retardèrent l'exécution de ce travail. En 1866, M. l'ingénieur hydrographe Ploix fut envoyé sur les lieux, et, s'il ne put recueillir tous les renseignements désirables, il permit cependant à la Commission des phares d'arrêter un programme. M. Ploix concluait à une construction sur Ar-Men. « C'est une œuvre excessivement difficile, presque impossible, disait-il ; mais peut-être faut-il tenter l'impossible, eu égard à l'importance capitale de l'éclairage de la chaussée. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les courants qui passent sur la chaussée de Sein sont, en effet, des plus violents ; ils s'élèvent au-delà de 8 nœuds dans les grandes marées, donnent naissance, même par les temps les plus calmes, à un fort clapotis, et rendent la mer très-grosse dès que la brise pousse dans une direction opposée à la leur. Aucune terre n'abrite la roche contre les vents compris entre le Nord et l'E. S. E. en passant par le Sud, et elle n'est accostable que par de très-faibles brises contenues entre le Nord et l'Est.

Mouiller un feu flottant à l'extrémité de la chaussée avait été reconnu impossible, tant à cause de la grande profondeur d'eau qu'eu égard à la nature du fond, qui est parsemé de têtes de roches sur lesquelles s'enroulerait la chaîne de retenue. On ne pouvait songer non plus à établir sur ce point une construction métallique reposant directement sur l'écueil : le percement de trous profonds, de $0^m,18$ à $0^m,20$ de diamètre, qu'exigerait le scellement des montants, serait une opération des plus difficiles et de bien longue durée : les principaux plans de clivage de la roche étant verticaux, il serait à craindre qu'elle ne résistât pas aux éblanlements qu'elle aurait à supporter ; enfin, il serait presque impossible de débarquer des pièces de fer, nécessairement lourdes et difficiles à manier, et l'on serait exposé à en perdre plusieurs avant de parvenir à les mettre en place. La Commission des phares émit en conséquence l'avis, dans sa séance du 29 novembre 1866, qu'il fallait essayer d'établir un massif en maçonnerie sur la roche Ar-Men, en lui donnant de telles dimensions qu'il pût servir ultérieurement de base à un phare.

Ni la Commission de 1860, ni les ingénieurs hydrographes, ni les ingénieurs du département, ni leurs marins, ni le directeur du service des phares n'étaient encore parvenus à descendre sur la roche. M. Ploix n'avait pas pu s'en approcher à moins de 15 mètres ; mais M. l'ingénieur Joly avait réussi à la ranger de plus près, et les dessins qu'il avait pris et complétés, sur les indications des pêcheurs de l'île de Sein qui l'accompagnaient, permettaient de présenter un système de construction à titre de point de départ. On savait que la roche avait une largeur de 7 à 8 mètres au niveau des basses mers, sur une longueur de 12 à 15 mètres ; que sa surface était fort inégale ; qu'elle était divisée par de profondes fissures, et que, presque accore du côté de l'Est, elle s'inclinait en pente douce à l'opposé. Bientôt le syndic des gens de mer de l'île annonça qu'une nouvelle tentative faite par lui dans des circonstances favorables avait été couronnée de succès, et il envoya un échantillon qui montra que la roche est formée d'un gneiss assez dur, sauf en quelques points où il y a décomposition.

Le mode de construction auquel on s'arrêta est le suivant : percer dans la roche, sur tout l'emplacement que doit couvrir l'édifice, des trous de fleuret de $0^m,30$ de profondeur, espacés de mètre en mètre environ, et quelques autres en dehors de cette limite : ces derniers, appelés à recevoir des organeaux pour faciliter les accostages ou tenir des haubans ; les premiers, destinés au scellement de goujons en fer ayant pour objet, à la fois, de fixer la maçonnerie au rocher et de faire servir la construction elle-même à relier entre elles les diverses parties de cette roche fissurée et à consolider

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi une base qui n'inspirait qu'une confiance limitée. Il était dit, en outre, que d'autres goujons verticaux et de vigoureuses chaînes horizontales en fer seraient introduits dans la maçonnerie au fur et à mesure qu'elle s'élèverait, de manière à s'opposer à toute disjonction.

Pour le percement des trous, on s'adressa aux pêcheurs de l'île de Sein, dont l'industrie s'exerce au milieu de toutes les roches de la chaussée et qui étaient, par conséquent, mieux que personne à même de profiter de toutes les occasions favorables. Après bien des difficultés, ils acceptèrent un marché à forfait, l'Administration leur fournissant les outils et des ceintures de sauvetage.

Ils se mirent résolûment à l'œuvre en 1867. Dès qu'il y avait possibilité d'accoster, on voyait accourir des bateaux de pêche; deux hommes de chaque bateau débarquaient, munis de leurs ceinture de liége, se couchaient sur la roche, s'y cramponnant d'une main, tenant de l'autre le fleuret ou le marteau et travaillaient avec une activité fébrile, incessamment couverts par la lame, qui déferlait par dessus leurs têtes. L'un d'eux était-il emporté, la violence du courant l'entraînait loin de l'écueil contre lequel il se serait brisé, sa ceinture le soutenait et une embarcation allait le prendre pour le ramener au travail. A la fin de la campagne, on avait pu accoster sept fois, on avait eu en tout huit heures de travail, et quinze trous étaient percés sur les points les plus élevés. C'était un premier pas vers le succès. L'année suivante, on se trouvait en présence de plus grandes difficultés, puisqu'il fallait se porter sur des points qui découvraient à peine, mais on avait acquis de l'expérience ; des prix plus forts accrurent l'ardenr au travail, la saison fut favorable, on eut seize accostages, dix-huit heures de travail, et l'on parvint à percer quarante nouveaux trous ; on put même exécuter les dérasements partiels nécessaires à l'établissement de la première assise des maçonneries.

La construction proprement dite fut entreprise en 1869. Des goujons en fer galvanisé, de $0^{m},06$ d'équarrissage et de 1 mètre de longueur furent implantés dans les trous, et l'on maçonna d'abord en petits moellons bruts et ciment de Parquer-Médina. Il fallait, en effet, une prise des plus rapides, car on travaillait au milieu des lames qui venaient se briser sur la roche et qui, parfois, arrachaient de la main de l'ouvrier la pierre qu'il se disposait à placer. Un marin expérimenté, adossé contre un des pitons du rocher, était au guet, et l'on se hâtait de maçonner quand il annonçait une accalmie, de se cramponner quand il prédisait l'arrivée d'une grosse lame. Les ouvriers, le conducteur, l'ingénieur qui encourageait toujours les travailleurs par sa présence, étaient d'ailleurs munis, comme l'avaient été les pêcheurs, de ceintures fournies par la Société de sauvetage des naufragés, et d'espardilles destinées à prévenir les glissements.

Toutes les fois que l'état exceptionnel de la mer présentait quelques chances de débarquement, une petite chaloupe à vapeur, portant le personnel et la quantité de matériaux qu'on espérait pouvoir mettre en place dans la marée, partait de l'île, de manière à arriver en vue de la roche vers quatre heures de jusant, et elle remorquait les canots

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'accostage ; mais on ne trouvait pas toujours au large le calme sur lequel on comptait et la journée était perdue. Quand on pouvait accoster, on débarquait à la main les pierres et les petits sacs de ciment, et l'on avait soin, avant de bâtir, de piquer à vif la surface sur laquelle devait s'établir la nouvelle maçonnerie. Il est sans doute inutile d'ajouter que le ciment était employé pur ; on le gâchait à l'eau de mer ; on n'a commencé à employer de l'eau douce qu'en **1877**, quand on est arrivé aux parties du phare qui doivent être habitées.

A la fin de la campagne de **1869**, on avait exécuté **25**^{mc} de maçonnerie, que l'on retrouva intacts l'année suivante.

Aujourd'hui, le cube des maçonneries s'élève **702**^{m},**85**, et elles dominent de **12**^{m},**30** le niveau des plus hautes mers. Le succès de l'entreprise paraît assuré, et l'on espère pouvoir terminer le phare dans un délai d'environ trois années.

Depuis **1861**, le ciment de Portland, dont la résistance à la décomposition par l'eau de mer paraît bien établie, a été substitué au ciment Parker, qui ne présente pas le même mérite ; et l'on compte préserver les maçonneries du pied de la construction par des rejointoiements exécutés en même matière et peut-être par une enveloppe continue.

Des expériences faites sur l'adhérence que les pierres du pays contractent avec le mortier ayant fait reconnaître que la roche amphibolique de Kersanton était la meilleure de toutes sous ce rapport, comme sous beaucoup d'autres d'ailleurs, elle a été employée exclusivement à l'exécution des maçonneries. Les moellons de parement sont smillés, ceux de remplissage sont dans l'état où les fournit la carrière ; tous sont de petites dimensions. Des goujons, des tirants et des ceintures en fer galvanisé sont noyés dans les maçonneries, afin de prévenir les disjonctions.

D'après le programme récemment adopté, le phare sera de second ordre, à feu scintillant ; on élèvera son foyer à **28**^{m},**80** au-dessus du niveau des plus hautes mers. On eût dépassé cette limite et admis un appareil de premier ordre, si l'on n'avait été arrêté par l'insuffisance du diamètre à la base. Il fallait s'attacher à assurer la stabilité de la construction.

Le massif plein qui constitue le soubassement se prolonge jusqu'au niveau des hautes mers avec le diamètre de **7**^{m},**20**, auquel la largeur du rocher a obligé de se restreindre, et avec celui de **6**^{m},**90** sur les **3** mètres suivants. Le diamètre intérieur des chambres variera de 3 mètres dans le bas à **3**^{m},**40** dans le haut, au moyen de retraites successives, et l'épaisseur du mur passera de **1**^{m},**70** au niveau de la porte d'entrée à **0**^{m},**80** au-dessous de la corniche de couronnement. Il y aura sept étages dans la hauteur de l'édifice, dont l'un sera consacré à l'appareil sonore destiné à signaler la position dans les temps de brume.

Le tableau ci-après fait connaître, en reproduisant quelques-uns des chiffres déjà donnés, les principaux faits relatifs aux travaux exécutés à partir de **1867**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNÉES.	NOMBRE des accostages.	NOMBRE DES HEURES passées sur la roche. par année.	NOMBRE DES HEURES passées sur la roche. par accostage.	CUBE DE MAÇONNERIE exécuté par année.	CUBE DE MAÇONNERIE exécuté par accostage.	CUBE DE MAÇONNERIE exécuté par heure.	EXHAUSSEMENT ANNUEL de la tour.	HAUTEUR TOTALE à la fin de chaque année au-dessus du rocher.	HAUTEUR TOTALE à la fin de chaque année au-dessus des plus hautes mers.	DÉPENSE PAR ANNÉE.	PRIX moyen du mètre cube.
		h. m.	h. m.	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	francs.	francs.
1867	7	8 »	1 8	»	»	»	»	»	»	8 000	
1868	16	18 »	1 8	»	»	»	»	»	— 4,40	21 000	2 156
1869	24	42 10	1 45	25,05	1,04	0,60	0,60	0,60	— 3,80	25 000	
1870	8	18 5	2 15	11,55	1,44	0,64	0,60	1,20	— 3,20	26 336	2 289
1871	12	22 10	1 50	23,40	1,95	1,05	0,60	1,80	— 2,60	17 000	726
1872	13	34 20	2 38	54,55	4,20	1,62	0,60	2,40	— 2,00	40 000	727
1873	6	15 25	2 34	22,00	3,67	1,43	0,40	2,80	— 1,60	62 000	2 818
1874	18	60 10	3 20	115,30	6,41	1,91	2,00	4,80	+ 0,40	71 800	623
1875	23	110 55	4 49	203,00	8,83	1,82	3.00	7,80	+ 3,40	76 000	375
1876	23	162 45	7 5	128,00	5,56	0,78	3,20	11,00	+ 6,60	80 000	625
1877	30	261 »	8 42	120,00	4,00	0,46	5,70	16,70	+ 12,30	90 000	750
TOTAUX et moyennes.	180	753 »	4 11	702,85	3,90	0,93	1,85			517 136	736

L'étude de ce tableau permet d'apprécier combien sont rares les jours où le travail est possible et combien les chances de mer ont ici une influence prédominante, puisque, dans l'année **1869**, au début de la construction, alors que l'accostage était le plus difficile, on a pu descendre sur la roche plus souvent que dans chacune des sept années qui ont suivi, et cela malgré l'amélioration que l'avancement du travail apportait chaque année dans les conditions d'accostage.

Le même tableau permet également de se rendre compte des diverses phases que la construction a traversées.

En **1874**, on put installer sur la roche un mât de charge et faciliter ainsi le débarquement des matériaux. La hauteur à laquelle on était parvenu, tout en permettant de séjourner plus longtemps à chaque marée, rendait en outre le travail moins périlleux et plus facile ; enfin, on n'avait encore à exécuter que des maçonneries de blocage. Aussi on arriva en **1874** et **1875** à faire près de 2^{mc} par heure, et le prix moyen du mètre, qui avait atteint près de **3 000** francs en **1873**, s'abaissa à **375** francs en **1875**.

A partir de **1876**, les conditions d'accostage et de séjour s'améliorent encore ; mais il faut élever les matériaux à une hauteur de plus en plus grande, et l'on arrive désormais à des maçonneries de sujétion dont l'exécution exige beaucoup de temps, à raison de la difficulté d'installer les apparaux et d'employer un nombreux personnel sur l'espace singulièrement restreint dont on dispose.

Les résultats de l'année **1877** font bien ressortir ces nouvelles conditions. Le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nombre et la durée des accostages dépassent tous les résultats précédents; mais le cube exécuté par heure n'est plus que de $0^m,46$, et le prix moyen du mètre cube s'élève à 750 francs.

D'autre part cependant, comme le cube à exécuter par mètre de hauteur est bien diminué, la tour s'élève plus rapidement que jamais.

L'un des modèles exposés par l'Administration au Palais du Champ-de-Mars représente les dispositions adoptées en 1877 pour l'organisation du chantier et des apparaux de bardage, dispositions qui sont d'ailleurs modifiées d'année en année au fur et à mesure de l'avancement de travaux.

Tous les apparaux doivent être simples, peu coûteux et faciles à remplacer, car ils sont sujets à être emportés par la mer, ainsi que cela est arrivé deux fois dans la campagne de 1877. Les chantiers du phare comportaient en 1877 un personnel de cinquante-cinq hommes, marins, maçons, manœuvres et tailleurs de pierres. Le nombre des hommes employés sur la roche même est de trente-cinq à quarante.

Le matériel flottant comprend un remorqueur à vapeur, trois chaloupes à voiles et trois embarcations.

Le second modèle exposé figure le phare terminé d'après le projet approuvé. Ce modèle s'ouvre de manière à laisser voir l'intérieur, et l'on a représenté sur les tranches coupées, au moyen de peintures et d'inscriptions, les principaux détails de la construction et l'avancement successif des ouvrages d'année en année.

Ce travail a été conçu et arrêté, en ce qui est essentiel, par M. Léonce Reynaud, directeur du service des phares. Il a été exécuté sous la direction de M. l'ingénieur en chef Planchat d'abord, puis sous celle de M. l'ingénieur en chef Fénoux, par MM. les ingénieurs Joly de 1867 à 1868, Cahen de 1868 à 1874, et Mengin depuis 1875. La surveillance des chantiers a été confiée à M. le conducteur principal Lacroix en 1869 et 1870, et à M. le conducteur Probesteau à partir de 1871.

On regrette, car il n'y aurait que justice à le faire, de ne pouvoir ajouter à ces noms ceux de ces braves marins et ouvriers bretons qui, inconscients de leurs titres à l'admiration, ont, à force d'énergie et de dévouement, assuré le succès d'une entreprise plus hardie, plus téméraire pourrait-on dire, qu'aucune de celles du même genre.

ARTS CHIMIQUES.

MÉMOIRE SUR LA FORMATION DES OUTREMERS ET LEUR COLORATION; PAR M. E. GUIMET.

Lorsque l'on suit les phases de la cuisson de l'outremer, tel que l'a préparé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J. B. Guimet et tel qu'on le prépare généralement de nos jours, on observe diverses colorations qui se succèdent l'une à l'autre dans l'ordre suivant :

Brun.
Vert.
Bleu.
Violet.
Rose.
Blanc.

Ces couleurs sont le résultat de l'oxydation successive du mélange primitif de kaolin, de soufre et de carbonate et sulfate de soude, destiné à préparer l'outremer.

En effet, lorsque le four qui contient les creusets renfermant le mélange commence à rougir, le soufre fond et produit immédiatement avec la soude des polysulfures.

Les corps qui se forment alors présentent des colorations diverses, mais sont tellement instables en présence de l'air et de l'eau qu'on ne peut les définir. Ils paraissent, du reste, ne devoir leur coloration qu'aux sulfures qui imprègnent la masse.

Le premier produit stable est le brun ; il apparaît au moment où, le four s'échauffant davantage, on voit sortir des creusets des flammes bleues, indices de la combustion du soufre se transformant en acide sulfureux.

Lorsque les flammes ont cessé d'apparaître, cette transformation est achevée. Si l'on retire un creuset du four, il est rempli d'une matière verte.

La température étant arrivée à 700 degrés, le bleu commence à se former.

Si à ce moment on continue le chauffage en laissant, comme précédemment, entrer de l'air en excès, la matière prend une nuance violette, puis rouge ou plutôt rose, et enfin l'outremer devient blanc.

Cet outremer blanc, mélangé avec un peu de charbon et chauffé au rouge, reproduit, selon la quantité de charbon ajoutée, du rose, du violet, du bleu, du vert ou du brun.

On peut aussi, en prolongeant ce chauffage et par conséquent l'oxydation, faire redescendre à l'un de ces produits dérivés du blanc tous les termes de la série et transformer par exemple le brun en vert, bleu, rose et blanc.

Le même fait s'observe avec un mélange de sulfate de soude, de kaolin et de charbon, qui se comporte comme l'outremer blanc mélangé de charbon.

En remplaçant le charbon par l'hydrogène, le sel ammoniac ou tout autre corps réducteur, on obtient les mêmes résultats.

Ces faits semblent bien indiquer que la marche de la coloration suit celle de l'oxydation. Nous allons en trouver des preuves dans l'examen des produits dans les différentes périodes du chauffage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Caractères des outremers.

Ces couleurs, au sortir du creuset, contiennent une partie insoluble, qui est la matière colorante, et une partie soluble, qui comprend les produits éliminés de la combinaison.

Nous allons indiquer dans un tableau les divers caractères de ces outremers colorés et ceux de leurs eaux de lavage.

Brun et vert.

RÉACTIONS DE LA MATIÈRE COLORANTE.	RÉACTIONS DES EAUX DE LAVAGE.
Chauffés au rouge sombre au contact de l'air, se transforment en bleu. Traités par les acides étendus, dégagent de l'hydrogène sulfuré. Il se forme un dépôt de soufre et le produit devient blanc.	Eaux *alcalines* fortement colorées par des polysulfures de sodium qui se transforment peu à peu en hyposulfites incolores; les acides y déterminent un abondant précipité de soufre et un dégagement d'hydrogène sulfuré.

Bleu parfait.

Traité par les acides étendus, dégage de l'hydrogène sulfuré mélangé à de l'acide sulfureux; il se forme un dépôt de soufre et le produit devient blanc.	Eaux *neutres* ne contiennent que du sulfate de soude avec des traces d'hyposulfites.

Le violet étant un mélange *mécanique* de bleu et de rose, participe aux propriétés de ces deux outremers.

Rose et blanc.

Traités par les acides étendus, ne dégagent que de l'acide sulfureux; il se dépose du soufre et le produit devient blanc.	Eaux *acides* : l'acidité est produite par un acide et non par un sel à réaction acide; les eaux ne contiennent plus que des sulfates sans traces d'hyposulfites, elles contiennent de l'alumine.

Il se produit, dans ce cas, un phénomène remarquable : le fer, dont le kaolin contient toujours une petite quantité, et qui, jusqu'à présent, était resté insoluble, mêlé à la matière colorante, le fer, disons-nous, apparaît dans les eaux de lavage qu'il colore fortement en jaune brun et se précipite rapidement à l'état de sous-sel d'un jaune ocreux. La chaleur produit immédiatement ce dédoublement. Si, lorsque le fer est précipité, on traite les eaux de lavage par l'ammoniaque, il se précipite une quantité considérable d'alumine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Production de la matière colorante.

Examinons maintenant comment s'opère le passage d'une couleur à l'autre.

La transformation du brun en vert n'a pas encore pu être étudiée suffisamment par des méthodes de laboratoire : nous ne pouvons donc pas en parler ici.

Transformation du vert en bleu.

Dans l'état actuel de la science, on peut dire que tous les travaux faits pour établir une différence dans la composition élémentaire entre le vert et le bleu obtenu par le grillage de ce vert n'ont abouti qu'à prouver, sous ce rapport, l'identité absolue de ces deux produits.

Il n'existe pas 1/100 de différence dans la proportion des éléments qui constituent ces deux corps. Or, l'oxygène n'a pas été dosé : le changement de couleur ne peut donc provenir que d'un changement d'état des composés sulfurés, changement produit sous l'influence de l'oxygène.

Transformation du bleu en rose.

Il y a, dans ce cas, une véritable différence entre ces deux corps.

Nous avons vu, par l'examen des eaux de lavage, que de l'alumine était rendue soluble. Les analyses démontrent que les proportions de soude et de soufre n'ont pas changé sensiblement.

Nous nous trouvons donc en présence d'un outremer contenant une plus grande quantité de silice, et l'on a souvent attribué la coloration rose à un excès de silice.

Il n'en est rien. Si l'on prend, en effet, de l'outremer rose débarrassé par un lavage soigné de toute l'alumine éliminée pendant la transformation du bleu en rose, cet outremer, qui contient un excès de silice chauffé avec du charbon, se transforme en un outremer bleu qui contient la même quantité de silice et d'alumine que l'outremer rose avant cette transformation.

C'est donc par une oxydation que la coloration rose est obtenue, et l'on vérifie ainsi les conséquences que faisaient prévoir les caractères chimiques de ce produit (absence de dégagement d'hydrogène sulfuré lors du traitement par les acides, etc.)

Nous supposons que c'est l'acide sulfurique, dont la production succède à l'acide sulfureux pendant la réaction, qui désagrège le produit en formant un sulfate d'alumine soluble : c'est aussi cet acide qui favoriserait la formation du rose.

D'après les caractères indiqués pour ces différentes couleurs, nous pouvons définir ainsi les outremers : « Les outremers sont des produits insolubles composés de silice, d'alumine, de soude, de soufre et d'oxygène ; traités par les acides étendus, ils se décolorent, et cette décoloration est accompagnée d'un *dépôt de soufre* et du dégagement d'un *composé acide du soufre.* »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Du rôle de chacun des constituants de l'outremer.

Oxygène. — Nous lui attribuons, d'après les expériences ci-dessus, la production de la couleur, et il paraît aujourd'hui démontré qu'en son absence les sulfures ne peuvent former d'outremers ; il faut la présence d'hyposulfites pour la production d'une couleur *stable*.

Soufre. — Avec les mêmes proportions des autres constituants, peu de soufre donne un bleu clair, et plus la dose est augmentée, plus le bleu devient foncé. Toutefois, lorsque l'on est arrivé à une certaine nuance qui dépend des proportions des autres corps dans le mélange, tout l'excès de soufre que l'on pourrait introduire serait éliminé, soit par volatilisation, soit à l'état de sulfate de soude.

Soude. — La proportion de soude est toujours la même dans les outremers : elle est de 20 pour 100 environ ; tout excès de soude que l'on voudrait faire entrer dans le mélange primitif disparaîtrait toujours à l'état de sulfate de soude, grâce à l'excès de soufre que l'on est obligé d'introduire dans la masse pour parer aux pertes occasionnées par la volatilisation de ce produit.

Silice. — Sa proportion est sensiblement constante dans tous les outremers, 37 à 38 pour 100 environ ; son rôle n'a jamais pu être bien défini.

Alumine. — C'est de la quantité d'alumine contenue dans le mélange primitif que dépend la nuance du bleu. Quand la proportion d'alumine diminue, celle du soufre augmente de la même quantité, tandis que les proportions respectives de silice et de soude ne changent pas.

On a cru jusqu'à présent devoir caractériser les outremers clairs ou *bleu pur* et les outremers foncés ou *rosés* par la dénomination d'*outremers pauvres en silice* et *riches en silice*.

Le fait est que ces outremers contiennent tous la même proportion de silice ; seulement, pour les préparer, on emploie des kaolins plus ou moins siliceux : c'est ce qui a donné lieu à cette dénomination erronée. Si l'on examine, en effet, la composition d'un outremer clair comparée à celle d'un outremer foncé, on verra que sur 100 parties de ces corps la silice et la soude sont représentées par le même chiffre. L'outremer clair contient 8 pour 100 de soufre et l'outremer foncé en contiendra 13 pour 100, et dans l'outremer clair il y a 5 parties d'alumine en plus que dans l'outremer foncé.

Une variation dans la quantité d'alumine est suivie par une variation en sens inverse dans la quantité de soufre combiné.

En sorte que, en se servant de kaolins de compositions différentes, on peut faire varier la nuance du produit obtenu depuis le bleu pâle à nuance de lapis jusqu'au bleu foncé à nuance violette.

En résumé, la soude et la silice restant sensiblement en quantité constante dans tous les outremers, la quantité de soufre combiné peut varier environ du simple au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

double, tandis que la quantité d'alumine, contenue à l'état de combinaison dans le produit, varie dans la proportion de 1/6 environ.

Les outremers, ainsi obtenus, présentent au microscope une texture cristalline et un aspect parfaitement homogène ; il faut donc croire que la proportion de soufre et d'alumine peut varier dans les limites ci-dessus sans que l'outremer cesse d'être un corps parfaitement défini, et c'est ce qui aurait jusqu'à présent empêché l'analyse d'assigner à l'outremer une formule chimique invariable.

Il fallait donc chercher d'autres procédés que l'analyse pour étudier avec plus de précision le rôle des corps qui constituent l'outremer.

C'est pour cela que l'on a fait au laboratoire de l'usine de Fleurieux des expériences de substitution qui ont abouti aux résultats suivants.

On a, dans le mélange primitif, substitué au soufre, équivalent à équivalent, le sélénium d'abord et le tellure ensuite, et l'on a produit les couleurs dont nous donnons le tableau ci-après, en même temps que celui des outremers au soufre qui leur correspondent.

Outremers au soufre.	Outremers au sélénium.	Outremers au tellure.
Brun.	Brun.	»
Vert.	»	Jaune.
Bleu.	Rouge pourpré.	Vert.
Violet.	»	»
Rose.	Rose.	Gris.
Blanc.	Blanc.	Blanc.

Ces corps présentent les mêmes réactions que les outremers au soufre. Comme eux, ils sont décomposés par les acides étendus avec dépôt de sélénium ou tellure, et dégagement d'un gaz sélénifère ou tellurifère.

On peut aussi, en chauffant avec du charbon un des composés de cette série, reproduire tous les autres composés supérieurs.

Depuis longtemps la soude avait été remplacée par la potasse dans la préparation de l'outremer, et l'on avait reconnu que le produit blanc ainsi obtenu présentait tous les caractères de l'outremer.

Les bases alcalines et terreuses, comme la chaux, la baryte, la magnésie, la lithine, etc., substituées équivalent à équivalent à la soude, donnent toutes des corps présentant les mêmes réactions que les outremers (décomposition par les acides, dépôt de soufre et dégagement d'acide sulfhydrique ou sulfureux.)

Ces combinaisons sont incolores, excepté celles que donne la baryte. Ce dernier outremer, en général, affecte une nuance grise ; mais, dans certaines circonstances, il paraît être jaune. Toutefois, nous avons obtenu si peu de cet outremer jaune, qu'il nous a été impossible de le caractériser.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On s'est arrêté, dans ces expériences de substitution, aux métaux dont les sulfures sont insolubles ; car, le lavage ne pouvant les éliminer, on ne peut savoir facilement si l'on est en présence d'un outremer ou d'un silicate mélangé de sulfures insolubles et pouvant alors présenter les réactions des outremers.

Nous avons essayé de substituer l'oxyde de chrome à l'alumine, mais cet oxyde agissant comme fondant, à 700 degrés, température nécessaire à la production de l'outremer, la masse s'est fondue, et par suite n'a pas pu offrir les propriétés physiques des outremers.

D'après ces études, on voit que le soufre uni à l'oxygène produit la coloration, puisque, lorsqu'il est remplacé par les corps de sa famille, l'outremer change de couleur.

La soude, si elle ne *produit pas directement* la coloration, est pourtant nécessaire, puisque les autres corps qu'on lui substitue dans l'outremer empêchent la coloration de se produire.

Enfin, l'outremer n'est pas un corps unique : il existe toute une série d'outremers, les uns colorés (outremers au soufre, au sélénium et au tellure) ; les autres incolores (outremers à la potasse, à la chaux, à la lithine, etc.), et l'étude de ces corps pourra peut-être jeter un jour nouveau sur la composition chimique de l'outremer.

Nous avons cru devoir publier dès à présent ces résultats, déduits de l'examen impartial des nombreuses expériences exécutées à l'usine de Fleurieux et des analyses fournies par les savants français et étrangers qui se sont occupés de l'outremer.

On voit que le champ des explorations théoriques est encore assez vaste, et il eût peut-être mieux valu attendre de pouvoir offrir des formules positives.

Mais, comme l'attention du monde savant est depuis quelque temps attirée sur ces questions, il est important de revendiquer pour J. B. Guimet l'honneur de la découverte de la série des outremers au soufre, qu'il avait préparés et étudiés longtemps avant que personne fût même parvenu à produire industriellement l'outremer bleu.

Nous tenions aussi à signaler les importants travaux des chimistes qui nous secondent dans nos recherches.

Je citerai particulièrement le Directeur de l'usine de Fleurieux, M. Th. Morel, qui a trouvé les outremers au sélénium et au tellure, et M. J. F. Plicque, qui a entrepris la synthèse de l'outremer au moyen du silico-aluminate de soude (1).

Les expériences se poursuivent avec activité, et l'on peut dès à présent entrevoir que la composition exacte de l'outremer, sa formule chimique, s'il y en a une, sera bientôt révélée.

(*Compte rendu de l'Académie des sciences.*)

---

(1) Voy. cahier de mai 1878, p. 255.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 28 *juin* 1878.

Présidence de M. le vice-amiral DE CHABANNES, vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Gouttmann* (Jules), rue du Fer-à-Moulin, 14, à Paris, présente un ventilateur ou machine soufflante à pédale, et une canne-chassepot. (Arts mécaniques.)

M. *Troncet* (L.), chef d'institution à Busançais (Indre). Appareil à calculer qu'il nomme *numérateur Troncet*. (Arts économiques.)

M. *Cotelle* (A.), chimiste-manufacturier à Ponthierry (Seine-et-Marne). Mémoire sur un chemin agricole à rails flexibles. (Agriculture.)

M. *Thevenet*, boulevard Montmartre, 5, à Paris. Description d'un perfectionnement des malles de voyage. (Arts économiques.)

M. *Joly* (Alph.), rue du Cherche-Midi, 19. Système pour la décharge automatique des lignes télégraphiques et des câbles, sans relais, pour faciliter la transmission rapide des dépêches avec les appareils Hughes, etc. (Arts économiques.)

M. *Morane* aîné (P.), rue du Banquier, 10. Appareil pour mouler les bougies. (Arts chimiques.)

M. *Camiolo* (Archangelo), rue des Francs-Bourgeois, 16, demande à la Société d'examiner un appareil qu'il nomme *Micro-métrophone*, et qui est destiné à diverses démonstrations scientifiques et à régler l'accord des instruments à son fixe, suivant le tempérament égal. (Arts économiques.)

M. *Samuel Gravitz*, ingénieur-chimiste, boulevard Henri IV, 32, envoie un travail étendu sur les procédés à employer pour opérer la teinture en cuve au noir d'aniline. (Comité des arts chimiques.)

MM. *Possoz* (L.), *Lecuyer* (P.), et *Biardot* (A.), rue du Dôme, 9, à Paris, annoncent qu'ils ont en exploitation un procédé pour conserver la couleur verte naturelle aux conserves de légumes sans addition de chlorophylle étrangère ou de toute autre matière colorante. (Arts économiques.)

M. *Trimoulet* (A. H.), vice-président de l'Union viticole de Créon et de l'Entre-deux-Mers à Bordeaux, adresse à la Société les cinq premiers fascicules des travaux du Comice agricole et une très-belle carte que ce Comice a fait dresser, et qui représente d'une manière remarquablement claire la marche de l'invasion du phylloxera dans le département de la Gironde. (Comité de l'agriculture.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. *Delattre, Febvre et comp.*, rue Saint-Ambroise, 17. Fabrication de produits chimiques désinfectants et procédé pour la désinfection instantanée des fosses et cabinets. (Arts économiques.)

M. *Hersent* (H.), ingénieur civil, entrepreneur de travaux publics, envoie pour être joints à la communication qu'il a faite à la Société, le 24 mai 1878, trois fascicules donnant l'exposé des travaux qu'il a entrepris pour la régularisation du Danube à Vienne, pour le creusement et l'élargissement du canal maritime de Gand à Cerneuzen et pour l'amélioration du port d'Anvers. (Constructions et beaux-arts.)

MM. *les Secrétaires* signalent :

Annuaire statistique de la France, première année, 1878. Paris, Imprimerie nationale, 1878. Un volume grand in-8°. Envoi du Ministère du Commerce, service de la statistique générale de France.

Recherches sur le mouvement épicycloïdal, par M. *Edouard Collignon*, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées, membre du comité des arts mécaniques de la Société d'encouragement, brochure in-8°, extraite des publications de l'Association française pour l'avancement des sciences. Congrès du Havre.

Compte rendu des séances du Congrès des ingénieurs en chef des associations de propriétaires d'appareils à vapeur, tenu à Bruxelles en 1877, présenté par M. *Maurice Jourdain*, directeur de l'Association parisienne. Un vol. in-8°, Bruxelles, 1878.

Rapports des comités. —*Sonnerie d'appel à trembleur.* — M. le commandant *Sebert* lit, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur les appareils d'appel à sonnerie trembleuse, présentés par M. *Laville*, horloger, boulevard de Reuilly, 49, à Paris.

Le comité propose 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.

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées par le Conseil.

Transmission de mouvement. — M. *Haton de la Goupillière*, lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur un nouvel organe de machines, présenté par M. *Bourdon* (Charles), avenue Philippe-Auguste, 119.

Le rapporteur propose de remercier M. *Bourdon* (Charles) de son intéressante communication, et d'ordonner l'insertion du Rapport dans le *Bulletin* avec les figures à l'appui.

Ces conclusions mises aux voix, sont approuvées par le Conseil.

Réglage des électro-aimants. — M. *du Moncel* lit, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur le système de réglage des appareils *Morse* de M. *Dumoulin-Froment*.

Le comité des arts économiques propose de décider que des remercîments soient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

adressés à M. *Dumoulin* pour son intéressante communication et que le Rapport soit inséré au *Bulletin*.

COMMUNICATIONS. — *Nitroglycérine. Matières explosibles.* — Note sur la nitroglycérine par M. *Roux* (Louis), présentée par M. *Hervé Mangon*.

Les accidents arrivés, il y a quelques années, pendant le transport de la nitroglycérine liquide ont fait concevoir contre l'emploi de cet explosif des craintes qui sont certainement exagérées. Il est peu de personnes qui ne croient aujourd'hui que la chute d'un récipient de nitroglycérine ne doive en amener l'explosion. Il n'en est rien, cependant. Un flacon de cette substance peut être lancé, même d'une grande hauteur; le vase sera brisé en mille pièces et le liquide répandu sur le sol, sans qu'il y ait explosion. La nature du récipient a-t-il, dans ce cas, une influence? c'est ce que nous avons cherché à vérifier par l'expérience suivante :

Sur un rocher s'élevant à une cinquantaine de mètres au-dessus de la mer, au pied du fort de l'Estreuille, dans le voisinage de la fabrique de dynamite de Paulille, nous avons porté avec M. *Bender*, directeur de cet établissement, quatorze vases de différente nature renfermant de la nitroglycérine. Ces quatorze vases, hermétiquement bouchés, ont été lancés de cette hauteur sur les rochers de la rive. Quatre seulement ont fait explosion.

Voici le détail de l'expérience :

1° Bidon à huile en fer-blanc contenant 300 grammes de nitroglycérine. Pas d'explosion.

Le vase a été retrouvé au bas de la rive, complétement déformé et ouvert en plusieurs endroits. Il contenait encore dans le fond une petite partie du liquide.

2° et 3° Bouteilles en fer-blanc contenant chacune 150 grammes de nitroglycérine. Pas d'explosion.

Elles ont été retrouvées déformées et crevassées, ayant perdu leur liquide.

4° Bidon en zinc, renfermant 300 grammes de nitroglycérine. Violente explosion.

5° Bouteille en zinc contenant 100 grammes de nitroglycérine. Pas d'explosion.

Elle a été retrouvée en partie brisée et vide.

6° Bouteille en zinc, contenant 100 grammes de nitroglycérine. Pas d'explosion.

Légèrement déformée, n'a pas perdu son bouchon et contient encore tout le liquide.

7° Bouteille en grès contenant 200 grammes de nitroglycérine. Pas d'explosion.

Retrouvée bouchée, intacte et avec son contenu. Cette bouteille était tombée sur le sable.

8° et 9° Bouteilles en grès, contenant 150 grammes de nitroglycérine. Pas d'explosion.

Brisées en mille pièces. On en retrouve à peine des fragments.

10° Bouteille en grès, semblable à la précédente. Violente explosion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

11° et 12° Flacons en verre, 200 grammes. Pas d'explosion ; brisés en mille pièces.

13° et 14° Flacons en verre, 200 grammes. Explosions violentes.

Ainsi, aucun des flacons en fer-blanc n'a fait explosion.

Il y a eu explosion : avec le zinc, de un flacon sur trois ; avec le grès de un flacon sur quatre ; avec le verre, de deux flacons sur quatre.

Il paraît donc probable que la nature du récipient a peu d'influence sur le résultat et que l'explosion est due à la manière dont se produit le choc au moment de la chute.

On voit, en tout cas, que la nitroglycérine contenue dans un vase bien fermé présente une sérieuse résistance à l'explosion et que si des accidents sont à craindre pendant le transport, ils ne proviennent point de la sensibilité de cette substance, mais de la difficulté d'assurer l'étanchéité des récipients.

Appareils pour les aveugles. — M. *Recordon* (Ernest), rue Nollet, 60, à Paris, présente à la Société divers appareils nouveaux qu'il a exécutés pour faciliter aux aveugles la lecture, l'écriture, le calcul, l'impression des livres en relief et l'écriture de la musique. (Renvoi au comité des arts économiques.)

Phylloxera. Injection du toxique. — M. le comte *de la Vergne*, propriétaire de vignobles à Bordeaux et membre de la Société, présente les résultats qu'il a obtenus par l'application du sulfocarbonate de potassium au traitement des vignes phylloxérées et donne quelques indications sur les moyens à employer pour appliquer directement le sulfure de carbone à ce traitement.

« J'ai déjà fait connaître, dit-il, les résultats que j'ai obtenus, en 1876, de deux applications de sulfocarbonate de potassium faites à la destruction du phylloxera, en juillet et août, à 15 jours de distance, après avoir mouillé préalablement le sol avec une pompe comme il l'eût été par les pluies naturelles. Cette expérience a démontré qu'il est possible de faire usage du sulfocarbonate de potassium, d'une manière utile et presque suffisamment économique, en utilisant l'eau que la pluie fournit au sol, et d'augmenter son efficacité par le rapprochement de deux opérations successives, faites à un intervalle de temps qui rende sans effet la résistance spéciale que les œufs opposent aux insecticides avant leur éclosion.

« Je viens aujourd'hui rendre compte des résultats considérables que j'ai obtenus, dans le traitement d'une tache phylloxérique, depuis le mois de septembre 1876.

« Le 25 septembre 1876 une tache fut constatée dans mon vignoble de Morange. Elle présentait des ceps malades ou atteints à divers degrés.

« L'un d'eux, le premier envahi, n'avait poussé que quelques brindilles dont la plus développée avait 12 centimètres de longueur et 27 millimètres de tour à la base. Toutes les racines étaient mortes, quelques radicelles encore vivantes, qui partaient du collet, avaient seules des phylloxeras. Ce cep n'avait plus de vie que dans son axe principal jusqu'à quelques centimètres dans l'intérieur du sol.

« Les ceps qui le suivaient immédiatement, au nombre de huit, avaient des sarments bien développés, mais leurs feuilles étaient jaunissantes, tandis que celles de tous les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autres ceps de la parcelle étaient très-vertes. Plusieurs de leurs racines étaient mortes, d'autres en plus grand nombre étaient mourantes ou gravement malades ; celles qui étaient encore saines étaient couvertes de phylloxeras.

« A la suite de ces derniers ceps, une exploration attentive fit voir, sur les pieds de vignes voisins, des phylloxeras immigrants dont quelques-uns étaient déjà parvenus jusqu'aux racines supérieures, tandis que d'autres stationnaient soit sur le collet de la plante, soit dans les creux de mottes de terre de la couche superficielle du sol. Il était évident que, en 1877 ou 1878, la marche naturelle de l'invasion aurait fait mourir le premier cep, aurait réduit les huit voisins à vivre à peine et aurait amené les vingt pieds suivants à paraître manifestement malades.

« Cette vigne de 3 hectares était jeune, à sa cinquième année, et était formée de plants venant du vignoble de Cantemerle où il n'y a jamais eu encore de phylloxeras.

« Dès la découverte de la maladie dans mon vignoble, je me disposai à la combattre. Je mis à profit les premières pluies de la fin de l'automne et je fis par arrosage deux applications, à vingt jours d'intervalle, de sulfocarbonate de potassium, à la dose de 60 grammes dans 10 litres d'eau par mètre carré. Je renouvelai cette opération à la fin de juillet suivant, en profitant d'une pluie. Jusque-là on n'avait plus trouvé de phylloxeras ni sur les racines, ni sur la tige des ceps, ni sur le sol de la tache. Bien que le foyer reconnu n'occupât qu'environ un are de terrain, le sulfocarbonate fut employé sur une surface de 4 ares.

« Ce traitement, dès la première année, eut pour effet une amélioration manifeste. Le cep, d'abord mourant, produisit plusieurs sarments dont la longueur allait jusqu'à 35 centimètres au printemps, et 90 centimètres en automne.

« Les deux opérations de cette année ont été faites dans les mêmes conditions. Le cep, qui était le plus malade, est maintenant en pleine végétation et a des sarments de $1^{m},60$ de longueur. Cinq des huit ceps moins malades sont magnifiques et les vingt ceps, qui portaient des insectes en 1876, n'ont plus aucun signe de maladie.

« Quiconque n'a pas vu cette tache à l'origine ne pourrait certainement pas en découvrir la place aujourd'hui.

« Par mesure d'économie, le sulfure de carbone pur aura peut-être une application plus générale, mais le sulfocarbonate de potassium est désormais indispensable pour le traitement de très-jeunes plants dont le système radiculaire n'a pas acquis une expansion considérable, et pour celui de toutes les vignes qui sont cultivées dans une couche de terre végétale très-mince, comme celle qui repose sur les roches granitiques, calcaires ou schisteuses, sur l'alios et les tufs plus ou moins impénétrables. Le sulfure de carbone pur est moins puissant que le sulfocarbonate contre les phylloxeras qui vivent au bas de la tige des ceps et contre ceux qui stationnent dans la couche ameublie du sol.

« Le fait de phylloxeras fixés sur l'écorce vive de la tige, à l'abri des vieilles écorces en exfoliation, fut constaté par moi, en 1873, pour la première fois. Il le fut de nou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

veau l'année suivante, ainsi que celui de jeunes phylloxeras stationnant dans les creux de mottes de terre (pourvues ou non de radicelles) à la surface du sol. Je les signalai en juin 1874, à une commission de la Société d'Agriculture de la Gironde dans les vignobles de Puyseguin et de Bayon. Je fis de ces constatations la base d'une méthode de traitement de la vigne, d'après laquelle la tige des ceps préalablement déchaussés et décortiqués, doit être badigeonnée ou lotionnée avec des substances appropriées depuis les racines jusqu'à la fourche ou, tout au moins, jusqu'au-dessus du point où le chaussage ramène la terre. J'en ai entretenu plusieurs fois l'Académie des sciences et la Société, et j'en ai fait l'objet de nombreuses publications. Ce traitement m'a paru nécessaire pour détruire une source considérable des générations radicicoles que ne peuvent atteindre suffisamment ni la submersion, ni les vapeurs du sulfure de carbone que l'on dépose à l'intérieur du sol.

« Les gaz qui traversent la couche ameublie du sol s'y trouvent mélangés avec une trop grande quantité d'air atmosphérique pour être mortels aux phylloxeras qui circulent ou stationnent dans cette région.

« Les lotions et les badigeonnages, pourront, dans certains cas, dispenser de tout autre traitement. Aucun autre traitement ne saurait dispenser complétement des badigeonnages ou des lotions.

« L'Union viticole de Libourne contre le phylloxera, qui limitait naguère l'application du badigeonnage aux parties aériennes du cep plus ou moins éloignées du sol, vient de reconnaître, dans une recente publication de M. Boiteau, la nécessité de l'étendre à la partie inférieure et souterraine de la tige, ainsi que je l'ai toujours conseillé. Je ne doute pas que cet exemple ne soit bientôt suivi par tous les praticiens.

« J'ai soumis à de persévérantes études, au point de vue du traitement des vignes, le sulfure de carbone pur.

« J'en ferai connaître les détails et les résultats à la Société dans une prochaine communication.

« Elles m'ont conduit à formuler quatre principales propositions :

« 1° La hauteur et le diamètre des perforations, au fond desquelles le sulfure de carbone est déposé, ont une grande influence sur la rapidité de sa volatilisation.

« Cette rapidité, à une température donnée, et dans un sol à un état et d'une nature déterminée, est en raison directe du diamètre et en raison inverse de la hauteur des perforations.

« C'est donc en variant les diamètres des perforations ou leurs hauteurs qu'il sera possible de régler la production des vapeurs du sulfure de carbone pur, en tenant compte de la température et de l'état du sol.

« 2° Les injections répétées de sulfure de carbone pur doivent être pratiquées dans les mêmes perforations, afin d'éviter de cribler le sol d'un trop grand nombre de cheminées d'appel.

« 3° Les perforations doivent être soigneusement bouchées au moyen d'un pieu en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

terrain ferme, c'est-à-dire immédiatement au-dessous de la couche ameublie par le labour.

« 3° La praticabilité et l'efficacité des applications du sulfure de carbone dépendent, dans une certaine mesure, de l'outil qu'on y emploie.

« Un bon outil doit offrir une entière sécurité pour la vie et la santé de l'ouvrier qui le manie. Il ne doit pas, par conséquent, laisser se répandre dans l'atmosphère les vapeurs de sulfure de carbone qu'il contient. Il doit donner exactement et nécessairement la dose fixée, sans exiger pour cela de l'ouvrier aucun effort d'intelligence ou d'attention.

« Il doit être construit de façon que, à tout instant, celui qui le manie puisse s'apercevoir s'il débite ou non exactement les doses prescrites. Il doit être commode à manier; il ne doit avoir ni ressorts, ni soupapes, ni doubles robinets, ni aucune complication d'organes dont le dérangement puisse exiger l'intervention d'un mécanicien, pendant la durée d'une opération dans le vignoble.

« Ces conditions à remplir m'ont amené à construire un injecteur nouveau que j'ai l'honneur de soumettre à l'examen de la Société. Le sulfure de carbone, contenu dans un réservoir fermé, ne peut pas incommoder l'ouvrier; la quantité de sulfure de carbone injectée dans chaque trou est dosée par un robinet qui se meut automatiquement sans exiger l'attention de l'ouvrier, et un tube en cristal ou niveau, placé sur le flanc du réservoir, fait connaître, à chaque instant, par l'abaissement de sa colonne, la quantité de sulfure de carbone restant dans le réservoir.

« La manœuvre de cet instrument est simple et facile et son emploi a montré tous les avantages qu'on peut en tirer. » (Renvoi au comité de l'agriculture.)

NOMINATION D'UN MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ. — M. *Flandin*, fabricant d'appareils pour les voyages à Paris, est nommé membre de la Société.

Séance du 12 *juillet* 1878.

Présidence de M. DUMAS, Président.

CORRESPONDANCE. — M. *Thiriet* (N.), à Uzès (Gard); moteur hydraulique universel d'un nouveau genre. (Arts mécaniques.)

M. *Blomet*, rue de l'Occident, 1, à Versailles; enduit permettant l'application directe des peintures à l'huile sur bitume. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Jus*, ingénieur, à Batna (Algérie); carte des puits forés qui ont été faits dans son service dans la province de Constantine. (Comité de l'agriculture.)

M. *Lalanne* (Léon), inspecteur général, directeur de l'École des ponts et chaussées; envoie un exemplaire de la 15e livraison de la collection des dessins formant le portefeuille des élèves de cette école.

M. *Gauthier* (Charles), ingénieur civil, avenue de Villiers, 97, présente, au nom

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de M. *Desarran d'Allard*, un frein automoteur et un attelage élastique pour voitures. (Arts mécaniques.)

M. *Jaubert* (L.), rue du Chemin-Vert, 76, présente : 1° des télescopes à miroirs paraboliques à court foyer, trois fois environ le diamètre du réflecteur, et 2° des machines pour tailler les cristaux de table. (Arts économiques.)

M. *Richard* (G.), ingénieur des mines, avenue des Gobelins, 22, après avoir lu dans un journal l'analyse de la lettre de M. *Laurence Smith*, sur l'explosion des moulins de Minneapolis, rappelle qu'une explosion analogue de poussières a eu lieu le 9 juillet 1872 dans le moulin de Tradeston, près Glascow, et qu'elle a été l'objet d'un rapport détaillé du professeur *Rankine* et de M. *Stephenson Macadam*. C'est le document le mieux étudié et le plus complet qu'il connaisse à ce sujet.

M. *Bobo* (Charles), serrurier, rue des Entrepreneurs, 66. Système pour le montage des meubles de toute espèce. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Gaiffe* (A.), fabricant d'instruments de précision, rue Saint-André-des-Arts, 40, présente des éléments de pile au peroxyde de manganèse qui offrent divers avantages sur ceux qu'on emploie ordinairement, et principalement celui de pouvoir être rechargés facilement par tout le monde.

Il envoie en même temps de nouvelles amorces électriques imaginées par M. *Ris*, l'un de ses employés, et fabriquées chez lui. Elles sont remarquables par leur sensibilité extrême, sensibilité qui peut être réglée à volonté pendant la fabrication. (Arts économiques.)

M. *Grare* (Auguste-Arthur), négociant, à Compiègne, moteur perpétuel. (Arts mécaniques.)

M. *Vève* (Adolphe), à Monnieux (Vaucluse), présente : 1° Une machine pour nettoyer, laver et sécher les blés instantanément. (Agriculture.)

2° Un moyen pratique d'amortir les ébranlements causés par les marteaux mécaniques. (Arts mécaniques.)

M. *Boullenot* (Alfred-Édouard), représenté à Paris, par M. Autier, rue du Bac, 40, lampe autoxyde pour l'éclairage des mines. (Arts économiques.)

M. *Faussereau* (Urbain), ingénieur-mécanicien, place des Garennes-Sainte-Anne, à Nantes; four à cuire perfectionné pour la fabrication des conserves de poissons. (Agriculture.)

M. *Gury* (Émile), à Cuisance (Doubs); nettoyage aéro-centrifuge des grains. (Agriculture.)

M. *Berenger* jeune (Stanislas), manufacturier, à Elbeuf; moyen pour mettre en mouvement le liquide contenu dans les cuves de teinture. (Arts chimiques.)

MM. les secrétaires signalent les ouvrages suivants :

Société industrielle de Mulhouse. — Enquête décennale sur les institutions d'initiative privée, destinées à favoriser l'amélioration de l'état matériel et moral de la po-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pulation de la Haute-Alsace. Rapport présenté à cette Société à l'occasion de l'Exposition universelle. Paris, Eugène Lacroix, 1878, gr. in-8°.

M. *Francisque Michel*, ingénieur, à Oran. — Leçons sur l'électricité par *John Tyndall*, traduites de l'Anglais. Paris, 1878.

Nécrologie. — M. le Président annonce la perte que la Société vient de faire de l'un de ses membres, M. *Bardin* (Louis-Frédéric), fabricant d'objets en plume et l'un de ses lauréats. M. *Bardin* avait, en effet reçu, il y a quelques années, une médaille pour les dispositions ingénieuses de sa fabrique de Joinville-le-Pont, et aussi pour l'organisation de ses ateliers, n'occupant à peu près que des femmes.

Communications. — *Fers à souder et cautères Paquelin*. M. le commandant *Sebert* présente à la Société, au nom de M. le Dr *Paquelin*, des fers à souder et des cautères d'un nouveau système qui, dans certaines circonstances, présentent de remarquables avantages.

Messieurs, l'instrument que M. le Dr *Paquelin* m'a demandé de présenter aujourd'hui, en son nom, à la Société d'encouragement, est un fer à souder fondé sur le même principe que les appareils chirurgicaux, dits *thermo-cautères Paquelin*, qu'il a fait connaître, il y a deux ans environ, et qui ont acquis rapidement une grande notoriété.

Tous ces appareils mettant à profit la propriété que possède le platine, lorsqu'il est chauffé au rouge, de condenser les gaz, permettent de maintenir à l'incandescence une masse métallique convenablement disposée, en lui fournissant un courant gazeux formé d'un mélange d'air et de vapeurs combustibles.

Dans les cautères chirurgicaux, un dé en platine, auquel on donne extérieurement l'une des formes usitées pour les instruments de cette espèce, est monté à l'extrémité d'un tube métallique qui s'adapte à un manche creux de forme convenable. Ce dé peut être parcouru par un courant gazeux qui, amené par un petit tube central, sort par les ouvertures pratiquées à la base du tube extérieur.

Le courant gazeux est formé par un mélange d'air et de vapeur d'essence de pétrole; il est obtenu en faisant passer, au moyen d'une poire en caoutchouc formant soufffet, un courant d'air à la surface d'un bain d'essence de pétrole de densité comprise entre 0,700 et 0,720, contenue dans un flacon en verre. Des tuyaux flexibles en caoutchouc établissent la communication, d'une part, entre le soufflet et le flacon, de l'autre, entre le flacon et le manche creux du cautère.

Pour mettre le cautère en activité, on commence par chauffer l'extrémité du dé en platine sur une lampe à alcool jusqu'à ce qu'elle prenne une teinte rosée; on provoque seulement alors le courant d'air, et l'on voit l'incandescence augmenter peu à peu, et se maintenir sans intervention du foyer extérieur. La température s'élève ou s'abaisse à volonté suivant que l'on active ou que l'on ralentit l'envoi de l'air; elle peut même être portée jusqu'au point de fusion du platine.

Pour les opérations chirurgicales où il faut maintenir l'appareil au rouge sombre ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à peine naissant, on parvient à conserver cette température constante, malgré les causes permanentes de refroidissement dues au contact des liquides et des tissus organiques.

On conçoit l'avantage que présente un semblable instrument sur les cautères usuels qu'il faut fréquemment réchauffer pour les maintenir à la température convenable, et avec lesquels on est exposé à interrompre une opération au moment le plus critique. Avec les cautères *Paquelin* on peut, au contraire, se maintenir constamment dans les conditions qui conviennent le mieux pour arrêter les hémorrhagies, et l'on sait que ce sont là le but principal et le résultat remarquable des opérations faites avec les cautères.

Quand on voit fonctionner un cautère *Paquelin*, on est frappé immédiatement des avantages que présenterait l'emploi d'un pareil système pour les fers à souder. On pourrait, en effet, avec un appareil de ce genre, supprimer les réchauds encombrants et dangereux que les ouvriers doivent porter avec eux pour les travaux extérieurs et qu'ils sont même obligés de monter sur les toitures, et l'on pourrait maintenir pendant plusieurs heures un même fer à la température voulue, en évitant ainsi les pertes de temps et les difficultés d'emploi des fers actuels.

Mais pour réaliser cette conception, M. *Paquelin* a dû passer par bien des tâtonnements.

Il lui fallait d'abord, sous peine de perdre un des avantages du système, éviter l'opération du chauffage préalable du fer : le platine ne pouvant, d'autre part, être mis en contact direct avec les corps à souder, sous peine de lui donner une masse qui aurait rendu l'appareil très-coûteux, il fallait placer le foyer à l'intérieur du fer et lui donner une puissance suffisante pour maintenir échauffée la masse relativement considérable de ce fer ; enfin il fallait assurer la constance de l'évaporation de l'essence, malgré les conditions défavorables qui peuvent résulter de la longueur du travail, et aussi des variations de température auxquelles on est exposé pour des opérations à faire par toutes les saisons et souvent en plein air. L'appareil présenté par M. le Dr *Paquelin* réalise toutes ces conditions.

Le fer proprement dit, qui peut prendre les formes et les dimensions des fers à souder usités dans l'industrie, est creux et renferme un foyer de combustion en platine ; il est monté sur un tube métallique qui forme manche et s'adapte au tube abducteur en caoutchouc. Le foyer est un petit dé de 15 mm. de hauteur et de 7 mm. de base environ, fait d'une lame mince de platine et bourré de fils de même métal ; son volume total est approximativement de 75 millimètres cubes.

Le récipient contenant l'essence est un petit bidon en fer blanc, à fermeture hermétique, disposé de façon à pouvoir se placer sous les vêtements de l'ouvrier, en hiver, pour assurer le degré de température nécessaire pour la marche régulière de l'appareil, qui est au minimum de 15 à 20 degrés centigrades. Ce vase présente en outre, intérieurement, une forme trapézoïdale, de telle sorte que la surface d'évaporation de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'essence va en augmentant à mesure que le liquide se réduit; on compense ainsi l'appauvrissement du liquide dont les parties les plus volatiles disparaissent les premières.

Le courant d'air est produit par un soufflet à vent continu qui se meut avec le pied ou avec la main, et que l'ouvrier peut manœuvrer lui-même ou confier à un aide.

Pour faire fonctionner l'appareil, on commence à produire le courant gazeux, que l'on enflamme à sa sortie du fer. En continuant l'insufflation, la flamme échauffe peu à peu le foyer de combustion, qui bientôt se trouve porté au rouge naissant. A ce moment, il commence à absorber et condenser le mélange gazeux; le courant se trouve subitement intercepté, la flamme disparaît presque complétement, et l'on voit le fer s'échauffer et rougir rapidement. On le maintient à la température que l'on désire, en graduant convenablement le courant d'air.

Indépendamment des avantages que j'ai déjà indiqués, ce fer est d'un emploi très-économique : non seulement il permet, à la rigueur, de se passer d'aide, et consomme moins de 4 centimes d'essence par heure, mais surtout il permet d'opérer sans interruption et sans perte de temps, et de régler à volonté la température au degré convenable pour chaque genre de travail.

Au point de vue théorique, cet appareil est aussi intéressant qu'au point de vue pratique. Si l'on mesure, en effet, comme l'a fait M. *Marcel Deprez*, la quantité de calories que développe ce petit foyer incandescent de 75 millimètres cubes de volume, on trouve qu'elle peut s'élever au chiffre incroyable de 600 calories par heure, et en admettant seulement en moyenne une valeur de 400 calories, on trouve que le foyer *Paquelin* développe, à surface égale, cinquante fois autant de chaleur qu'un foyer de locomotive.

Cette remarque suggère l'idée d'applications importantes et nouvelles dont avant peu, sans doute, nous aurons l'occasion d'entendre parler, car les recherches sont déjà commencées dans cette voie.

Mais bornés à leur application aux thermo-cautères et aux fers à souder, les appareils de M. *Paquelin* constituent déjà des inventions dignes, je crois, de l'intérêt de la Société, et j'ai l'honneur de proposer à M. le Président de renvoyer l'examen de ces deux genres d'appareils à l'un de nos comités. (Renvoi au comité des arts économiques.)

Teinture en cuve au noir d'aniline. — M. *Grawitz*, ingénieur-chimiste, boulevard Henri IV, 32, à Paris, donne connaissance à la Société du procédé qu'il emploie pour ce genre de teinture.

« Pour teindre, dit M. *Gravitz*, je compose un bain contenant, pour 100 kilog. de coton par exemple :

2 000 litres d'eau,
8 litres d'huiles d'aniline pure,
32 litres d'acide muriatique,
17 kilog. 1/2 de bichromate de potasse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Le coton, parfaitement débouilli, est manœuvré pendant environ une heure à la température ordinaire, puis on chauffe progressivement le bain jusque vers 90°, et on maintient cette température jusqu'à ce que le noir ne verdisse plus sous l'action de l'acide sulfureux.

« Cette méthode a été décrite par moi dans un document authentique daté du 18 juillet 1876.

« Elle donne un noir absolument incapable de verdir à l'air ou à l'acide sulfureux.

« Le noir bien lavé, au sortir du bain de teinture, présente un reflet marron que l'on fait virer au violet ou au bleu par l'action de bains bouillants d'alcalis ou de savon.

« Le noir d'aniline, ainsi pratiqué, est la plus simple de toutes les teintures :

« Point de mordançage, point de matière colorante préexistante dans le bain.

« A mesure qu'elle s'engendre par la réaction mutuelle des éléments du bain, la couleur se fixe sur la fibre, et s'y fixe intégralement jusqu'à saturation. La liqueur mère reste limpide en nourrissant les matières textiles que l'on y manœuvre ; elle se prendrait en une boue liquide si on ne les y introduisait pas.

« Les avantages de mon procédé sont les suivants :

« La rapidité de la production, deux heures au lieu de deux jours ;

« L'économie qui en résulte et celle qui provient de l'utilisation complète de l'aniline et des réactifs mis en présence.

« La facilité de faire varier à volonté les qualités et la nuance de la couleur en faisant varier les proportions du corps oxydant, ainsi que la nature des sels métalliques dont les oxydes se combinent à la matière colorante. On aura des noirs à base de chrome, de cuivre, de manganèse, de fer. Ces derniers sont préférables au point de vue du verdissage, car l'oxyde ferrique est un oxydant permanent, et sa présence dans la molécule colorée s'oppose à toute réduction ultérieure.

« La préservation absolue de la fibre provient de ce qu'on teint en bain plein avec un uni parfait et dans des liqueurs qui deviennent de moins en moins acides, l'acide libre étant progressivement saturé par l'oxyde de chrome, qui provient de la réduction du bichromate.

« Le noir *Lightfoot* se développe à sec, ce qui donne forcément du mal-uni, et le mélange sec devient, au contraire, de plus en plus acide par le fait même de la réaction. Ils se forme une tetramine monoacide qui laisse non saturés les trois quarts de l'acide primitivement combiné à l'aniline. C'est ce degré croissant d'acidité qui accélère l'allure de la réaction, et non la chaleur dégagée par la décomposition de l'acide chlorique, comme on l'a écrit à tort.

« J'ai dit qu'on faisait virer la nuance marron au noir bleu par un savonnage bouillant. Ce virage est dû à la combinaison de la matière grasse du savon avec les mauvéines qui se sont produites en même temps que le noir, et qui, vues d'abord par réflexion, le sont alors par transparence à travers le corps gras et donnent un reflet violet-bleu très-riche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Seize licences d'exploitation ont été cédées en France, et, dans la campagne dernière, 250 000 kilog. de coton environ ont été teints par mes cessionnaires. De nombreux contrefacteurs en ont teint encore davantage.

« Les principales applications du noir sont la confection des articles coton devant se laver, tels que oxford, mouchoirs, zéphyrs, toile de Vichy. Comme il résiste aux foulons les plus énergiques, il a permis de faire des draps chaîne coton et des mélangés à la carde foulonnés après tissage, et pour les orléans, alpaga, mohairs, etc., il a permis de teindre en pièces la laine en bain acide, ce qui donne à la teinture un brillant et une solidité remarquables.

« Sur laine pure, le noir monte aussi bien que sur coton ; mais le prix de revient élevé qui résulte de la grande porosité de la matière n'en permet l'emploi que pour certains tissus devant s'époutiller en pièces à l'acide sulfurique. » (Renvoi au Comité des arts chimiques.)

Pile voltaïque au peroxyde de manganèse. — M. le comte *Th. du Moncel* expose au nom de M. *Gaiffe*, constructeur d'instruments de précision, rue Saint-André-des-Arts, 40, la construction et les avantages de l'élément de pile au peroxyde de manganèse qu'il présente à la Société.

Cet élément se compose d'un cylindre en charbon, percé dans toute sa longueur de plusieurs trous parallèles à l'axe, qui sert de vase poreux en même temps que d'élément collecteur, et d'une baguette de zinc amalgamé qui plonge, ainsi que le charbon, dans une dissolution à 20 pour 100 de chlorure de zinc, exempt de plomb et aussi neutre que possible. Les trous percés dans le charbon sont remplis de bioxyde de manganèse aiguillé, en grains, introduit par petites parties et tassé légèrement à chaque fois.

Le courant résulte de l'oxydation du zinc aux dépens du bioxyde de manganèse passant au sesquioxyde. La force électromotrice correspond environ à celle d'un élément et demi de Daniell.

Pour recharger cet élément, quand il est épuisé, il suffit de faire tomber avec une baguette fine le manganèse usé, en le remplaçant par du manganèse neuf, et de renouveler la baguette en zinc et le liquide excitateur. On comprend que l'élément ne peut pas s'user quand le circuit est ouvert, puisque la solution faible de chlorure de zinc n'a d'action ni sur le manganèse, ni sur le zinc. (Renvoi au comité des arts économiques.)

Maladie de la pomme de terre. — M. *Heuzé,* inspecteur général de l'agriculture et membre du Conseil, expose devant l'assemblée le résultat de ses études attentives sur le *Colorado*, insecte qui détruit aux États-Unis les cultures de pommes de terre, et dont l'introduction en Europe a produit un légitime effroi parmi les agriculteurs.

Cet insecte, nommé improprement *Doryphora decemlineata* puisqu'il fait partie du genre des *Chrysomèles*, est d'une taille égale à peu près à la moitié de celle d'un hanneton, et, à un premier examen superficiel, il présente avec lui quelques ressem-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blances. Il est remarquable par les dix lignes colorées que montrent ses élytres, et qui ont inspiré les divers noms qu'on lui a donnés. Il mange la feuille de la pomme de terre, et sa consommation est si grande qu'en peu de temps tout un champ est ravagé et détruit.

Sa propagation se fait avec une activité miraculeuse, qui rappelle celle du *phylloxera de la vigne*. On a calculé qu'au bout de l'année un couple de *colorados* a produit près de deux millions de descendants. Ce nombre peut faire comprendre les efforts que les agriculteurs des États-Unis ont faits pour triompher de l'invasion d'un pareil ennemi.

Ces efforts ont été à peu près sans succès, en effet, aux États-Unis, où le *colorado* a apparu en premier lieu, provenant des montagnes Rocheuses, et c'est avec terreur qu'on a appris, l'année dernière, que le mouvement commercial avait introduit dans quelques colis des *colorados* qui ont pullulé en Allemagne.

Il y a eu dans cette région sept invasions, ou sept foyers différents d'invasion du *colorado*. Les mesures qu'on a prises pour lutter contre cette cause de ruine de l'agriculture ont heureusement été assez énergiques, et exécutées avec une exactitude et une entente suffisantes pour atteindre, dans tous les cas, un plein succès. Si notre agriculture devait être exposée au même malheur, nous n'aurions rien de mieux à faire que de suivre l'exemple des Allemands, et d'exécuter, avec précision et ensemble, les mesures qui sont conseillées par le ministère du commerce et de l'agriculture.

Ces mesures consistent dans une aspersion des fanes de la pomme de terre par du pétrole, après que le champ a été enceint d'un petit fossé. Le champ est fauché ensuite et incendié; puis il est labouré, pour retirer tous les insectes enfouis dans la terre qu'on pourrait découvrir, et de nouveau brûlé par le pétrole. C'est par des moyens de ce genre qu'on est parvenu à faire disparaître les sept invasions qui ont eu lieu en Allemagne, et tout porte à croire qu'un succès pareil aura lieu partout où on les emploiera. La France, heureusement, n'a pas encore été attaquée, et l'administration des douanes fait les plus grands efforts pour empêcher que quelque insecte ne soit amené dans les colis qui viennent d'Amérique; mais s'il en était introduit quelqu'un, on connaît maintenant les moyens de s'opposer à leur développement.

M. *Heuzé* montre ensuite aux assistants des *colorados* à leurs diverses périodes de développement, œufs, nymphes, chrysalides, insectes parfaits, dans des flacons où ils sont conservés dans de l'esprit de vin. Il présente aussi des dessins coloriés de grandeur naturelle, ou agrandis, qui font bien connaître toutes les parties de l'insecte, et il donne des détails complets sur ses habitudes et les caractères de sa vie.

Nomination de membres. — Sont nommés membres de la Société : M. *Montaudon* père, fabricant de ressorts de montres; M. *Hetet*, pharmacien en chef de la marine, à Brest; M. *Bordet*, inspecteur des finances, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Séance du 26 juillet 1878.

Présidence de M. l'amiral DE CHABANNES, vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* annonce l'ouverture d'un congrès international de la propriété industrielle, et envoie à la Société la circulaire et le programme préparés par le comité d'organisation de ce congrès.

M. le *Président de la Société industrielle d'Amiens* envoie le compte rendu de la sixième assemblée générale de cette Société, dans lequel on remarque un discours de M. *Ratier* sur le halage à la vapeur des bateaux sur les rivières canalisées et les canaux, et une Notice historique de M. *Rousseau* sur la fabrique de fers à cheval de M. *Sibut* aîné. (Comité du commerce.)

M. *Blaïn* (Auguste), notaire à Saou (Drôme). Appareils pour la distribution automatique à heure fixe, de la nourriture aux chevaux et aux bestiaux. (Agriculture.)

M. *Wibaux-Florin*, filateur de coton et teinturier à Roubaix, annonce qu'il est en procès avec M. *Grawitz*, au sujet de la teinture en noir d'aniline en cuve, et prie la Société d'encouragement de s'abstenir d'émettre un avis qui pourrait influencer les experts chargés de l'examen des faits de ce procès. (Arts chimiques.)

La *Société française pour le traitement des minerais de nickel* à Septème, envoie une note sur l'exposition des produits de son usine à l'Exposition universelle. (Arts chimiques.)

M. *Gaiffe*, rue Saint-André-des-Arts, 40. Application de la galvanoplastie du cobalt. (Arts chimiques.)

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* adresse deux exemplaires du tome 13, nouvelle série, de la collection des brevets d'invention, et deux exemplaires des numéros 7 à 12, 1re et 2e partie du catalogue des brevets d'invention pris en 1877.

Mme la baronne de *Bellissen*, au château de Castelmir, Labastide de Sérou (Ariége), envoie des échantillons d'un minerai de peroxyde de fer qu'elle exploite et qui est employé pour remplacer le minium dans la peinture. Elle lui donne le nom de *minium de fer*, comme une société belge a fait il y a longtemps pour un produit analogue. (Arts chimiques.)

M. *Caussade* (J.), rue de Rennes, 121. Etude sur les moyens d'éviter l'emploi de la vapeur dans le passage des manivelles aux points morts. (Arts mécaniques.)

MM. *les Secrétaires* signalent les ouvrages suivants :

M. *Lencauchez* (A.). *Etude sur les combustibles en général et sur leur emploi au chauffage par le gaz*. Paris, 1878, un vol. in-8° et atlas grand in-8°. Eugène *Lacroix*, éditeur.

M. *Gaetano Cantoni. Recherches agronomiques et chimiques sur ce produit et sur la combustibilité des différentes espèces de tabac, soumises à divers modes de culture*, Note lue à l'Institut royal de Lombardie, le 27 juin 1878, in-8° (en italien).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Compagnie des phosphates du Midi, rue de Laborde, 13, à Paris. Note in-8° sur cette compagnie et les gisements qu'elle exploite.

M. *Ratte* (F.), ingénieur à Nouméa. Note in-8°, sur les roches et gisements métallifères de la Nouvelle-Calédonie, 1878.

Association de l'industrie française. Considérations sur la situation industrielle de la France et autres documents sur le projet du tarif général des douanes.

COMMUNICATIONS. — *Fixation chimique de l'azote de l'air*. — M. *Basset* lit une Note sur les recherches qu'il a faites pour découvrir les moyens de produire, industriellement et à bas prix, de l'ammoniaque, au moyen de l'azote contenu dans l'atmosphère.

Cette question si importante, puisqu'elle intéresse au plus haut degré l'agriculture, est l'objet de recherches de la part de M. *Basset*. Le problème était ramené pour lui à mettre chimiquement et à peu de frais l'azote humide en présence de l'hydrogène naissant.

M. *Basset* expose les divers moyens qu'il a employés pour provoquer cette réaction; il annonce qu'il est arrivé à une marche continue, industrielle, facile et économique, donnant de l'ammoniaque à vingt-cinq centimes le kilogramme, et du sulfate d'ammoniaque à vingt centimes, et il dépose sur le bureau de la Société le Mémoire où son système est exposé. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

Recul des canons et mouvement des projectiles. — M. le commandant *Sebert* présente à la Société un appareil destiné à faire connaître la loi du mouvement de recul d'une bouche à feu et la loi du mouvement du projectile. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société : MM. *Boullenot*, chimiste, à Issy ; *Grare*, (Arthur), négociant, à Compiègne; *Lambert*, ingénieur des poudres et salpêtres ; *Pellier*, fabricant de conserves, au Mans.

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 *fait par* M. Ed. Collignon, *sur la* voiture automobile *de* M. Mékarski.

Messieurs, dans la séance du 11 mai dernier, une communication de M. de Saint-Yves, ingénieur en chef des ponts et chaussées, appelait votre attention sur l'emploi de l'air comprimé pour la traction des voitures qui circulent sur les tramways dans l'intérieur des villes (1). Ce système de traction, auquel M. Mékarski a donné son nom, a été renvoyé par vous à l'examen de votre comité des arts mécaniques, au nom duquel j'ai l'honneur de vous faire le présent Rapport.

La voiture automobile de M. Mékarski renferme 18 places d'intérieur; en outre, elle offre à l'arrière, sur une plateforme couverte, 12 autres places aux voyageurs restant debout (2). A l'avant, une autre plateforme est exclusivement réservée au mécanicien; il a devant lui l'appareil réchauffeur, dont nous indiquerons tout à l'heure le rôle, et le régulateur de pression; enfin il trouve sous sa main tous les mécanismes qui servent à commander le jeu de la machine.

La voiture porte sur deux essieux parallèles peu éloignés l'un de l'autre, de telle sorte que leur parallélisme ne forme pas obstacle au passage dans les

(1) Voy. *Bulletin* de 1877, 3e série, t. IV, p. 336.

(2) Il y a un autre type de voiture avec impériale, contenant 45 places; c'est celle que représente la figure 3 de la planche 88.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

courbes de petit rayon. Sous la voiture sont fixés les cylindres métalliques qui contiennent la provision d'air comprimé nécessaire au trajet. Ces cylindres, au nombre de 12, sont en tôle ; ils ont un diamètre de 35 centimètres, une longueur de $1^{m},25$, et renferment chacun environ 120 litres d'air, sous une pression qui, au moment du départ, varie de 28 à 30 atmosphères. On remplit ces cylindres à l'usine, au moyen d'une pompe mise en mouvement par une machine à vapeur. Une partie des cylindres sert à alimenter l'appareil moteur, le reste constitue une réserve, qu'on fait intervenir dans le travail en cas de nécessité seulement.

L'air emmagasiné à une forte pression ne doit, en général, être admis dans les cylindres moteurs qu'à la pression de 5 atmosphères au maximum. De là une première détente très-considérable, qui, si elle était produite sans précaution, donnerait lieu à un refroidissement subit de la masse gazeuse, et à la précipitation sous forme de givre de toute la vapeur d'eau qui peut y être contenue. M. Mékarski a très-heureusement évité cet inconvénient, en faisant passer l'air comprimé à travers un récipient contenant de l'eau chaude, primitivement portée à la température d'environ 170°, et maintenue chaude pendant toute la durée du trajet, grâce à la présence d'enveloppes imperméables à la chaleur. L'air du réservoir, amené par un tube au fond de la bouillotte, traverse la couche d'eau chaude dans toute son épaisseur, et arrive réchauffé et saturé d'humidité au régulateur qui doit le réduire à la pression sous laquelle il doit pénétrer dans les cylindres.

Ce régulateur consiste essentiellement en une soupape ayant une forme bulbeuse, attachée par une tige rigide à un diaphragme élastique, qu'un matelas d'air, situé sur une de ses faces, sert à équilibrer dans toutes ses positions. Le mécanicien veut-il augmenter la pression de l'air sur les pistons, il fait tourner un volant, qui, commandant un piston spécial, augmente la pression du matelas d'air et fait descendre le diaphragme. La soupape du régulateur suit ce mouvement, et livre à l'air des réservoirs un passage plus large qui lui conserve une plus grande fraction de sa pression primitive. L'effet contraire se produit quand le mécanicien tourne le volant dans le sens opposé. Abandonné à lui-même, le régulateur est un appareil *self-acting*, qui maintient constante la pression de l'air admis dans la chambre de travail, mais le mécanicien peut aussi, comme on vient de le voir, intervenir pour faire varier cette pression à volonté.

En se détendant, l'air perd en partie l'excès de chaleur reçue au passage de la bouillote ; il est admis alors dans les cylindres, où il subit une seconde

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

détente, dont on fait varier la proportion à l'aide d'une coulisse ; un système de bielles et manivelles transmet enfin le mouvement des pistons aux roues de la voiture.

La manœuvre de la machine proprement dite est identique à celle d'une locomotive. Le mécanicien peut, non-seulement faire varier la détente, mais encore renverser le mouvement des tiroirs, ce qui fournit un puissant moyen d'arrêt ; dans cette dernière opération, on peut accroître énormément la résistance, et réduire, par conséquent, de beaucoup le chemin parcouru par la voiture jusqu'à l'arrêt, en augmentant la contre-pression de l'air introduit dans les cylindres. La voiture Mékarski, qui dispose d'une grande réserve de pression, peut s'arrêter en définitive sur un parcours extrêmement limité, condition essentielle à un bon service dans l'intérieur des rues d'une ville.

L'exploitation d'un réseau de tramways ne suppose que des trajets assez courts, interrompus par quelques stationnements intermédiaires, et séparés les uns des autres par des stationnements plus longs aux deux extrémités de la route. La voiture de M. Mékarski se prête parfaitement à ces exigences. On utilisera les arrêts aux deux extrémités pour le chargement des cylindres et le remplissage de la bouillotte en eau chaude.

Un grand nombre d'expériences, renouvelées toutes les semaines pendant plusieurs mois, ont permis d'apprécier les qualités, et surtout la flexibilité d'allures de la machine. Le voyage d'essai consistait, en général, à aller de Courbevoie à l'arc de l'Etoile, et à rentrer ensuite à Courbevoie. Ce trajet ne rencontre que des pentes assez douces. Mais dans une expérience faite devant une commission dont je faisais partie, la machine, sortant de sa remise de Courbevoie, a suivi la ligne de tramway qui tourne à droite avant d'arriver au pont de Neuilly, et gagne la rive gauche de la Seine ; à Puteaux, on a retourné la voiture bout par bout, car, bien que la contre-marche soit permise par le mécanisme, la présence nécessaire du mécanicien à l'avant de la voiture exige impérieusement que la marche se fasse dans un sens défini. La voiture est revenue par la même voie à son point de départ. Elle a développé, dans cette expérience, des vitesses qui ont atteint jusqu'à $6^{m},87$ par seconde, ou de près de 25 kilomètres à l'heure. Pour revenir au pont de Neuilly, il lui a fallu gravir une rampe inclinée à 46 millimètres. La pression, primitivement portée à 28 atmosphères, n'était plus que de 12 atmosphères dans les réservoirs principaux. La voiture a monté très-facilement cette rampe ; on l'a arrêtée vers le milieu du plan incliné, puis on l'a fait repar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tir immédiatement de pied ferme. Cette manœuvre s'est opérée sans aucune difficulté ; en rentrant sous sa remise, la machine possédait encore dans ses réservoirs une pression de 10 atmosphères, et sa réserve n'avait pas été entamée. Du reste, on n'avait pas économisé l'air comprimé pendant la route ; on en avait, au contraire, beaucoup consommé en expérimentant les arrêts. Le signal d'arrêt était donné par le conducteur au mécanicien à l'aide d'une communication électrique. L'expérience a montré que la durée de l'arrêt, y compris le temps nécessaire pour la transmission de l'ordre, variait de 5 à 7 secondes dans les vitesses ordinaires, et ne montait pas à plus de 8 secondes 1/2 dans les vitesses les plus grandes qu'on ait pu atteindre. Si l'arrêt était commandé par un obstacle sur la voie, un embarras de voitures par exemple, le mécanicien, agissant par sa propre initiative, produirait l'arrêt complet dans un temps plus court. En somme, la voiture Mékarski s'arrête plus vite et plus aisément qu'un omnibus, et elle est beaucoup moins encombrante, puisqu'elle n'occupe pas plus d'espace que la voiture, et que la place de l'attelage reste libre.

Comparé à la traction par locomotive, le mode de traction par l'air comprimé a l'avantage de supprimer le foyer et l'échappement de la vapeur, grand perfectionnement pour une machine qui, circulant dans les rues des villes, doit s'abstenir, s'il est possible, de répandre sur les passants et les riverains sa fumée, ses cendres et ses escarbilles.

Au point de vue de la sécurité, l'appareil à air comprimé évite un des dangers des locomotives, celui d'une surchauffe accidentelle pendant les arrêts, et de l'explosion de chaudière qui peut en être la suite. L'explosion des réservoirs paraît peu à craindre dès qu'il sont en service. Car la pression y diminue, et ne peut y augmenter, à partir de l'instant où la voiture sort de l'usine où ils ont été remplis ; si l'un des cylindres devait éclater, l'accident se produirait vraisemblablement dans l'usine, pendant le remplissage plutôt que pendant la route. Le faible diamètre des cylindres et l'épaisseur des tôles ne permettent pas d'avoir de sérieuses craintes à cet égard.

Un essai a été fait par notre commission au pont de Neuilly, pour savoir comment se comporterait le cylindre plein d'air s'il venait à recevoir un choc violent, comme celui d'un timon d'omnibus. Dans cet essai, préparé par les soins de M. Regray, ingénieur en chef du matériel et de la traction des chemins de fer de l'Est, on a laissé tomber d'une hauteur de $6^{m},82$, sur le cylindre chargé à 32 atmosphères, un essieu de wagon du chemin de fer de l'Est pesant 275 kilogrammes, dont la fusée avait été tournée de manière

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

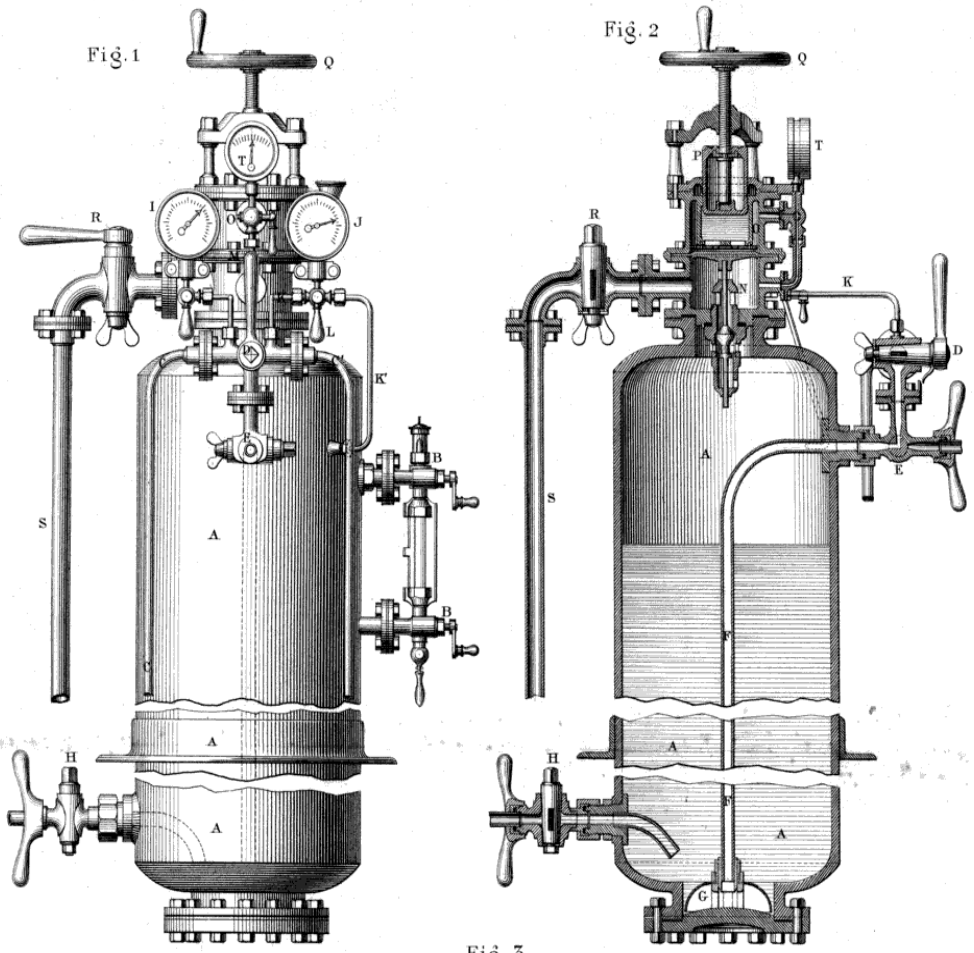
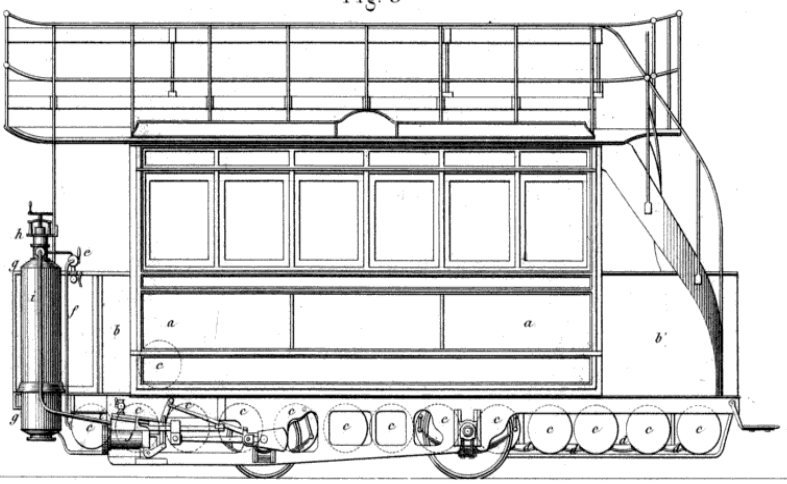


Fig. 3



Echelle au 1/8 soit 0m125 pour 1m00 pour les Fig.1 et 2.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 décim.

Echelle au 1/75 pour la Fig. 3.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Mètres

Imp. Lamoureux, Paris.

Leblanc del. et Guiguet sc.

VOITURE AUTOMOBILE À AIR COMPRIMÉ, PAR M. MEKARSKY

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à n'avoir plus qu'un diamètre de 6 centimètres. L'essieu a pénétré dans le cylindre, où la pression est subitement tombée à zéro. L'échappement de l'air comprimé a produit un bruit comparable à un faible coup de canon. Mais il n'y a pas eu projection d'éclats, et des planches posées à proximité du cylindre n'ont pas même été déplacées par le passage de la masse fluide. Il semble, d'après cette observation, que la rupture accidentelle d'un réservoir en service ne présenterait pas un véritable danger pour les passants et les voyageurs.

La solution imaginée par M. Mékarski du problème de la traction mécanique est, en résumé, remarquable par sa simplicité et son élégance. Sa voiture tient peu de place : le mécanisme ne gêne en aucune façon les voyageurs ; il exige l'intervention d'un seul agent qui règle la marche ; il se prête à une grande variété d'allures, sans exposer à aucun danger. Le système Mékarski rachète par de nombreux avantages de détail la perte de travail correspondante à la première détente de l'air avant l'entrée dans les cylindres moteurs, et cette perte est elle-même atténuée en partie par l'emploi de l'air réchauffé et chargé d'humidité au passage de la bouillotte. La solution paraît convenir particulièrement à la circulation dans les villes, la machine fonctionnant sans bruit et sans fumée. Nous pensons donc qu'il y a lieu pour la Société d'encouragement de remercier MM. Mékarski et de Saint-Yves de leur intéressante communication, et de voter l'insertion au *Bulletin* du présent Rapport, avec les dessins des appareils.

Signé : Ed. Collignon, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 *décembre* 1877.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 8ℰ REPRÉSENTANT LA VOITURE AUTOMOBILE A AIR COMPRIMÉ DE M. MÉKARSKI.

Fig. 1. Élévation du récipient à eau chaude ou bouillotte et du régulateur de pression.

Fig. 2. Section verticale des mêmes.

Fig. 3. Élévation longitudinale de la voiture automobile du type à impériale.

Bouillotte et régulateur de pression (fig. 1 et 2).

A, récipient rempli d'eau chaude à 170° jusqu'aux 3/4 de sa hauteur ; il reçoit l'air comprimé à sa sortie des réservoirs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B, niveau d'eau.

C, conduite amenant dans le bas du récipient A l'air comprimé provenant de la batterie principale des réservoirs.

C′, conduite amenant l'air comprimé de la réserve.

D, robinet de distribution commandant à volonté l'arrivée de l'air comprimé, soit par la conduite C, soit par la conduite C′.

E, robinet de chargement pour l'air comprimé.

F, tuyau conduisant l'air comprimé à la crépine G.

H, robinet de chargement pour l'eau chaude.

I, manomètre indiquant la pression de l'air dans la batterie principale.

J, manomètre indiquant la pression de l'air, soit de la réserve, soit du récipient A.

K, tuyau mettant en communication la réserve avec le manomètre J.

K′, tuyau mettant en communication le récipient A avec le même manomètre.

L, robinet servant à mettre à volonté le manomètre J en communication, soit avec la réserve, soit avec le récipient.

M, régulateur automatique de pression, à diaphragme et ressort d'air.

N, chambre de distribution.

O, chambre du ressort d'air.

P, piston à l'aide duquel on peut faire varier à volonté la tension du ressort d'air.

Q, volant de manœuvre du piston P.

R, robinet d'admission aux cylindres moteurs.

S, conduite amenant l'air chaud saturé de vapeur et sous pression réglée à la boîte de distribution des cylindres moteurs (voy. fig. 3).

T, troisième manomètre en communication avec la chambre de distribution N.

Voiture automobile (fig. 3).

a, caisse de la voiture ; cette voiture contient 45 places dont 18 à l'intérieur, 22 à l'impériale et 5 à la plate-forme d'arrière.

b, plate-forme d'avant réservée au mécanicien.

b′ plate-forme d'arrière pour les voyageurs debout.

c c c....., réservoirs cylindriques en tôle, dans lesquels l'air comprimé est renfermé à la pression de 28 atmosphères ; une partie de cette capacité est séparée du reste et constitue une réserve.

d, tubulures en cuivre rouge mettant en communication les réservoirs *c*.

e, robinet distributeur.

f, double conduite amenant l'air comprimé, soit des réservoirs, soit de la réserve au robinet *e*.

g, récipient ou bouillotte recevant l'air comprimé (voy. fig. 1 et 2 où ce récipient porte la lettre A).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

h, régulateur désigné par M sur les fig. 1 et 2.

i, conduite amenant l'air chaud, saturé de vapeur et sous pression réglée, à la boîte de distribution des cylindres moteurs (cette conduite est désignée par la lettre S sur les fig. 1 et 2).

j, cylindre moteur extérieur au châssis avec tiroir et coulisse ; pour simplifier le dessin, on n'a pas figuré le mécanisme qui commande le changement de marche, ni les purgeurs, etc.

Au lieu de la voiture à impériale portant le mécanisme, on peut avoir un remorqueur s'appliquant à cette voiture.

En considérant les deux types de voitures automobiles : 1° celle sans impériale pour 30 voyageurs et celle pour 45 voyageurs avec remorqueur, M. Mékarki estime ainsi le poids de ses machines :

Voiture automobile avec réservoir de 2 000 litres suffisant pour un parcours de 8 à 10 kilom. — Poids à charge complète.		7 tonnes.
Remorqueur avec réservoir de 5 000 litres pour un parcours de 10 à 12 kilom.	5 500k	11 tonnes.
Voiture à impériale à charge complète.	5 500k	

En donnant aux réservoirs la capacité convenable, on pourra d'ailleurs, suivant les circonstances, augmenter les parcours indiqués ci-dessus.

(M.)

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. PIHET, *sur les* ENVELOPPES POUR EMPÊCHER LA DÉPERDITION DE LA CHALEUR, *inventées par* M. DEGREMONT, *mécanicien au Cateau* (*Nord*).

Messieurs, bien des procédés sont employés pour assurer l'isolement des tuyaux de vapeur.

L'économie résultant de l'atténuation de la condensation, le besoin de se débarrasser de la gêne causée par l'élévation de température dans les locaux où passent les tuyaux, ont donné lieu à des combinaisons très-diverses, dont nous n'avons pas à énumérer ici les avantages ou les inconvénients.

Enveloppes de paille, de feutre, de liége, enduits plastiques de diverses sortes, sont tous employés suivant les localités ou l'expérience des ingénieurs et des propriétaires d'usines. L'application en est d'autant plus répandue qu'elle est plus facile.

M. Degremont vous présente aujourd'hui un procédé d'isolement d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grande facilité d'exécution : il pose et colle sur une toile une série de petits segments ou baguettes en bois, dont la section est d'environ 15 millimètres sur 15. Il entoure le tuyau de cette gaîne et la jonction est assurée par une baguette supplémentaire, que l'on visse sur le dernier segment.

La pose et la dépose en sont des plus faciles, ce qui n'a pas lieu avec la plupart des enduits employés d'habitude.

Pour empêcher le contact immédiat du bois et de la surface du tuyau, les baguettes sont garnies de quelques petits clous à tête ronde.

Il résulte de cette disposition et de la manière imparfaite dont les baguettes se touchent, qu'une certaine quantité d'air se trouve renfermée dans l'enveloppe en bois, dont l'étanchéïté relative est assurée par l'enveloppe en toile, et la conductibilité du système en est encore diminuée.

Des applications déjà nombreuses démontrent l'efficacité du procédé et l'économie de son application.

Votre Comité a l'honneur de vous proposer de vouloir bien approuver les termes de son rapport, de le faire insérer au *Bulletin* et de remercier l'auteur de sa communication.

Signé : PIHET, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 juin 1878.

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. A. DE FRÉMINVILLE *sur les* POMPES PNEUMATIQUES DE M. P. LACROIX, *rue Cassini,* 6, *à Paris.*

M. P. Lacroix s'est proposé d'obtenir une pompe jouissant d'une étanchéïté parfaite, tout en lui conservant une simplicité en quelque sorte élémentaire, par la suppression de toute pièce ajustée, ainsi que des garnitures ordinaires de pistons ou de presse-étoupes, qui sont toujours une source d'embarras.

A cet effet, il a recours au système des pistons à membrane employés déjà depuis une vingtaine d'années par M. Girard, dont les travaux relatifs aux appareils hydrauliques jouissent d'une notoriété sur laquelle il est inutile d'insister. Mais le dispositif adopté par M. Lacroix présente des particularités qui lui sont propres, et qui paraissent de nature à assurer le bon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fonctionnement et la durée de la membrane qui remplace la garniture ordinaire.

La pompe se compose d'un cylindre en cuivre chaudronné, ou en fonte sans alésage, dans lequel se meut librement un piston plongeur, en bois ou en métal. Le corps de pompe, proprement dit, est surmonté d'un manchon dont la longueur est égale à la course du piston, et dont le diamètre est plus grand que celui de ce dernier de 20 à 30 millimètres. La garniture se compose d'une membrane en caoutchouc, légèrement conique, dont la longueur effective est égale à la demi-course du piston ; son bord supérieur est fixé à une bride pratiquée au milieu du manchon qui surmonte le corps de pompe; son bord inférieur s'attache sur le piston lui-même.

La membrane, ainsi établie, constitue un joint absolument étanche et, lorsque le piston est animé de son mouvement alternatif, elle vient se loger, en se repliant sur elle-même, dans la capacité annulaire comprise entre le piston et le manchon supérieur, capacité qui a dû être proportionnée en conséquence. La membrane en caoutchouc, se trouvant ainsi guidée dans ses évolutions successives, n'est pas exposée à se plisser d'une manière irrégulière, ce qui entraînerait sa prompte détérioration.

Ce mode de construction convient aussi bien à des pompes ordinaires, destinées à agir sur des liquides, qu'à des pompes pneumatiques employées soit à la raréfaction, soit à la compression des gaz; c'est à ces dernières que M. Lacroix s'est plus spécialement attaché.

Il a construit, dans ce système, une pompe pneumatique, ou pompe à air, destinée à faire le vide pour les opérations de laboratoire, par exemple, pour accélérer le filtrage d'un liquide visqueux. Grâce au mode de construction adopté, il peut fournir des appareils pneumatiques, très-suffisants pour les usages ordinaires, à des prix très-bas.

M. Lacroix a également établi de petites pompes de compression pour les ateliers de verrerie et de cristallerie ; elles fonctionnent comme les pompes du même genre pourvues de pistons ordinaires, mais, avec cet avantage que la garniture, sous forme de membrane en caoutchouc, se conserve en bon état pendant très-longtemps, pendant plus d'une année, et que son remplacement s'effectue avec la plus grande facilité, sans nécessiter le concours d'ouvriers spéciaux.

En résumé, votre Comité pense que les pompes pneumatiques de M. Lacroix méritent d'être recommandées, au double point de vue de leur grande simplicité et des facilités qu'elles présentent pour l'entretien et la mise en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

état. En conséquence, il a l'honneur de prier le Conseil de remercier M. Lacroix de son intéressante communication et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin* en l'accompagnant d'un dessin.

Signé : A. DE FRÉMINVILLE, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 juin 1878.

LÉGENDE RELATIVE A LA POMPE PNEUMATIQUE DE M. LACROIX.

Les figures ci-dessous représentent, en section verticale passant par l'axe, le modèle de pompe pneumatique spécialement construit pour les verriers. Dans la figure 1, le piston est au repos, tandis que dans la figure 2, il est en mouvement.

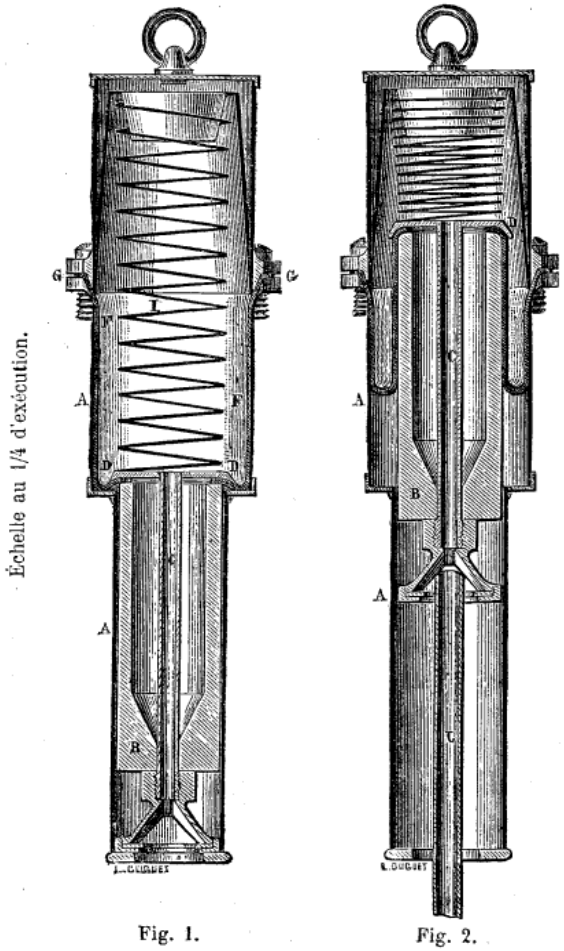


Fig. 1. Fig. 2.

AA, corps de pompe cylindrique en cuivre, surmonté d'un manchon de plus grand diamètre.

B, piston de forme allongée.

C, tube traversant le piston dans toute sa hauteur, et portant à son extrémité inférieure une embouchure vissée contenant un cône creux en caoutchouc, destiné à faire joint étanche avec la canne du verrier qui s'y applique.

D, disque recourbé à sa périphérie et surmontant l'extrémité supérieure du tube C.

F, membrane en caoutchouc, dont une extrémité est fixée et serrée par des vis entre les brides G du manchon du corps de pompe AA ; l'autre extrémité de la membrane est retenue à la partie supérieure du piston B par le disque D.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

I, ressort à boudin.

Lorsque le piston est en fonction (fig. 2) et l'embouchure en contact avec la canne J du souffleur, la membrane F se replie entre le piston et le manchon du corps de pompe, de sorte que l'air contenu dans l'espace où se trouve le ressort ne peut passer ailleurs que par le tube C pour se rendre dans la canne J.

(M.)

COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES.

Rapport fait par M. Th. DU MONCEL, *sur la* PLUME ÉLECTRIQUE *de* M. EDISON, *présentée par son représentant à Paris,* M. BEETLE, 9, *rue de la Bourse.*

Messieurs, la plume électrique de M. Edison a pour but de permettre à ceux qui s'en servent d'obtenir un nombre indéfini de reproductions de la minute qu'ils écrivent ou des dessins qu'ils tracent. Elle présente, en conséquence, les mêmes avantages que les appareils autographiques et les presses à copier, mais avec cette différence importante qu'elle peut fournir des milliers d'exemplaires, ce qui ne peut avoir lieu avec les presses à copier, et qu'elle n'exige pas un travail de report, de préparation et d'impression pour fournir les reproductions, comme cela a lieu quand on fait usage des appareils autographiques. Avec la plume de M. Edison, vous écrivez comme avec une plume ordinaire, seulement en employant un papier un peu mince et bien collé, et quand vous avez terminé, vous placez la feuille sur un châssis, et il ne vous reste plus qu'à la frictionner par derrière avec un rouleau imprégné d'encre grasse, pour obtenir immédiatement et sans autre préparation le fac-simile de votre minute.

Cet appareil, très-recherché aujourd'hui en Angleterre et en Amérique, surtout pour les circulaires n'exigeant pas un très-grand nombre d'exemplaires, se compose d'une sorte de porte-crayon, à la partie supérieure duquel est adapté un petit électro-moteur, lequel a pour fonction de faire accomplir à une aiguille passant à travers le porte-crayon un nombre considérable de mouvements de va-et-vient (de 150 à 180 par seconde), dont le résultat est une série de perforations du papier, partout où le porte-crayon a passé.

L'écriture se trouve donc reproduite de cette manière, par des contours troués tout à fait semblables à ceux qui sont obtenus avec la molette des dessinateurs de broderies, mais dans des conditions où il serait impossible d'em-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ployer cette molette d'une manière courante. Pour faire fonctionner cet appareil, on relie par deux fils extensibles l'électro-moteur à une pile à bichromate de potasse, de deux éléments, disposée de manière à n'entrer en activité que quand on fait usage de l'appareil. A cet effet, les zincs et les charbons sont soulevés au-dessus du liquide, en temps ordinaire, et ils n'y plongent qu'au moment où l'on écrit. Pour donner plus de durée et plus de constance à cette pile, on l'a disposée avec des vases poreux, comme une pile de Bunsen, et l'on emploie deux liquides, de l'eau et une solution de bichromate acidulé. On pourrait même substituer avec avantage à cette solution le liquide Delaurier, qui lui donnerait plus de durée et plus d'énergie.

Sans doute, l'emploi de cette plume n'est pas aussi aisé que celui d'une plume ordinaire ; il faut la tenir sur le papier presque verticalement, et le tremblement produit par les mouvements de l'électro-moteur se fait sentir. D'un autre côté, les traces fournies par la plume sont à peu près invisibles ; mais on s'y habitue facilement, et j'ai vu des personnes qui, après une matinée d'essais, pouvaient s'en servir couramment.

Quand la minute a été écrite, il faut, pour en obtenir la reproduction, deux dispositifs : 1° un châssis sur lequel la feuille doit être tendue, 2° un système encreur avec ses accessoires.

Le premier consiste dans une espèce de plateau en fonte supporté par des pieds, et sur l'un des côtés duquel est articulé un cadre muni d'un certain nombre de pinces à ressort, qui tiennent les bords de la feuille de papier comme dans de petites mâchoires. Cette feuille se trouve donc ainsi tendue, et si on place entre elle et le plateau de fonte une feuille blanche, il suffira de promener plusieurs fois, en appuyant, le rouleau imprégné d'encre grasse sur la feuille tendue, pour que l'encre, en pénétrant à travers les trous de l'écriture, vienne en fournir les traces sur le papier placé au dessous. Généralement la première épreuve vient mal, à cause des rébarbes des trous, mais la seconde et surtout les autres sont parfaitement reproduites.

Quant au système encreur, il consiste dans un rouleau tout à fait analogue à ceux employés dans l'imprimerie, mais de petite dimension, et qu'on recouvre d'encre en le roulant sur une surface de fonte où l'on a jeté un peu d'encre grasse liquide. Cette surface n'est, d'ailleurs, autre chose que le fond d'une sorte de boîte plate, qui constitue elle-même le tiroir du châssis dont nous avons parlé précédemment ; de sorte que tous ces appareils n'occupent en définitive qu'une place très-restreinte. Vous pouvez, du reste, juger de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PLUME ÉLECTRIQUE D'ÉDISON.

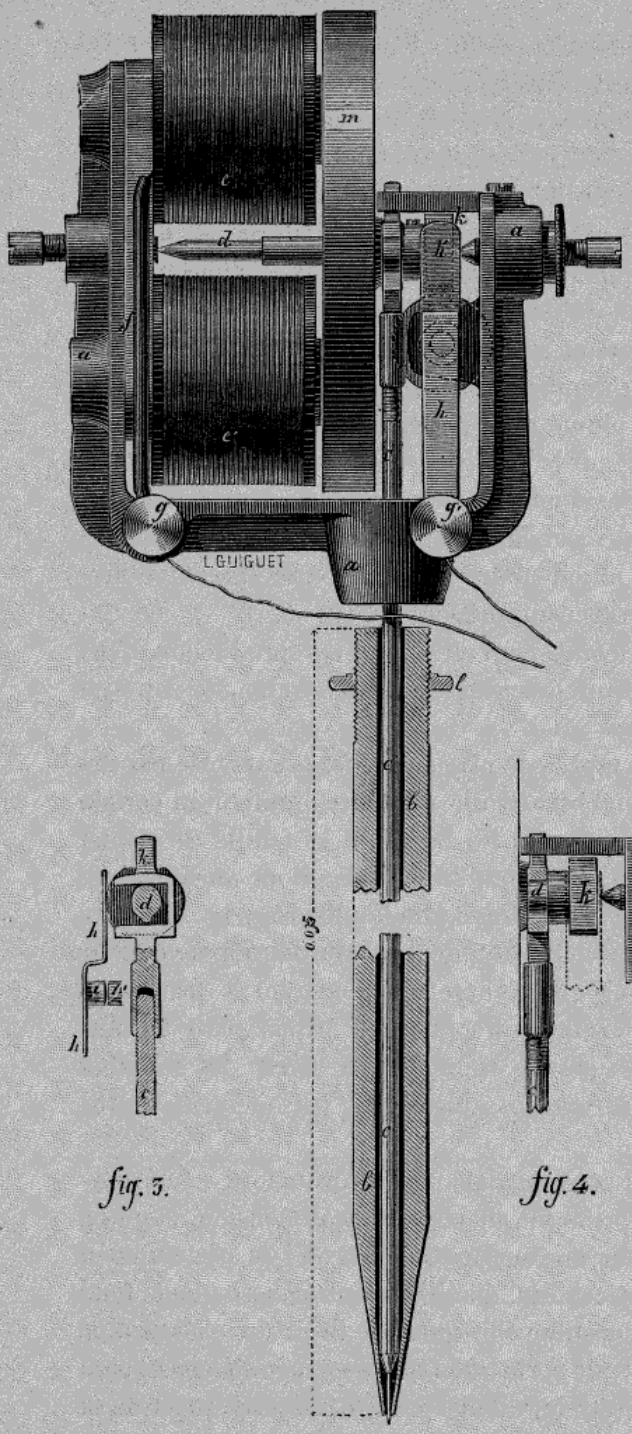


Fig. 1.

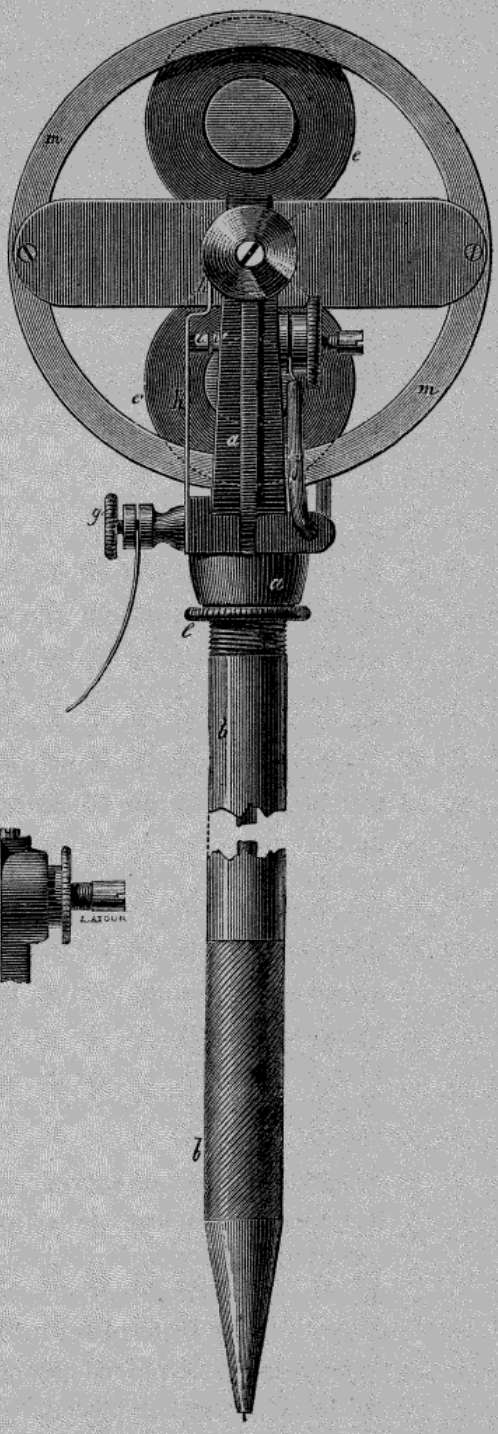


Fig. 2.

fig. 3.

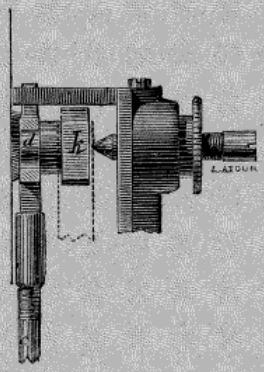


fig. 4.

Échelle de 1m,50 pour 1 mètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

perfection de ce système de reproduction par les spécimens que M. Beetle présente à la Société, et vous voyez qu'on peut même reproduire par ce moyen des dessins assez délicats.

En conséquence des résultats tout à fait pratiques obtenus par M. Edison, et de la manière ingénieuse dont son système a été combiné, votre comité des arts économiques vous prie, Messieurs, de décider que des remercîments soient adressés à M. Edison et à M. Beetle, son représentant, pour leur intéressante communication, et que le présent rapport soit inséré au *Bulletin* avec les dessins de l'appareil.

Signé : DU MONCEL, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 24 mai 1878.

LÉGENDE RELATIVE A LA PLUME ÉLECTRIQUE DE M. EDISON.

Fig. 1. Vue de la plume proprement dite dans un plan vertical parallèle à l'axe des bobines de l'électro-moteur ; dans cette figure, le porte-crayon renfermant l'aiguille perforatrice est dévissé et représenté en coupe.

Fig. 2. Autre élévation dans un plan vertical perpendiculaire à celui de la figure 1.

Fig. 3 et 4. Détails.

Pour expliquer plus clairement les différents organes de cette plume, les figures ont été faites à une échelle 1/2 fois plus grande que l'exécution.

a, petit bâti de l'appareil en forme d'un **U** à branches inégales.

b, porte-crayon creux, se vissant dans un renflement conique du bâti *a ;* il est strié en hélice vers le bas, dans la partie où il doit être tenu par la main, afin que les doigts ne glissent pas.

c, tige passant librement dans l'axe du porte-crayon et munie à son extrémité inférieure d'une aiguille destinée à percer le papier, par suite du mouvement d'oscillation verticale très-rapide que reçoit la tige ; celle-ci est d'ailleurs composée de deux parties vissée l'une à l'autre, dont la supérieure (fig 3) se termine par un petit cadre à trois côtés que soulève une came.

d, axe portant la came qui, par l'intermédiaire du petit cadre dont nous venons de parler, met en mouvement la tige *c* (fig. 3).

e, *e'*, bobines de l'électro-aimant, vissées à la longue branche du bâti *a*.

m, petit volant de l'électro-moteur, calé sur l'axe *d* au moyen d'une traverse diamétrale.

g, *g'*, boutons auxquels s'attachent les fils de la pile ; le courant qui arrive en *g*, passe directement dans la bobine supérieure *e* par le fil *f* recouvert de gutta-percha.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le courant qui se rend en g' arrive dans la bobine inférieure e', en passant par une lame de ressort mobile h, fixée à sa partie inférieure au bouton g', puis par deux petites pièces de contact i, i' (fig. 2 et 3), dont l'une i est fixée à la paroi intérieure de la lame h qu'elle suit dans ses mouvements, et dont l'autre i' tient à la courte branche du bâti ; de ce dernier contact i', le courant passe par le fil i et arrive enfin à la bobine e'.

k, autre came placée sur l'axe d (fig. 4), et dont la fonction est de repousser à chaque révolution de cet arbre la lame h et par conséquent d'écarter les deux pièces de contact i, i'.

l, bouton moleté, monté sur la partie vissée du porte-crayon b et servant, en le tournant dans un sens ou dans l'autre, à faire descendre ou remonter d'une petite quantité ce porte-crayon, de manière à faire sortir plus ou moins la pointe de l'aiguille.

La figure 5 est une vue perspective d'ensemble représentant d'une part la plume et

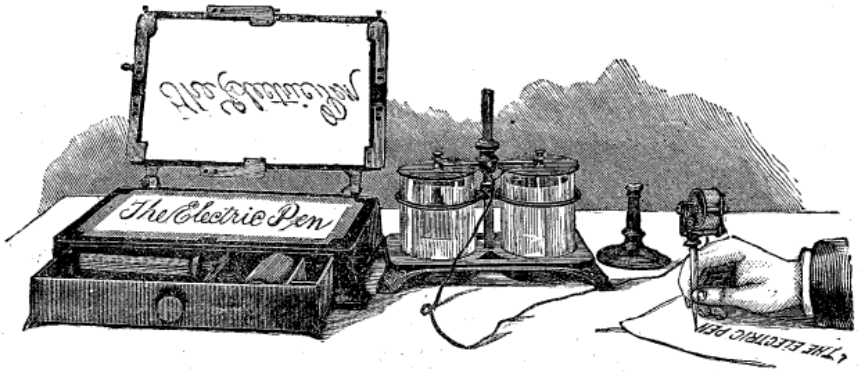


Fig. 5.

la pile qui met en mouvement l'aiguille perforatrice, et, d'autre part la petite presse et le châssis à charnières sur lequel on tend la feuille de papier perforée.

La plume, comme l'indique la figure, doit être tenue presque verticalement; quand on ne s'en sert pas, on la met sur un porte-plume en bois qui a la forme d'un chandelier.

La figure 5 montre également la presse venant de fonctionner. Le châssis qui porte le papier tendu, sur lequel on a écrit avec la plume, est ouvert et le plateau de la presse présente une feuille de papier, sur laquelle on vient d'imprimer les mots *The Electric Pen* qui ont été écrits. Au devant du plateau, est un tiroir ouvert qui montre la place qu'occupe le rouleau encreur quand il ne fonctionne pas.

Pour mettre le système en mouvement, la pile étant prête, il faut donner une première impulsion avec le doigt au volant de l'électro-moteur.

(M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BEAUX-ARTS APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE.

RAPPORT *fait par* M. DAVANNE, *sur le* PAPIER SENSIBLE, *dit Cyanofer, destiné à la reproduction des cartes, dessins et plans, présenté par* MM. PELLET ET COMP., *rue Bizet, 5, à Paris.*

Messieurs, le but général vers lequel doivent tendre les progrès de la photographie est de remplacer, par des réactions chimiques dues à l'influence de la lumière, le travail long, coûteux et parfois erroné, que l'on demande trop souvent encore à la main de l'homme.

La photographie, en effet, ne doit pas être considérée comme une application spéciale, mais bien comme un mode nouveau et général de reproduction pouvant s'étendre à tout ce que la lumière rend visible à nos yeux, et se réaliser par les moyens les plus divers.

Aujourd'hui, toutes les fois qu'il s'agit, non de créer, mais de copier, le premier sentiment est de recourir à la photographie et de lui demander un procédé exact, facile, rapide et économique.

Si, dans les conditions actuelles, il arrive parfois que l'exécution ne réalise pas les espérances conçues, on doit peut-être moins en accuser les méthodes photographiques qu'une application fausse ou un développement encore incomplet des moyens dont on peut disposer.

Dans cette voie des applications, les progrès sont rapides; de savants chercheurs, des industriels instruits et habiles trouvent à chaque instant, dans les ressources que leur offre la science, les moyens de tourner ou de lever les difficultés de la pratique : le procédé présenté par MM. Pellet et comp. en est un nouvel exemple.

La reproduction des cartes et plans, par les méthodes photographiques, semble *a priori* chose des plus simples et pourtant, entreprise depuis longtemps déjà, perfectionnée à plusieurs reprises, elle n'est pas encore employée d'une manière générale. Ce mode de reproduction présente, cependant, dans l'atelier de nos ingénieurs et de nos architectes, l'économie d'un travail fastidieux et coûteux, celui des calques faits à la main. L'autographie et l'impression lithographique remédient en partie à ces défauts, mais seulement s'il s'agit d'un tirage à nombreux exemplaires; lorsqu'il ne faut que quelques épreuves, ou si le dessin est très-compliqué, la photogra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

phie pourra seule donner une reproduction économique à l'abri de toute erreur.

Le problème étant posé, nous devons examiner dans quelles conditions il nous semble résolu.

S'il s'agit, non du calque d'un plan, mais d'une reproduction avec modification de l'échelle que l'on veut agrandir ou réduire, nous rentrons dans la série ordinaire des opérations photographiques exigeant l'emploi de la chambre noire et des objectifs appropriés, ainsi que l'ensemble des préparations nécessaires pour obtenir un cliché. Le cliché, toutefois, ne réalisera les conditions de rigoureuse exactitude qui sont indispensables, que s'il est l'œuvre d'un opérateur bien au courant des exigences de ce mode de travail. Le plus souvent ces reproductions devront être faites au-dehors, dans les ateliers photographiques spéciaux, car, seules, de grandes administrations pourraient avoir les installations, le personnel et le matériel voulus. Mais quand il s'agit de simples calques, on peut chercher des conditions plus faciles, supprimer tout ce travail de chambre noire et de clichés, et arriver à une reproduction directe du dessin par le dessin lui-même.

Dans ce cas, c'est le dessin qui servira de cliché, et il devra en présenter les qualités indispensables, c'est-à-dire la transparence, pour que la lumière le traversant puisse agir sur la surface sensible; l'opacité du trait pour que celui-ci fasse réserve contre l'action lumineuse ; la minceur du papier, pour que la lumière ne puisse, en se diffusant dans son épaisseur, altérer la netteté du trait. En effet, pour que l'épreuve photographique soit dans son vrai sens, il faut que la surface sensible soit séparée du dessin par l'épaisseur du papier ; si les deux étaient en contact face à face, la reproduction serait retournée.

Déjà, depuis un assez grand nombre d'années, l'industrie est en possession d'un mode de reproduction de ce genre, qui a rendu de notables services en donnant avec grandes facilités un décalque en traits blancs sur fond bleu.

M. Pellet a pensé qu'il serait préférable d'obtenir un trait bleu sur fond blanc, puisque la copie se rapprocherait mieux ainsi de l'original, et que, en outre, on pourrait ajouter facilement sur le fond blanc les diverses teintes conventionnelles.

Chimiste instruit et expérimenté, M. Pellet a trouvé la solution du problème dans le jeu des réactions chimiques, et il a utilisé les propriétés connues du cyanoferrure de potassium agissant sur les sels de peroxyde et de protoxyde de fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les expériences de M. Poitevin sur le mélange des sels de peroxyde de fer et de matières organiques, avaient prouvé une fois de plus que la lumière agit surtout comme agent réducteur, que, dans les circonstances appropriées, elle décompose avec la plus grande facilité des produits qui semblent présenter le maximum de stabilité, et le fécond inventeur avait basé, sur l'emploi d'un mélange de perchlorure de fer et d'acide tartrique, des méthodes entièrement nouvelles, par lesquelles il obtenait, comme par ses procédés aux bichromates alcalins, des épreuves inaltérables aux poudres colorées, des émaux photographiques cuits au feu de moufle et des impressions aux encres grasses.

Ces réactions fondamentales étant rappelées, la théorie de l'application nouvelle qu'en fait M. Pellet devient des plus simples : il faut couvrir le papier d'un mélange de persel de fer et de matière organique ; les parties de ce mélange, soumises à l'impression lumineuse, seront ramenées à l'état de protosel, l'action reste invisible ou peu visible, comme pour les procédés photographiques à l'iodure ou au bromure d'argent ; l'image formée est presque toujours latente, mais elle apparaît immédiatement en mettant la surface insolée en contact avec une solution concentrée de cyanoferrure de potassium ; celui-ci n'agit visiblemeni que sur les parties préservées de la lumière qui sont restées à l'état de persels de fer et se marquent aussitôt en bleu de Prusse ; l'action est invisible, au contraire, sur les parties insolées qui ont été réduites à l'état de protosels et ne donnent, avec le cyanoferrure de potassium, qu'un composé incolore.

Dans la pratique, le procédé est aussi simple qu'en théorie.

Du bon papier ordinaire est couvert avec une liqueur sensibilisatrice composée de :

Acide oxalique.	5 gr.
Perchlorure de fer.	10 —
Eau.	100 cc.

Ainsi que l'indique M. Pellet, l'acide oxalique pourrait être remplacé par tout autre acide végétal. La formule, donnée ci-dessus, peut varier suivant les papiers, suivant leur encollage et suivant la sensibilité désirée.

Pour subvenir aux besoins croissants de l'exploitation, MM. Pellet et comp. emploient un machine ingénieuse qui couvre régulièrement une seule face du papier avec la préparation ci-dessus ; on procède par rouleaux de 180 mètres qui, après préparation et séchage, sont divisés en longueur de 10 mètres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et livrés à la consommation. Actuellement la machine fait trois à quatre de ces rouleaux par jour, soit une moyenne de 600 mètres; avec une plus large disposition pour le séchage, elle ferait beaucoup plus. Le papier préparé semble conserver indéfiniment ses propriétés photogéniques; une expérience de six mois prouve qu'après ce laps de temps il n'a perdu aucune de ses propriétés.

Pour l'emploi, il suffit de placer le dessin à calquer dans le châssis-presse, le trait en contact avec la glace; on superpose une feuille de grandeur égale du papier *cyanofer*, on assure un contact exact par une pression suffisante et bien régularisée, puis on expose au jour.

La durée de l'exposition dépend de plusieurs causes :

1° De l'intensité de la lumière; au soleil 25 à 50 secondes peuvent suffire; à l'ombre ou à la lumière diffuse, ce temps peut varier de 6 à 40 minutes, suivant l'état de l'atmosphère;

2° De l'opacité du trait; si le dessin est très-opaque, la pose peut être prolongée sans inconvénient; si, au contraire, il est léger, la réserve qu'il produit contre l'action lumineuse n'étant pas complète, l'exposition à la lumière doit être de courte durée;

3° De l'opacité de la feuille sur laquelle le dessin est tracé; l'exposition devra être prolongée en raison de cette opacité.

C'est donc l'expérience qui doit déterminer la durée probable de la pose; on peut s'aider par l'emploi d'un photomètre ou par quelques essais faits en même temps, dans les mêmes conditions.

En tout cas, il serait bon dans l'exécution première du dessin de tenir compte des conditions nécessaires pour une facile reproduction.

La pose étant terminée, le papier sensible est retiré du châssis et plongé dans une bassine contenant une solution concentrée de cyanoferrure de potassium, 18 à 20 parties pour 100 d'eau; l'épreuve qui était invisible, ou à peine visible, apparaît immédiatement en bleu de Prusse; après un développement suffisant, on lave à l'eau pure avec soin, puis à l'acide chlorhydrique très-étendu pour enlever les sels de fer autres que ceux formant le dessin, et, après un dernier lavage, on laisse sécher.

Avec quelques châssis et quelques bassines de la grandeur voulue pour les reproductions à faire, un simple manœuvre peut obtenir, dans une journée, toute une série de calques; si ces derniers sont destinés aux chantiers ou aux ateliers, M. Pellet remplace le papier ordinaire par le papier fort, préparé dans les mêmes conditions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avec cette méthode, comme avec toutes celles qui nécessitent l'immersion dans l'eau, il se fait un léger retrait d'environ 3 millièmes au séchage, il est donc utile que toutes les parties du dessin soient rigoureusement cotées ou rapportées à une échelle subissant le même retrait, en attendant qu'un nouveau progrès nous donne des papiers invariables.

Ces procédés si simples rendront et rendent déjà de réels services aux dessinateurs, aux ingénieurs, aux architectes, aux conducteurs de travaux; ils sont faciles, courants, les applications sont susceptibles de prendre une assez grande extension.

En conséquence, votre comité des constructions et beaux-arts vous propose de remercier M. Pellet de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : DAVANNE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 14 juin 1878.

COMITÉ D'AGRICULTURE.

SUR LES FROMAGERIES DE LA FRANCHE-COMTÉ, PAR M. HEUZÉ, MEMBRE DU CONSEIL (1).

On fabrique dans la Franche-Comté trois sortes de fromages : le *fromage de gruyère*, le *fromage bleu* et le *fromage de chevret*. L'industrie fromagère a pris une grande extension dans les départements du Jura et du Doubs, depuis la création des voies ferrées et l'adoption du libre échange. On évalue à 20 millions la valeur des fromages fabriqués annuellement dans la province.

Cette industrie y est très-ancienne. Au XVI^e^ siècle, les religieux de la célèbre abbaye de Baume-les-Messieurs, près Voiteur, recevaient de chacun de leurs fermiers de la montagne un gros fromage de gruyère. En 1751, il existait une fruitière aux environs de Pontarlier. Les fruitières de Foncine-le-Haut sont aussi très-anciennes. Le 20 août 1769, l'intendant de la province statua que cette commune ne pourrait pas en posséder plus de trois. La supériorité des herbes des pâturages alpestres, l'incertitude où l'on est de

(1) Séance du 12 avril 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pouvoir cultiver avec profit le froment sur les montagnes, par suite de la rigueur du climat, rendent impossible tout autre spéculation agricole. Cette industrie, pendant longtemps, a appartenu exclusivement aux régions les plus élevées du Jura; mais depuis vingt ans environ, elle est descendue successivement jusque dans la plaine et dans les grandes vallées.

Une fromagerie ou *fruitière* est une société composée de producteurs de lait. Le plus généralement, les associations qui existent dans la province ont été formées par un consentement tacite et sans contrat entre les habitants d'une commune ou d'un hameau. Ces sociétés ont une durée illimitée et la mort, le retrait ou l'exclusion d'un ou de plusieurs de ses membres ne peuvent y mettre fin. Le siége de l'exploitation et le mobilier sont dans la servitude de l'indivision, et il ne peut être procédé à leur licitation que du consentement unanime des associés ou quand il n'y a pas assez de vaches pour faire fruitière.

Tout habitant de la circonscription d'une fruitière a le droit d'y apporter le lait de ses vaches, mais à la condition que ce soit en totalité, sans en distraire pour un autre emploi. Ce droit est fondé sur un usage très-ancien; il a été confirmé, en 1840, par un arrêt de la Cour d'appel de Besançon.

Ainsi, une fruitière est une association dans laquelle le lait est manipulé en commun, et dont les produits sont partagés proportionnellement aux quantités de lait fournies par chacun des associés.

Les fruitières qui existaient il y a un siècle, à Foncine-le-Haut, possédaient des biens en propre; elles étaient formées par écrit et pour une durée de vingt-neuf ans. L'assemblée générale des associés nommait, par élection, deux procureurs qui étaient seuls chargés de la surveillance du fruitier, de la vente des fromages et de l'administration de la société. Nul ne pouvait quitter une société pour se faire admettre dans une autre.

Les *sociétés privées* sont en petit nombre. Le fromage qu'elles fabriquent se fait à tour de rôle chez chaque sociétaire. On se trouve dans l'obligation, chaque fois qu'on déplace le lieu de fabrication, de transporter le mobilier nécessaire à cette industrie.

La Franche-Comté possède près de 1 700 fromageries ou fruitières, dont 1 050 dans le département du Jura, et 650 dans le département du Doubs. Le département de la Haute-Saône n'en possède que quelques-unes, parce qu'il fabrique principalement du beurre. Les *fromageries particulières*, au nombre de 530 dans le département du Jura, appartiennent à des agriculteurs possédant d'importants troupeaux de vaches. Il existe des fromageries

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans presque toutes les communes des cantons de Lons-le-Saulnier, Conliége, Orgelet, Voiteur, Champagnole, Moirans, Poligny, Salins, Villers-Forloy et Saint-Laurent, qui appartiennent au département du Jura.

Les *fruitières* sont ordinairement organisées dans des *chalets* plus ou moins rustiques et situés sur les hauts plateaux. Elles comprennent une grande cuisine, une chambre à lait et une cave à fromages. Dans ces bâtiments, la malpropreté et l'incapacité du fromager sont très-nuisibles aux intérêts de tous les associés.

Les *petites fromageries* sont alimentées par 40 ou 50 vaches; elles ne travaillent que pendant quelques mois ou seulement durant la belle saison. Les *grandes fromageries*, celles qui fabriquent chaque jour et presque toute l'année, reçoivent le lait de 150 à 200 vaches.

L'année, dans les fruitières, commence le 1er novembre. Les associés nomment un comité composé de cinq membres, qui élisent un président. L'année se termine le 30 octobre de l'année suivante. A cette époque, on règle et on solde les comptes. Les associés qui doivent payent à ceux qui ont prêté du lait. Le prix est fixé par le comité. Le premier fromage appartient au propriétaire qui a le plus grand nombre de vaches et qui est désigné par le comité; le second est la propriété de l'associé qui a apporté le plus de lait, et ainsi de suite. En général, le *tour* appartient à l'associé qui a à son avoir assez de lait (300 litres) pour faire un fromage, qu'il possède une, 20 ou 40 vaches.

Tous les fromages sont vendus en bloc, en deux fois. Ceux fabriqués du 1er décembre au 31 mai sont livrés ensemble à la vente. Les fromages fabriqués du 1er juin au 31 novembre sont tous vendus à la même époque. Aucun associé ne peut vendre un des fromages qui lui appartiennent, mais il lui est permis d'en prendre pour son usage. Chaque fermier peut aussi en garder un pour son propriétaire.

Dans beaucoup de localités, l'associé qui a droit au fromage a droit aussi au serai et à la recuite, à la condition de nourrir le fromager et de porter à la fruitière le bois qui est nécessaire aux opérations du jour.

Le lait, dans toutes les fruitières, est apporté soir et matin à une heure déterminée. Après avoir été examiné par le fromager, il est mesuré ou pesé et inscrit sur la taille ou le livret de l'associé. On le passe ensuite à l'aide d'un couloir pour le débarrasser des impuretés qu'il pourrait contenir, et on le verse dans un large baquet en sapin appelé *rendot* ou *réseau*. Le lait, qui a été livré la veille au soir, est écrémé le lendemain matin et mêlé au lait qu'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vient d'apporter. La crème ainsi *levée* appartient à l'associé qui a le *tour*, ou qui a droit au fromage.

Lorsque le moment est venu de faire le fromage, le *gruyérien* ou chef de la fruitière verse le lait dans une chaudière en cuivre ayant une forme spéciale. Ce vase est suspendu à une potence tournant sur elle-même, de manière qu'on puisse facilement la mettre sur le feu ou l'en éloigner. On élève ensuite la température du liquide de 25 à 40 degrés, suivant les saisons et suivant aussi la nature du lait. Quand on constate que le lait est suffisamment chaud, on éloigne la chaudière du foyer et on y verse la présure, en agitant le liquide dans tous les sens. Il faut en moyenne 3 litres de présure pour 400 litres de lait. Au bout de vingt à trente minutes, la coagulation de la masse est complète.

Dans la pratique, on *caille chaud* ou on *caille froid*, selon qu'on élève plus ou moins la température du lait. On *caille dur* ou on *caille mou*, suivant que la présure est forte ou douce. Quand on caille chaud, on hâte la fermentation de la pâte; lorsqu'on caille froid, on modère cette fermentation. En hiver, on caille chaud, promptement et un peu dur; en été, on caille froid, lentement et mou. Lorsque le lait est gras et qu'il n'a pas été écrémé, on caille chaud et dur. Plus le lait est maigre, plus il faut cailler froid et mou.

Trop de présure ou une présure trop forte ne permet pas à la masse caséeuse d'être bien liée.

Quand le caséum est formé, on enlève la pellicule qui surnage et on brise le caillé avec un bâton armé de pointes en bois appelé *brassoir*, *moussoir* ou *débatiou*, et à l'aide des mains. Aussitôt que la masse a été suffisamment travaillée et qu'elle est en grain, on remet la chaudière sur le feu, qui doit être très-vif et sans fumée, et au bout de cinq à dix minutes, suivant les circonstances, on l'éloigne de nouveau du foyer et on brasse encore le tout pendant environ un quart d'heure, puis on abandonne la chaudière pour que tous les grains se réunissent en une masse au fond du vase. Pendant cette opération, on élève la température du liquide de 45 à 65 degrés. En été, on chauffe jusqu'à 65 degrés et on brasse moins; en hiver, on chauffe beaucoup moins, mais on brasse davantage. En général, lorsqu'on chauffe beaucoup on brasse moins, et lorsqu'on chauffe moins on divise davantage. Dans les circonstances ordinaires, la cuisson du caillé dure de vingt à trente minutes.

Lorsque les grains sont agglomérés, ce qui a lieu ordinairement au bout de quinze minutes environ, on enlève la masse avec précaution et on la dépose dans la position qu'elle a prise dans la chaudière, sur un moule ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cercle en bois contenant un linge propre et placé sur un égouttoir. Il est essentiel que la pâte qui est très-élastique, ne dépasse pas le haut du moule de plus de 3 à 4 centimètres. Puis, immédiatement, on presse pour débarrasser le fromage du petit-lait qu'il renferme. On le retourne cinq ou six fois pendant les ving-quatre heures qu'il reste sous la presse. On change la toile chaque fois qu'on le retourne sur lui-même. Il est suffisamment pressé quand le linge reste presque sec ; le point essentiel, c'est de bien extraire le petit-lait. Les fromages suffisamment pressés et ayant une pâte jaunâtre et grasse se percent de trous ronds, grands et réguliers ; ceux qui ont été mal fabriqués et dont la pâte a été divisée en grains de millet, ont souvent une pâte blanchâtre et percée de petits trous ; on les nomme *fromages mille yeux* ou *fromages séchons*. On les vend à un prix moins élevé que le prix auquel sont livrés les autres fromages.

Quand le fromage a été suffisamment pressé, on le retire du moule, on le marque aux initiales de son propriétaire et on le porte au magasin pour commencer la salaison à l'aide de sel pilé et très-sec. Chaque jour on le retourne et on le soupoudre de sel. On a soin de ne jamais mettre sur la planche une surface humide. Dans ce but, l'après-midi, à l'aide d'un linge, on essuie les surfaces qui ont été salées dans la matinée afin qu'elles soient sèches le lendemain matin. Un fromage est salé quand il a absorbé de 2 à 4 pour 100 de son poids de sel. La salaison des fromages déposés dans un local chaud exige plus de sel que celle des fromages déposés dans une bonne cave. Cette salaison dure ordinairement deux mois en été et trois mois en hiver. A mesure que le sel s'incorpore à la pâte, le fromage blanchit et sa croûte prend de plus en plus de consistance. Pendant cette opération, on nettoie avec soin la surface des fromages et les tablettes sur lesquelles ils reposent.

La fabrication du fromage de gruyère exige une grande pratique. Elle est généralement facile pendant les mois de mars, avril et mai. Les mois de juin, juillet et août sont ceux pendant lesquels la fermentation est la plus prompte. Aussi, ordinairement, on caille froid, on chauffe le caséum jusqu'à 65 degrés, et on cherche à obtenir un grain moyen afin d'avoir un fromage ayant de beaux yeux. Les grandes chaleurs et les temps orageux imposent aussi l'obligation de bien laver les ustensiles à l'eau bouillante. La fabrication pendant les mois de septembre et octobre est plus facile qu'en été ; toutefois, comme le lait à cette époque est toujours plus butyreux, on doit cailler un peu dur à 35 degrés et employer de la présure forte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toutes choses égales d'ailleurs, le chauffage excessif du lait maintient la pâte molle et fait crevasser souvent les fromages ; en outre, un degré centigrade de chaleur de trop peut diminuer d'un kilogramme le poids d'un fromage de 30 kilogrammes. Le *fromage froid*, c'est-à-dire fabriqué avec du lait qui n'a pas été suffisamment chauffé, doit être soumis à une salaison plus prolongée que les autres.

La *présure* est préparée avec la *recuite* dans laquelle on fait infuser des caillettes. La recuite doit être à la température de 50 à 55 degrés quand on y introduit les caillettes. Chaque jour, on prépare une présure nouvelle. Celle qui n'a que vingt-quatre heures de préparation est moins forte que la présure qui a deux jours et surtout trois jours de date. A chaque fromage, on remplace la présure employée par de la recuite. Lorsque la caillette monte à la surface du liquide, la présure est trop forte ; on doit la jeter. On obtient de la présure forte avec de la recuite forte et des caillettes fraîches, et de la présure moins énergique avec de la recuite faible et des caillettes vieilles. Pour juger la force d'une présure, on en met un peu dans un vase quelconque et on y verse une petite quantité de lait : la promptitude avec laquelle se forme le caséum et son aspect, indiquent très-bien la force de la présure.

Les fromages, même ceux qui ont été bien fabriqués, sont sujets à des modifications ou altérations diverses.

Les *fromages gercés* présentent des fentes plus ou moins grandes. Les fromages très-gras sont surtout exposés à cette altération, qu'on évite souvent en chauffant davantage le lait. On doit éviter d'introduire du sel dans les gerçures, qui sont le plus ordinairement situées à la partie centrale du fromage. Les fromages gercés s'altèrent facilement.

Les *fromages lainés* sont ceux qui présentent des fentes intérieurement. Cette altération de la pâte est le résultat d'une fermentation qui s'est développée très-lentement. On l'observe principalement sur les fromages qu'on fabrique pendant l'automne et l'hiver. Pour l'éviter, on caille promptement et dur avec une température de 38 degrés et de la présure forte.

Les *fromages montés* sont ceux qui sont bombés sur leurs surfaces. Cet état se produit pendant les grandes chaleurs, et lorsque les fromages sont déposés dans des caves trop chaudes. Les *fromages à bords soufflés* sont ceux qui ont leur pourtour soulevé en forme de cordon. Ce défaut est le résultat d'une fermentation trop active. Ces divers fromages deviennent souvent excellents avec le temps.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les *fromages bréchés* sont ceux qu'on fabrique pendant les grandes chaleurs avec du lait aigri ou altéré par les orages. On doit cailler froid, employer une petite quantité de présure faible et brasser davantage. Le fromage ainsi fabriqué, est toujours plus pressé que les autres. Sa pâte est de qualité très-ordinaire.

Les *fromages éraillés* présentent des trous très-irréguliers. Ils proviennent d'opérations faites, pendant l'automne et l'hiver, avec du vieux lait. L'éraillure se produit sur les bords du fromage et rarement au centre. On évite cette altération en caillant chaud, promptement et dur.

On donne le nom de *fromages moisis* à ceux qui présentent des crevasses dans lesquelles se développent des moisissures verdâtres. Ces crevasses, comme celles des fromages gercés et des fromages lainés, laissent échapper un liquide âcre qui altère la pâte. En général, on vend le plus tôt possible les fromages ayant extérieurement des fissures, parce que, sous l'influence de l'air qui y pénètre, la pâte ne tarde pas à moisir et à se gâter.

Lorsque les fromages sont attaqués par des *mites* ou *cirons*, on les nettoie avec soin, on les lave avec de la saumure, et, quand ils sont secs, on les enduit d'une légère couche d'huile.

En général, les fromages fabriqués pendant l'été, et déposés dans des locaux où la température est très-élevée, exigent des soins journaliers presque minutieux et une très-grande propreté. Ils perdent dans les caves de 5 à 8 pour 100 de leur poids.

Les fromages de gruyère sont de trois qualités : le *fromage gras* que l'on fait avec du lait non écrémé est excellent; sa pâte est onctueuse; on le vend pour les tables riches; le *fromage ordinaire* ou *fromage demi-gras*, qu'on fabrique avec moitié de lait frais et moitié de lait écrémé au quart, au tiers, aux trois quarts, etc., suivant les localités et la nature du lait; le *fromage maigre*, qui est toujours fait avec du lait écrémé; sa pâte est dure et compacte. En général, moins le lait a été écrémé et plus la fabrication est difficile. C'est une faute de croire qu'on peut faire de bon fromage de gruyère en écrémant le lait. Pour gagner 10 francs de beurre, on perd 20 francs de fromage. Les fromages fabriqués pendant les mois de décembre, de janvier et de février, n'ont jamais ce goût de noisette qui distingue les fromages qu'on fait en mai et juin, en septembre et octobre.

La fabrication du fromage de gruyère demi-gras, qui est la plus usitée dans la Franche-Comté, est ordinairement bien comprise. En moyenne, on fabrique 1 kilogramme de fromage avec 10 à 12 litres de lait. 100 litres de lait don-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nent ordinairement 9 à 10 kilogrammes de fromage et 1 kil. 250 à 1 kil. 500 de beurre. Le lait est payé de 12 à 13 centimes le litre. Les fromages de gruyère de la Franche-Comté ont généralement de 55 à 60 centimètres de diamètre et 8 à 9 centimètres d'épaisseur; leur poids varie de 25 à 30 kilogrammes.

Dans toutes les fruitières, on fait du fromage tous les jours. Quand on en fabrique deux ou trois fois chaque jour, on dit alors qu'*on fait de deux tire deux* ou qu'*on fait de deux tire trois*. Dans le premier cas, les deux traites permettent de fabriquer deux fromages, et, dans le second, les deux traites fournissent assez de lait pour faire trois fromages.

Si le lait, à son arrivée au chalet, est reconnu naturel, il est mêlé aux autres; s'il est aigri, si on lui a ajouté de l'eau, s'il a été écrémé ou si on l'a fait bouillir, le fromager est en droit de le refuser. Le lait doit être encore chaud. S'il est froid, on est en droit d'admettre qu'il est de la veille et qu'il a été écrémé, à moins que la température de l'air ait permis d'envelopper les vases qui le contenaient d'un linge imbibé d'eau fraîche.

Le lait de chèvre que l'on ajoute au lait de vache augmente sensiblement la qualité du fromage.

Le *petit-lait*, que l'on fait chauffer jusqu'à l'ébullition après y avoir ajouté de l'*aisy*, fournit un deuxième produit qu'on appelle *serai* ou *serret*. Le liquide verdâtre qui reste dans la chaudière, et auquel on donne le nom de *recuite* ou *cuite* sert à préparer la présure et l'aisy, ou on le donne comme boisson aux vaches et aux bêtes porcines.

L'aisy se prépare en faisant infuser du cresson dans la recuite. On obtient de l'aisy fort avec de la recuite forte. Il faut pour cailler le petit-lait, provenant de 300 à 400 litres de lait, de 7 à 10 litres d'aisy.

Le fromage de gruyère fabriqué dans la Franche-Comté est évalué de 8 à 10 millions de kilogrammes. Le prix des 100 kilogrammes varie de 120 à 190 francs, suivant la qualité des fromages et la quantité importée de Suisse. Au prix moyen de 160 francs les 100 kilogrammes, la production annuelle moyenne représente une valeur totale de 13 à 16 millions.

Le *fromage de Septmoncel* est un excellent fromage à pâte marbrée de gris bleu; on le fabrique principalement dans les communes environnantes de Septmoncel et dans celles des cantons des Bonchoux et de Saint-Claude (Jura). Chaque fromage pèse de 3 à 8 et quelquefois 10 kilogrammes. Voici comment on le prépare : on mêle moitié lait de vache et moitié lait de brebis, et on y verse de la présure. Quand le caillé est formé, on enlève la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

crème qui surnage, on divise la masse caséeuse et on la met dans un moule percé de petits trous, puis on la presse légèrement. On la traite ensuite de la manière suivante : on remplit le moule de caillé et on pétrit le tout pour que le fromage soit veiné bleuâtre, nuance qui lui donne une saveur particulière. Quand le fromage est consistant, on le met tremper pendant quelques jours dans une eau saturée de sel, puis on le laisse égoutter sur de la paille, et quand il est bien sec, on le transporte à la cave et on le met de champ.

Le *fromage bleu de Septmoneel* ressemble au fromage de Sassenage ; sa pâte est sèche et persillée ; celui de Bellecombe est de qualité supérieure. On en fabrique annuellement 300 000 kilogrammes qu'on vend en moyenne 1 fr. 80 le kilogramme. Un kilogramme de fromage exige l'emploi de 12 litres de lait. Lyon consomme une partie importante de celui qu'on fabrique dans l'arrondissement de Saint-Claude.

Le petit-lait, dans cette fabrication, est chauffé. La pellicule qui se forme à sa surface est appelée *brèche* ou *grus;* elle sert à faire du beurre blanc et maigre. Le liquide, après cette opération, fournit encore du serai.

Le *fromage faux Septmoncel* ou *Septmoncel bâtard* est principalement fabriqué dans de petites fromageries appartenant aux communes de Mouthe, Chaux-Neuve et les Foncine (Jura). Il tient le milieu entre le fromage de gruyère et le fromage de Septmoncel. Il se compose de deux fromages superposés de même dimension. L'un est fait avec le lait du matin et l'autre avec le lait du soir. On opère de manière que la coagulation de ces liquides soit lente. Quand les deux fromages sont suffisamment pressés, on les noircit avec du noir de cheminée pour leur faire prendre le bleu ; on les réunit l'un sur l'autre, on les presse et on les descend ensuite dans la cave. Les fromages ainsi fabriqués se conservent longtemps, ils sont bons.

La production annuelle atteint 30 000 kilogrammes.

Le *fromage de chevret* se fait avec le lait de chèvre ; on le mange frais. On le fabrique principalement dans l'arrondissement de Saint-Claude. Sa pâte est jaune, élastique et souple. Quand le lait est coagulé, on met le caséum dans des moules carrés appelés *fermetta*. Après 6 ou 8 heures, on retire les fromages des moules, on les sale, et quand ils commencent à se ramollir, on les livre à la vente. Chaque fromage pèse de 120 à 150 grammes.

On évalue la quantité fabriquée annuellement dans les arrondissements de Saint-Claude et de Poligny à 60 000 kilogrammes.

En résumé, la valeur totale des fromages fabriqués annuellement dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les départements du Jura et du Doubs permet de dire que l'industrie fromagère est une des principales richesses de la Franche-Comté.

CHIMIE MÉTALLURGIQUE.

SUR LES PROCÉDÉS LES PLUS RÉCENTS EMPLOYÉS POUR LE TRAITEMENT DES MINERAIS DE CUIVRE PAR LA VOIE HUMIDE, PAR M. S. L. BENSUSAN.

(*Mémoire lu à la Société royale des Nouvelles-Galles du Sud*).

Je me propose dans ce Mémoire de passer en revue les principales méthodes dites méthodes *par la voie humide,* employées pour traiter les minerais de cuivre.

Bien que chacune de ces méthodes se recommande par un caractère spécial et par des avantages qui lui sont propres, il est incontestable qu'elles ont toutes en vue l'extraction du cuivre par les moyens les plus économiques. Parmi les chimistes qui s'occupent de métallurgie, les uns ont essayé de tirer parti des scories riches en cuivre; les autres ont cherché à réaliser non-seulement l'extraction du cuivre, mais en même temps celle des autres métaux de valeur qui sont associés avec lui dans un même minerai. Il en est quelques-uns qui ont tâché de perfectionner certains procédés dont l'application n'est possible que dans des conditions spéciales où les méthodes ordinaires ne sauraient être employées; enfin, dans certains cas où l'on se trouve en présence de mélanges compliqués de métaux et où l'extraction d'un seul ne serait pas suffisamment rémunératrice, on a parfois réussi à en obtenir plusieurs et à réaliser un bénéfice là où précédemment il y avait eu perte.

Dans les colonies australiennes, les considérations principales qui semblent devoir s'imposer tout d'abord en vue du traitement qui nous occupe sont le choix de procédés peu coûteux et surtout convenant bien non-seulement aux différents districts où on doit les appliquer, mais encore aux conditions spéciales dans lesquelles chacun d'eux se trouve placé; en outre, il est de toute nécessité que les opérations soient tellement claires qu'elles puissent être facilement comprises par tout le monde, et même par ceux qui ne sont pas du métier. Dans un pays comme celui-ci où la population est si dispersée et où l'on sait que le sol renferme tant de richesses métalliques, il est important que tout le monde soit renseigné sur le meilleur moyen de tirer parti de ces richesses; de là, l'idée qui m'est venue de publier ces notes.

Procéde à l'acide sulfurique.

Ce procédé qui est le plus simple et le plus connu, est employé dans le sud de l'Australie à la mine de Kapunda, autrefois très-réputée, où l'on traite un minerai ne contenant que 5/8 pour 100 de cuivre. Malgré cette faible proportion, les conditions du traitement sont des plus favorables, car on n'opère que sur des résidus provenant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la préparation mécanique du minerai; or ces résidus qui existent en tas de plusieurs milliers de tonnes, se composant principalement d'oxydes et de carbonates, n'ont pas besoin d'être désulfurés, et comme d'un autre côté on trouve sur les lieux un gisement très-riche de pyrites de fer, l'acide sulfurique est fabriqué sur place très-économiquement. Voici comment on opère :

On laisse digérer le minerai dans l'acide jusqu'à ce que tout le cuivre soit dissous, et on en ajoute successivement jusqu'à saturation de la liqueur; après un repos suffisant, on décante et la liqueur claire est reçue dans un large réservoir contenant de la ferraille, en présence de laquelle le cuivre est précipité sous forme d'une espèce de ciment et dans la proportion de 70 pour 100. La quantité de fer dissous dans les liqueurs neutres est égale, en poids, à un peu moins de celle du cuivre précipité. Le ciment de cuivre est vendu aux fondeurs, qui lui font subir un affinage et le coulent ensuite en lingots.

L'acide doit être chauffé et porté jusqu'à près de l'ébullition, au moyen d'un jet de vapeur; pour faciliter son action, les matières doivent être remuées.

En admettant le chiffre de 16 sh. (20 fr.) pour la valeur de l'unité métallique du cuivre et en se rappelant que le minerai ne contient que 5/8 pour 100 de métal, soit 6k,30 par tonne, la valeur brute du rendement d'une tonne est de 10 sh. (12 fr. 50); par conséquent, pour opérer avec bénéfice, il faut que le traitement comprenant le prix de l'acide, la main-d'œuvre, l'affinage du métal et l'usure des appareils, coûte moins de 10 sh. par tonne de minerai.

On ne doit pas s'attendre à trouver, dans les Nouvelles-Galles du Sud, de nombreuses régions où l'on puisse opérer dans des conditions aussi avantageuses que celles qui existent à la mine de Kapunda; mais il n'est pas impossible de rencontrer des cas où le même procédé ne puisse être appliqué avec profit, grâce à quelques modifications peu importantes, soit par exemple qu'il s'agisse de pyrites de cuivre d'une teneur de 2 à 3 pour 100, auquel cas ces pyrites serviront à la fabrication de l'acide sulfurique destiné à opérer sur le minerai après grillage.

Procédé à la chaux, dit procédé Snowdon.

Ce procédé se recommande par sa simplicité et par sa facilité d'application dans les régions d'un accès difficile situées dans l'intérieur du pays, c'est-à-dire sur les points où il ne serait guère possible non-seulement d'établir un atelier de réduction, mais de trouver des ouvriers capables, toutes choses d'ailleurs que ne comporterait pas la pauvreté des minerais auxquels s'applique particulièrement le procédé dont il s'agit.

Deux conditions sont indispensables à la réussite de ce procédé : 1° il faut que les minerais qu'on doit traiter soient en totalité ou en majeure partie des sulfures; 2° le calcaire doit se trouver sur place. Voici le mode d'opérer :

Le minerai contenant le cuivre pyriteux est d'abord broyé, puis mélangé avec une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

petite proportion de chaux éteinte (excédant rarement 5 pour 100); on humecte ensuite le tout et, au moyen d'une machine, on en fait des briques qu'on empile et qu'on soumet au grillage par une cuisson au rouge sombre. La chaux et les pyrites subissent une double décomposition, en vertu de laquelle le sulfure de cuivre est converti en sulfate et la chaux en sulfure de calcium. On soumet alors les briques au broyage dans l'eau, où le sulfate de cuivre se sépare immédiatement en vertu de sa solubilité. On fait successivement passer des tas de matière dans la même liqueur qui devient fortement acide, et qui dissoudra également tout oxyde pouvant se trouver dans le minerai ou s'être formé par suite d'un grillage imparfait. Après une digestion d'un certain temps, la liqueur est transvasée dans un autre réservoir où l'on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré qui précipite le cuivre.

Le produit résultant de cette opération contient 50 pour 100 de cuivre. La dépense totale exigée par le traitement étant d'environ 20 sh. (25 fr.) par tonne, y compris les frais d'exploitation du minerai qui sont de 10 sh. (12 fr. 50), il en résulte qu'un minerai d'une teneur de 2 pour 100 pourrait être traité avec profit s'il est abondant et d'une exploitation facile.

L'hydrogène sulfuré est obtenu au moyen du minerai même. Le procédé n'exige que des appareils simples et faciles à établir; un charpentier peut faire des réservoirs en bois dur, en ayant soin de n'employer aucun métal au moins pour l'intérieur et pour les joints; au lieu d'employer une machine pour mouler les briques, on peut les faire simplement à la main; le four pour la préparation de l'hydrogène sulfuré peut être établi rapidement, sur un plan donné, par un maçon quelconque. Le broyage du minerai est l'opération qui demande le plus de soin. On voit par ce qui précède qu'il ne faut pas de connaissances bien spéciales en métallurgie pour conduire l'opération, même sur une grande échelle.

Ce procédé tire son nom des monts Snowdon, où on l'applique en ce moment avec succès et où probablement tout autre n'aurait pas chance de réussir.

Procédé Hunt et Douglas.

Ce procédé se répand chaque jour davantage, en raison des avantages qu'il présente Les appareils qu'il nécessite sont simples et peu coûteux, et l'opération est facilement à la portée de tout ouvrier intelligent; les matières servant à l'extraction du cuivre ne nécessitent pas de grands frais et peuvent servir presque indéfiniment, à la condition de faire de temps en temps quelques additions pour réparer d'inévitables pertes; enfin l'agent de précipitation du cuivre est la ferraille, à laquelle on peut cependant substituer l'éponge de fer.

Lorsque le minerai contient du soufre ou de l'arsenic, on le broie et, après l'avoir passé dans un tamis contenant 40 trous au pouce linéaire ($0^m,025$), on le soumet au grillage. A la mine Knob, en Amérique, le bois qu'on emploie dans ce but ne coûte

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que 1 sh. (1 fr. 25) par tonne. Le minerai grillé est ensuite traité par une solution de sulfate de fer et de sel marin dans des réservoirs cylindriques, et le mélange chauffé à la température de 180 degrés Fahr. (environ 83° C) est remué à peu près vingt-cinq fois pendant les huit heures que dure l'opération. On laisse alors reposer, puis la liqueur claire est décantée, après quoi les boues sont conduites dans une cuve de dépôt. La liqueur chaude contenant le cuivre en solution est enfin traitée par de la ferraille, qui précipite le métal; cette précipitation demande vingt-quatre heures. Voici la théorie sur laquelle repose le procédé :

Le sulfate de fer et le sel étant dissous et mélangés, réagissent mutuellement l'un sur l'autre pour former du sulfate de soude et du chlorure de fer. En ajoutant à ce mélange du minerai de cuivre à l'état d'oxyde ou de carbonate (ou du minerai désulfuré par le grillage), le chlorure de fer réagit sur le cuivre qu'il transforme en chlorure et en bichlorure solubles, en même temps que le fer se précipite. En faisant ensuite passer la liqueur des chlorures sur du fer métallique, le cuivre se précipite et le chlorure de fer soluble étant régénéré est employé de nouveau pour agir sur de nouvelles charges de minerai.

Les frais de l'opération ne sont pas considérables et la perte à laquelle donne lieu le traitement est inférieure à 1/2 pour 100; en outre, on remarquera que les matières employées à l'extraction du cuivre peuvent servir plusieurs fois. La plus grande dépense, surtout lorsqu'on est éloigné de la mer, consiste dans le transport de la ferraille; cependant lorsqu'on a sur place de l'hématite en abondance, on la traite pour en faire une éponge qu'on substitue avantageusement à la ferraille.

La précipitation d'une tonne de cuivre demande environ 13 cwt (660 kilog.) de fer métallique ; c'est là une considération d'une grande importance, la liqueur cuivreuse étant en grande partie formée de bichlorure.

Au lieu de recourir à la double réaction du sulfate de fer sur le sel marin, on peut préparer le bain de chlorure de fer en dissolvant du fer dans de l'acide chlorhydrique ; pour cela, on devra employer un appareil en bois n'ayant aucune garniture métallique capable d'être en contact avec la liqueur. Dans le cas contraire, le bain tel qu'il a été expliqué plus haut, se prépare en faisant dissoudre 120 livres de sel (54^{k}, 35) ou bien 112 livres (50^{k}, 70) de chlorure de calcium sec avec 280 livres (126^{k}, 80) de couperose verte (sulfate de fer) dans 100 gallons d'eau (454$^{lit.}$,30) ; on ajoute 200 livres (90^{k}, 60) de sel marin ; avec ces doses on peut chlorurer et dissoudre environ 90 livres (40^{k}, 80) de cuivre.

Dans le cas où le minerai contient de l'or ou de l'argent, ce dernier est entraîné dans la solution cuivreuse, et peut être recueilli par digestion avec le cuivre métallique; quant à l'or, il demeure dans le résidu et se trouve ainsi, en l'absence du cuivre, dans un état qui permet de l'extraire facilement.

Considéré dans son ensemble, le procédé que nous venons de décrire ne présente rien de nouveau, car c'est celui de Robert Oxland, avec cette différence qu'il a été

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

perfectionné ; ce que l'on doit reconnaître c'est que MM. Hunt et Douglas lui ont donné une large application pratique..

Ainsi, c'est en avril 1868 qu'Oxland prit un brevet pour l'extraction du cuivre de ses minerais par l'emploi du chlorure ferrique ou de l'acide chlorhydrique. La précipitation du métal se faisait par le fer métallique et le bain était régénéré pour les opérations subséquentes. Cependant le brevet indique qu'Oxland faisait d'abord un premier lessivage, après lequel le minerai était séché au four, puis soumis à un second traitement; tandis que Hunt et Douglas extraient le cuivre par une seule opération, en n'en laissant que 1/2 pour 100 dans les résidus. On remarquera aussi dans leur procédé, que les matières servant de réactifs peuvent être transportées à l'état solide à toute distance, ce qui est un grand avantage et vient en ligne de compte dans le bas prix auquel revient l'extraction du métal.

Procédé Stephen H. Emmens.

En juillet 1875, M. Emmens prit un brevet pour un procédé économique d'extraction du cuivre et de tous les métaux de quelque valeur qui peuvent lui être associés dans un même minerai. Ce procédé comprend trois phases ou opérations :

1° Le grillage avec ou sans addition de sel pour oxyder ou chlorurer le minerai ;

2° Le lessivage à l'eau acide ou salée pour séparer les solutions métalliques ;

3° La précipitation des métaux dissous.

Dans la première phase, on ajoute du spath fluor ou chaux fluatée ; dans la seconde, on ajoute du sel (chlorure de sodium) ou du salpêtre et une quantité d'acide sulfurique suffisante pour produire l'acide chlorhydrique ou l'acide nitrique capable de dissoudre les métaux qui n'étaient pas auparavant à l'état soluble ; dans la troisième phase enfin, on fait passer la liqueur sur des pyrites de fer ou d'autres sulfures métalliques, dans le but de précipiter l'or et l'argent qui pourraient se trouver en solution ; on ajoute même quelquefois un peu de sulfate de fer pour favoriser cette précipitation. Cela fait, on verse la liqueur (suivant sa composition) sur du fer métallique, sur du cuivre, ou sur du zinc pour précipiter les métaux dans l'ordre qui peut convenir le mieux, et, enfin, s'il reste encore d'autres substances métalliques, la liqueur est traitée par un alcali qui les précipite. En dernier lieu, cette liqueur est concentrée ou évaporée jusqu'à siccité, en vue de retrouver les matières salines et de les faire servir à nouveau.

On emploie un jet de vapeur pendant la seconde et la troisième phases du procédé, afin d'en accélérer les réactions.

Quand le minerai contient de l'argent, on emploie de préférence du salpêtre au lieu de sel ordinaire pour éviter toute précipitation et perte pendant la seconde phase du procédé qui est le lessivage ; cependant si l'on ne peut employer que du sel, on doit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en mettre en quantité suffisante pour que la dissolution soit bien saturée et empêche toute précipitation.

S'il n'existe dans le minerai ni or ni argent, il sera inutile de faire passer la liqueur sur des sulfures métalliques.

Cette méthode passe pour présenter de grands avantages, surtout en Australie où l'on trouve le cuivre associé à d'autres métaux de valeur dans les mêmes minerais; or, jusqu'ici cette association avait été plutôt nuisible qu'avantageuse au traitement de ces minerais.

Procédé Claudet.

Le procédé Claudet est un des procédés économiques qui se recommandent pour le traitement de certaines sortes de minerais renfermant du cuivre et d'autres métaux précieux. Jusqu'ici il a été surtout appliqué avec succès aux pyrites cuivreuses contenant en moyenne 4 pour 100 de cuivre et 18 dwt (environ 28 grammes) d'argent.

Les pyrites sont grillées avec du sel ordinaire, qui convertit les métaux en chlorures solubles; les matières sont alors placées dans des cuves, et soumises ensuite à huit ou neuf lavages successifs dans le but d'extraire le cuivre et l'argent. Les trois premiers lavages emportent 95 pour 100 des métaux précieux; c'est là tout ce qu'on cherche à en retirer, le reste retournant aux cuves pour être traité à nouveau.

L'argent contenu dans la liqueur est précipité à l'état d'iodure par l'iodure de potassium; avant d'opérer, on prend le titre de la liqueur afin de n'employer que la quantité d'iodure de potassium voulue, et de prévenir les pertes; pour mieux assurer la décomposition du chlorure d'argent et afin de recueillir plus sûrement tout le métal précieux, on ajoute, en outre, une certaine quantité d'acétate de plomb en solution. Après avoir bien agité le mélange, on laisse reposer pendant quarante-huit heures, au bout desquelles on decante et on recueille la liqueur claire qui contient le cuivre. Le précipité d'iodure d'argent contenant une notable proportion de cuivre, on l'en débarrasse en le lavant rapidement avec de l'acide chlorhydrique dilué, après quoi on le décompose par le zinc qui permet de recueillir l'argent à l'état métallique.

S'il existe de l'or dans le minerai, il a suivi l'argent dans toutes ses évolutions; il a, comme lui, été dissous à l'état de chlorure, précipité ensuite par l'iodure de potassium et converti par le zinc en or métallique.

Le précipité se compose alors d'argent, d'or en petite quantité, de plomb (environ 60 pour 100), d'oxydes de fer et de zinc et d'une petite quantité de chaux et de cuivre; il n'y a plus d'iode, car il est resté combiné avec le zinc à l'état soluble, mais on peut l'en séparer pour le faire servir à d'autres opérations.

La liqueur cuivreuse dont l'argent a été retiré est conduite dans une autre cuve contenant du fer métallique, qui en détermine la précipitation.

A l'usine de Widness, le minerai traité ne contient par tonne qu'une once d'argent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(28 gr. 33) et 1, 50 grain d'or (0 gr. 097) d'une valeur de 2 sh. 10 d. (3 fr. 50). Le coût total du traitement d'une tonne est de 10 d. (1 fr. 00), et le bénéfice de 2 sh. (2 fr. 50) sur 30 000 tonnes traitées primitivement pour cuivre.

C'est en 1871 que le procédé a été mis en œuvre, et, dans cette première année, on a traité 16 300 tonnes de pyrites grillées. La dépense additionnelle occasionnée par l'extraction des métaux précieux a été de 416 liv. (10 400 fr.), tandis que la valeur de ces métaux, déduction faite des frais de fusion et d'affinage, a été de 3 232 livres (80 800 fr.).

Depuis lors, le procédé a reçu de larges applications et principalement dans le Cornouailles, où l'on a pu extraire avantageusement de très-petites quantités d'argent de minerais pauvres, qu'on ne traitait autrefois par la voie sèche que pour le cuivre seulement.

Dans la première phase du procédé, on obtient du sulfate de soude d'une grande pureté, et le fer des pyrites ne contenant aucune substance étrangère est recueilli dans un état de division très-fine ; on l'emploie avec avantage pour le polissage des glaces, et on en vend beaucoup pour les forges, où il sert à garnir la sole des fours à puddler.

Procédé Mindeleff.

Bien que la théorie sur laquelle ce procédé repose soit bien connue, le mode d'application qu'on en a fait le rend, en quelque sorte, nouveau. L'opération, telle qu'elle a été introduite en Amérique par l'inventeur même, un métallurgiste russe, consiste dans une nouvelle manière d'employer le carbure d'hydrogène pour réduire les oxydes, les sulfures, les arseniures, ainsi que les carbonates. On avait déjà tenté, à plusieurs reprises, d'opérer ainsi, mais sans réussir, lorsque M. Mendeleff est venu en Californie faire une nouvelle application sur des minerais de cuivre. Ces minerais étaient mis dans une cornue et chauffés jusqu'à siccité parfaite, après quoi, et lorsque la température était suffisamment élevée, on dirigeait sous pression un courant de carbure d'hydrogène ; l'appareil était muni d'un tuyau d'échappement, qui laissait passer lentement les gaz produits par la réaction. On dit que l'opération a bien réussi, et que le minerai parfaitement réduit a donné un cuivre qui n'a plus eu besoin que d'être raffiné.

Il serait, sans doute, prématuré d'exprimer une opinion sur la valeur de ce procédé ; mais il était utile d'en faire mention dans un travail de revue comme celui-ci, que l'auteur a cherché à rendre aussi complet que possible. On rappelle à ce sujet que, dans ces dernières années, quelques essais plus ou moins heureux ont été faits en Europe pour réduire le fer par l'application directe de l'hydrogène.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Procédé à l'ammoniaque.

Ce procédé, qui s'applique spécialement aux minerais contenant de l'argent, est dû à MM. Thomas Clarke et E. Smith. Si on est en présence de sulfures, on les grille pour les convertir en oxydes; en général, même après un grillage bien fait, il se forme toujours un peu de sulfates de cuivre et d'argent; le reste se compose d'oxydes et parfois d'un peu de cuivre métallique.

La masse grillée est alors traitée par du chlorure de chaux, qui s'empare de l'acide sulfurique pour former du sulfate de chaux, tandis que l'argent et le cuivre sont transformés en chlorures. C'est à moment qu'on ajoute de l'ammoniaque, lequel donne lieu à la formation de chlorure d'ammonium qui, avec l'ammoniaque restée libre, dissout le cuivre et l'argent, soit qu'ils se trouvent à l'état de chlorures, d'oxydes, de sous-sels, soit qu'ils existent en poudre métallique finement divisée.

La solution ammoniacale est ensuite placée dans un réservoir de platine contenant des plaques de cuivre en suspension, au contact desquelles l'argent se dépose; le cuivre qui se dissout ainsi, pour prendre la place de l'argent dans le bain, est facilement retrouvé pour servir à d'autres opérations.

Quand tout l'argent s'est déposé, la liqueur est dirigée dans un autre réservoir où, après avoir ajouté un peu de potasse caustique, on introduit de la vapeur surchauffée. Le cuivre est précipité à l'état d'oxyde, et l'ammoniaque expulsée est recueillie dans des condenseurs, d'où elle est retirée pour être employée ultérieurement.

Au premier abord, l'emploi de l'ammoniaque peut sembler très-coûteux, mais il n'en est rien, puisque, ainsi qu'on vient de le voir, on le retrouve sans grande perte et pour ainsi dire sans dépense. L'usure du platine du réservoir est insignifiante, et quant aux plaques de cuivre, elles se remplacent facilement, en même temps que le cuivre qu'elles ont perdu dans l'opération se retrouve toujours. Ce renouvellement dépend évidemment de l'importance des matières traitées; ainsi, pour un traitement journalier de 50 tonnes, les plaques n'ont besoin d'être changées qu'une seule fois en trois mois.

L'emploi du chlorure de chaux, dans le procédé qui vient d'être décrit, n'est évidemment pas applicable partout. En Angleterre cet emploi est avantageux, parce que le chlorure, obtenu comme sous-produit, n'est pour ainsi dire qu'un déchet de fabrication qui se vend à très-bas prix. En serait-il de même ailleurs, et surtout dans les Nouvelles-Galles du Sud? C'est ce qu'on ne peut dire *à priori*. Quoi qu'il en soit, si on ne devait traiter que des oxydes ou des carbonates métalliques, le chlorure de chaux ne serait pas indispensable; il en serait de même si on était en présence de minerais parfaitement grillés, et ne contenant ni sulfures ni sulfates.

Dans tous les cas, il est nécessaire que le minerai soit broyé en poudre fine et que toute gangue spathique soit éliminée, autant que possible, avant le traitement. Il va sans dire que le chlorure de sodium peut être substitué à celui de chaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'auteur de cette étude estime qu'on pourrait se dispenser de l'emploi de toute espèce de chlorure, en faisant simplement passer directement dans l'eau la charge de minerai au sortir même du four de grillage; les sulfates formés se trouvant immédiatement dissous et pouvant être repris ultérieurement, la masse, après un lavage soigné, pourrait être alors traitée par l'ammoniaque. Il est évident que plus la proportion de sulfates serait forte, moins il y aurait à employer d'ammoniaque et, par conséquent, moins coûteux serait le procédé, sans compter l'économie déjà réalisée par l'absence d'emploi d'un chlorure quelconque.

Autres procédés.

En outre des méthodes qui viennent d'être décrites, il en est encore quelques autres n'ayant d'autre valeur que celle qu'elles tiennent de circonstances toutes locales.

L'une des plus importantes est celle qu'on emploie en Angleterre, à l'usine de Edgeley Hill, où l'on traite, sur une large échelle, un minerai très-pauvre contenant à peine 2 pour 100 de cuivre. Ce minerai, après broyage, est attaqué par l'acide chlorhydrique et le cuivre dissous est précipité par de la ferraille. Ici, l'acide qu'on emploie est un sous-produit qui ne coûte pas cher; l'exploitation du minerai est très-facile; enfin la main-d'œuvre n'est pas élevée et la ferraille est à bas prix.

Bien que le mode de traitement des minerais cuivreux de Mansfeld soit bien connu, nous devons le noter dans un travail destiné, comme celui-ci, à passer en revue tous les procédés par la voie humide.

Les minerais de Mansfeld consistent en un schiste bitumineux, qui renferme de 1 à 4 pour 100 de cuivre. Ce schiste est grillé en tas, ce qui n'exige que peu de combustible, le bitume entretenant lui-même la combustion. Après grillage, on le traite avec du coke dans une espèce de cubilot ou fourneau à manche, d'où s'écoulent les scories et le cuivre à l'état de mattes; ces dernières subissent un nouveau grillage et repasssent ensuite au cubilot. Par suite de ces grillages successifs, de petites quantités de sulfures de cuivre sont transformées en sulfates qu'il est facile, grâce à leur solubilité, de séparer par des lavages successifs.

Si, par hasard, un peu d'argent est contenu dans le minerai, il suit le cuivre. Pour l'en séparer, on ajoute du plomb et l'alliage est chauffé lentement dans un fourneau; par suite de sa plus grande fusibilité, le plomb se sépare en entraînant avec lui presque tout l'argent. Pour cette liquation, les proportions doivent être d'environ 3/4 de plomb pour 1/4 de matte de cuivre. Comme, par suite de cette opération, il reste toujours un peu de plomb avec la matte, on fait passer l'alliage dans un appareil spécial où il est soumis à une température capable de faire ressuer le reste du plomb. En dernier lieu, on a une matte de cuivre poreuse très-facile à raffiner.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Conclusions.

Comme conclusions, je dirai que là où il s'agit d'un cuivre de bonne qualité et où il n'y a pas à se préoccuper d'autres considérations que celle de l'extraction du minerai, le meilleur mode de traitement à suivre est celui de la vieille méthode de fusion. Il faut bien le dire, tout le monde ne sait pas quels sont les obstacles avec lesquels on est aux prises lorsqu'il s'agit d'établir une usine à cuivre dans un pays nouveau; il faut compter avec l'insuffisance des constructeurs d'appareils, avec la difficulté de se procurer l'argile réfractaire, les fondants et le combustible, avec les mal-façons des briquetiers, avec le peu de connaissance technique des fondeurs, enfin, avec les dépenses considérables qu'exigent l'érection d'une usine et son entretien. Aussi ces notes ne s'adressent-elles pas à ceux qui, n'ayant pas toutes ces difficultés à vaincre, sont placés dans les conditions les plus favorables; elles sont, au contraire, destinées aux exploitants qui ont à leur disposition des masses de minerai dont la teneur est trop pauvre pour supporter les frais que nécessitent les procédés ordinaires de fusion, mais qui ont cependant assez de valeur pour qu'on cherche à en tirer parti.

Je ne me dissimule pas que mon travail eût été plus utile, si chaque procédé décrit avait été accompagné de son prix de revient. J'y avais songé en effet, et mon intention était bien, au début, de remplir cette lacune; mais je me suis trouvé, à cet égard, en présence de difficultés, dont la principale provenait surtout de ce que, dans chaque cas, le coût des matériaux et de la main-d'œuvre varie au point de rendre impossible toute espèce d'évaluation, même approximative; d'ailleurs, tout chiffre favorable à telle ou telle méthode ne manquerait pas d'être contesté par les partisans des méthodes rivales. Je dois donc me contenter d'établir, en général, que, en Australie, le traitement des minerais de cuivre, d'une teneur moyenne de 10 à 15 pour 100 et dont la gangue est favorable à la fusion, pourra coûter, pour la fusion à la houille, 2 sh. 6 d. à 3 sh. par tonne (3 fr. 10 à 3 fr. 75), soit environ 15 à 16 livres (375 à 400 fr.) par tonne de métal raffiné; si, au lieu de houille, on emploie de bon bois, tel que buis ou autre, d'un approvisionnement facile, la tonne reviendra à 20 ou 25 livres (500 à 625 fr.). Quant aux prix de la chaux, du fer, des agents chimiques, de l'argile, du combustible et de la main-d'œuvre, c'est chose qu'il n'est pas possible de fixer *à priori* pour une région quelconque de l'Australie, car, dans chaque cas, le sujet demande une étude spéciale.

Si les conditions étaient les mêmes partout, il serait possible de comparer la valeur des différents procédés décrits et de se prononcer sur celui qui pourrait présenter le plus d'avantages; mais telle méthode pourrait réussir dans certaines conditions locales, qui échouerait ailleurs si les conditions n'étaient pas les mêmes. Il appartient donc au chimiste seul de faire son choix, et de se rendre bien compte des circonstances dans lesquelles il se trouve placé pour opérer avec quelque chance de succès. Jusqu'ici, la métallurgie du cuivre a fait peu de progrès en Australie, parce qu'on s'est toujours

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

figuré que, pour le traitement du minerai, il fallait une fonderie; or, une fonderie est chose qui effraie, en raison des frais d'établissement qu'elle nécessite. Mais ne peut-on commencer sur une petite échelle, en essayant l'un des procédés par la voie humide que j'ai décrits? C'est là le conseil que je donne aux pionniers de l'Australie, et, pour peu qu'ils soient doués d'une dose suffisante d'intelligence et de courage, ils ne manqueront pas de réussir et de tirer profit des richesses minérales que renferme ce pays.

M.

ARTS CHIMIQUES.

DE L'INFLUENCE DES COULEURS COMPLÉMENTAIRES DANS LA DÉCORATION, PAR M. ROSENTHIEL.

On ne connaît aucune règle rigoureuse qui permette de désigner *à priori* les couleurs dont la juxtaposition produise sur l'œil un effet agréable,

Divers auteurs, tels que Gœthe, Rumford, Field, ont établi en principe, comme condition de l'harmonie, de deux ou de plusieurs couleurs, qu'elles soient complémentaires, c'est-à-dire qu'elles présentent dans leur ensemble les proportions respectives de lumières colorées nécessaires pour reproduire la lumière blanche.

D'autres, au contraire, basant leur opinion sur l'étude des tableaux de maître, arrivent à nier que cette condition soit utile à observer.

Tels sont Brucke, Schreiber, Bezold.

Ils reconnaissent que, si la vue simultanée de couleurs complémentaires, comme on les voit à l'aide d'instruments d'optique, est une sensation agréable, il n'en est plus de même quand il s'agit de couleurs matérielles.

Selon eux, l'assortiment de couleurs complémentaires ne procure aucune satisfaction esthétique, et leur emploi doit être nécessairement limité.

M. Chevreul, à qui l'on doit la découverte du contraste simultané des couleurs et de ses lois, n'est pas aussi exclusif. Il ne rejette pas leur emploi, et conseille même, pour rehausser l'éclat d'une couleur franche, de l'entourer d'un espace coloré en gris teinté de la complémentaire de cette couleur.

Dans son cercle chromatique, il a eu soin de placer les couleurs complémentaires aux extrémités d'un même diamètre, afin qu'il soit aisé de les retrouver pour les besoins de la pratique. Il considère cette disposition comme un des principaux avantages de ce cercle.

C'est en prenant comme point de départ l'ouvrage de M. Chevreul sur le contraste, que j'ai étudié l'emploi des couleurs complémentaires pour colorier les étoffes imprimées destinées à l'ameublement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les conclusions auxquelles je suis arrivé ne sont pas le résultat d'essais de laboratoire, et ne sont pas basées sur mon jugement personnel, ce qui, dans une question de goût, ne leur donnerait aucune autorité. Elles reposent sur une base plus solide.

L'imprimeur travaille pour le public qui sera son juge. Afin de s'éviter les déceptions coûteuses, il s'entoure d'un personnel possédant à un haut degré le sentiment de la convenance d'un coloris, et dont la critique le guide. La faveur avec laquelle la vente accueille ses productions vient ensuite en dernier lieu lui dire, si oui ou non il a trouvé une bonne combinaison.

C'est dans ces conditions, exceptionnellement favorables, que j'ai pu expérimenter sur une grande échelle, comme chimiste d'une des premières maisons d'impression de Mulhouse (MM. Thierry-Mieg et comp.), pendant les années 1871-1877.

Mes conclusions ont donc subi l'épreuve de la pratique industrielle, ce qui me permet de les présenter avec confiance, comme l'énoncé de faits suffisamment vérifiés.

Mais, si mon expérience m'a fixé sur la valeur des couleurs complémentaires dans la décoration, elle ne m'autorise à considérer les règles que je formulerai, que comme les premiers pas dans cette voie.

Le travail que j'ai l'honneur de soumettre à la Société a été interrompu depuis plus d'un an, et, me voyant dans l'impossibilité de le reprendre, je le publie malgré son état incomplet; peut-être réussirai-je à en provoquer la continuation par des personnes auxquelles leur situation permettra d'en tirer un parti utile.

Dans ce qui va suivre, je décrirai d'abord la méthode que j'ai employée pour déterminer les couleurs qui sont complémentaires; puis, je montrerai comment une couleur se modifie quand on l'éclaircit par du blanc ou quand on la rabat par du noir. A cette occasion, j'insisterai sur la distinction à faire entre le mélange des matières et le mélange des sensations.

Je ferai voir ensuite les applications industrielles des faits exposés dans ce Mémoire et je conclurai en donnant les règles que, selon moi, on peut suivre quand on veut colorier un dessin.

Détermination des couleurs complémentaires.

1. Parmi les méthodes utilisables pour déterminer les couleurs complémentaires, j'ai donné la préférence à celle des disques rotatifs, parce qu'elle est applicable aussi bien aux couleurs rabattues qu'aux couleurs franches, et qu'elle permet de déterminer les complémentaires, non-seulement par rapport à la lumière blanche, mais aussi par rapport à une lumière colorée quelconque.

Les couleurs sont peintes sur de petits disques de papier fort, découpés à l'aide d'un emporte-pièce spécial; ces petits disques sont fendus en partie selon un rayon, en partie selon une circonférence, ce qui permet d'en engager deux l'un dans l'autre et de faire varier rapidement l'angle relatif des secteurs, jusqu'au moment où, par la ro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tation rapide du petit disque autour de son centre, la surface paraisse d'un gris uniforme, parfaitement incolore.

2. Pour juger si le gris obtenu remplit réellement cette condition, il est indispensable d'avoir sous les yeux un type de comparaison, qui soit exactement à la même *hauteur de ton* que le gris produit par les deux complémentaires.

On y arrive par la disposition suivante :

Dans une caisse en bois, fermée de tous côtés, tapissée intérieurement de velours noir, est percé un trou.

Devant cet orifice circulaire, qui est d'un noir aussi parfait qu'il est possible de le réaliser, je place un secteur blanc (papier peint avec du sulfate de baryte pur) à angle variable. Celui-ci peut être mis en rotation rapide à l'aide d'un axe qui traverse la caisse et aboutit normalement au centre du trou.

Il se produit ainsi un gris, dont je fais varier à volonté le ton en modifiant l'angle du secteur blanc. Au centre du cercle, je dispose sur le même axe les petits disques fendus dont il a été question plus haut, colorés par les couleurs complémentaires. Par tâtonnement, on arrive rapidement à obtenir deux gris, qui, à la vue, paraissent identiques, quoique obtenus de deux manières si différentes.

En mesurant l'angle des secteurs, on connaît :

1° La proportion de deux couleurs qui reproduisent la lumière blanche ; 2° la quantité de lumière blanche reproduite.

Le principal intérêt de ces chiffres est de permettre de comparer entre elles toutes les couleurs qui ont même complémentaire, c'est-à-dire celles qui résultent de la modification par la lumière blanche ou par le noir, d'une seule et même couleur spectrale.

La suite fera ressortir l'utilité de cette comparaison. Toutes mes expériences sur l'harmonie des couleurs ne portent, en effet, que sur l'assortiment de celles qui sont complémentaires ou qui ont même complémentaire.

3. J'ai dit que l'un des principaux avantages des disques rotatifs était de permettre de déterminer les couleurs qui sont complémentaires par rapport à une lumière colorée quelconque.

En effet, des couleurs non complémentaires par rapport à la lumière blanche, produisent sur le disque rotatif une troisième couleur, nécessairement plus ou moins éclaircie par du blanc ou rabattue par du noir.

C'est ainsi que le violet et l'orangé produisent du rouge, l'orangé et le vert produisent du jaune, le vert et le violet produisent du bleu.

Chacune de ces couleurs peut être reproduite directement par un seul secteur coloré, servant de type, auquel on adjoint des secteurs blancs d'angle convenable, et que l'on met en rotation devant l'orifice noir. Cette manière d'opérer permet d'établir les relations numériques qui existent entre les couleurs qui ne sont pas complémentaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le fait, que deux couleurs peuvent donner naissance à une troisième fort différente par le mélange de leurs impressions, peut être utilisé dans bien des cas.

4. Les disques rotatifs peuvent servir à produire toutes les modifications d'une couleur franche à l'aide du blanc et du noir. Un secteur coloré par une couleur franche est placé devant l'orifice noir, plus ou moins masqué par des secteurs blancs ; par la rotation rapide du système, sa surface prend une teinte uniforme. En faisant varier les angles respectifs des secteurs colorés, blancs ou noirs, on obtient une infinité d'aspects, qui constituent autant de couleurs que j'appelle *dérivées* de la couleur primitive.

Ces dérivées sont définies par les angles des secteurs qui les composent.

Dans cette mesure il y a trois données dont une seule ne peut être établie que par rapport à un type arbitraire : c'est la couleur franche elle-même.

Pour introduire autant d'unité que possible dans mon travail, j'ai employé comme couleur franche, celle du premier cercle chromatique de M. Chevreul, dont la copie chromolithographiée se trouve dans le commerce. Pour que cette manière de classer et de définir les couleurs fût universellement applicable, il suffirait que des tissus teints en uni, selon les types du premier cercle conservés aux Gobelins, fussent mis en vente.

Le langage des traités spéciaux y gagnerait la précision qu'on regrette de ne pas y trouver.

5. Il est rare que l'on ait à colorier un dessin uniquement avec des couleurs franches. Le plus souvent on éclaircit ces dernières par du blanc ou on les rabat par du noir, selon que l'exige l'objet qu'il s'agit de représenter. Deux couleurs qui sont complémentaires avant cette modification le sont-elles encore après ?

L'expérience répond négativement, si on modifie une matière colorante par des matières incolores, qu'elles soient blanches, grises ou noires.

Elle répond affirmativement, quand la modification est obtenue par le mélange des sensations du blanc, du noir et du gris avec la sensation de la couleur. Ce point, qui est capital dans la question que je traite ici, va être bien établi par des preuves expérimentales.

Manière dont se modifie l'aspect d'une matière colorante, quand on la rabat par du noir ou qu'on l'éclaircit par du blanc matériel.

6. J'ai imprimé au rouleau, sur étoffe blanche, un orangé-jaune en fond uni. — La couleur (pâte colorée servant à l'impression) a ensuite été étendue de son volume d'un épaississant incolore, et le nouveau mélange imprimé à son tour. On a obtenu ainsi un orangé-jaune plus clair que le précédent.

J'ai continué à affaiblir la couleur par l'addition de matières incolores, en suivant une progression géométrique, et j'ai fait imprimer chaque mélange, ce qui m'a donné

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une succession de *tons* du même orangé-jaune, ce que M. Chevreul appelle une *gamme*. Je ne mélange pas, il est vrai, de matière blanche à une matière colorante ; j'applique des couches de cette dernière sur une surface blanche, couches qui deviennent de plus en plus minces à mesure que la matière colorante est plus délayée : c'est le fond blanc qui, paraissant à travers la matière colorée translucide, en affaiblit la couleur. Ce procédé est celui que l'on emploie en impression sur étoffe, quand on veut éclaircir une couleur ; c'est aussi celui que l'on emploie dans la peinture à l'aquarelle et en teinture.

Après avoir construit cette gamme, j'ai déterminé à l'aide du disque rotatif la complémentaire de chaque ton. *Elle a été différente pour chacun d'entre eux.*

Le *plus foncé* a pour complémentaire le premier *vert-bleu* du cercle chromatique de M. Chevreul.

Le ton suivant, obtenu en étendant, sur une surface égale, moitié moins de matière colorante, a pour complémentaire le deuxième *vert-bleu.*

Celui dont l'intensité est égale à 1/4 correspond au quatrième *vert-bleu ;* enfin celui obtenu par la couleur primitive amenée à un 1/8 d'intensité a pour complémentaire *le bleu.*

Le fait d'avoir mélangé la matière colorante avec le blanc de l'étoffe a donc considérablement altéré sa couleur. L'altération s'est faite de manière que les tons clairs se comportent comme s'ils étaient plus verdâtres, comme si la couleur primitive avait *perdu du rouge.*

Ce phénomène est général ; je l'ai constaté pour le bleu, le violet-rouge, l'orangé, le jaune. Il est maximum pour le jaune et le bleu ; minimum pour le rouge et le vert. Il est indépendant de la composition chimique de la matière colorante, ou de l'épaississant incolore employé. Qu'une couleur soit obtenue par des matières pulvérulentes, comme l'outremer, produite, ainsi qu'on le fait en impression, par vaporisage, comme les bleus au cyanure de fer, ou par teinture, comme l'indigo et les bleus d'aniline, toujours on constatera cette perte de rouge, qui sera d'autant plus grande que la couleur aura été plus affaiblie.

Le phénomène est encore bien plus marqué si l'on emploie des matières noires comme le noir de fumée, ou des matières blanches opaques comme la céruse et le sulfate de baryte.

Pour les matières noires le fait est bien connu, et M. Chevreul, qui le cite dans son ouvrage sur le contraste des couleurs, l'énonce en disant que le noir matériel agit souvent comme du bleu.

Je pense que l'effet de matières noires est un cas particulier du phénomène général que je viens de décrire, et qu'on peut énoncer ainsi :

Quand on affaiblit la couleur d'une matière colorante par des matières incolores (blanches, grises ou noires) le mélange est notablement plus vert que la matière colorante qui lui donne sa couleur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En conséquence : Deux couleurs qui sont complémentaires cessent de l'être dès qu'on a ajouté une matière incolore à l'une d'entre elles.

Les faits qui précèdent peuvent encore s'énoncer de la manière suivante : La couleur d'une matière colorante change dans de certaines limites, suivant l'épaisseur sous laquelle elle est vue. Sous une couche épaisse elle est plus rouge qu'en couche mince.

Ce phénomène est dû à une extinction graduelle des rayons les plus réfrangibles du spectre.

On s'en assure aisément en examinant le spectre d'absorption des matières colorantes solubles, sous différentes épaisseurs. A mesure que la couche de la dissolution colorée augmente, les rayons verts et violets s'éteignent; les rayons rouges sont ceux qui sont absorbés en dernier lieu.

Manière dont la couleur se modifie, quand on mêle la lumière colorée qu'elle émet avec la lumière blanche ou avec le noir absolu. (*Mélange des sensations.*)

7. Je couvre la surface d'un disque avec un secteur blanc et un secteur coloré en orangé-jaune, et je mets en rotation rapide autour du centre. Le disque prend une couleur uniforme qui est le résultat du mélange des sensations de l'orangé-jaune et du blanc vus simultanément.

Je fais copier cette couleur avec des matières colorantes couvrantes; on peint avec ces matières un petit disque que l'on place au centre du grand disque et l'on met en rotation rapide. Dans ces conditions, la comparaison est facile et, après quelques tâtonnements, on arrive à imiter parfaitement la couleur produite par la rotation du disque.

En faisant varier l'angle du secteur blanc par rapport à celui du secteur coloré, j'ai obtenu d'autres tons du même orangé-jaune, dont l'ensemble constitue *une gamme*.

Cette gamme est fort différente de celle obtenue par le mélange des matières qui est décrite dans le paragraphe 6. Les tons clairs paraissent notablement plus rouges que ceux de cette dernière gamme; ils paraissent même plus rouges que l'orangé-jaune d'où ils dérivent.

Pour m'en rendre compte, je l'ai comparée à la gamme du même orangé-jaune exécutée, sous la direction de M. Chevreul, par les habiles teinturiers des Gobelins. J'ai constaté que la différence est très-grande ainsi qu'on le voit dans le tableau suivant :

Gamme du disque rotatif.		Place occupée dans le cercle chromatique.	
Ton le plus foncé.		5e orangé	10e ton.
Ton obtenu par un disque couvert.			
d'un secteur de 18° de blanc et de	342° de couleur :	4e orangé	8e ton.
34°	326°	2e orangé	5 1/2 ton.
74°	286°	5e orangé-rouge	4e ton.
98°	262°	4e orangé-rouge	3e ton.
128°	232°	3e orangé-rouge	2e ton.
220°	140°	1er orangé-rouge	1er ton.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les tons clairs de la gamme du disque rotatif paraissent beaucoup plus rouges que la couleur qui a servi de point de départ; d'après le cercle chomatique de M. Chevreul, ils appartiennent à une gamme bien plus voisine du rouge. Pour rendre cette différence plus sensible, je citerai les chiffres suivants : Le 5e orangé 10e ton est obtenu par un mélange contenant par litre :

Jaune de chrome.	0k.196
Chromate rouge de plomb.	0k.191

C'est-à-dire sensiblement des poids égaux.

Tandis que le ton 1 de la gamme du disque rotatif est produit par :

Chromate jaune de plomb.	0k.0008
— rouge —	0k.0210

Ou 26 fois plus de chromate rouge que de chromate jaune.

En présence de cet aspect rougeâtre des tons clairs, j'ai dû me demander si le mouvement de rotation du disque n'introduisait pas un élément perturbateur dans la vue des couleurs.

L'expérience m'a appris qu'il n'en est rien.

En effet, au lieu d'opérer le mélange de la sensation du blanc et de celle de la couleur à l'aide du disque rotatif, on peut employer le prisme biréfringent; le résultat est identique.

Tous les tons de la gamme construite à l'aide du disque rotatif *ont même complémentaire.*

Donc la composition physique de la lumière colorée est la même pour tous;

Tandis que les tons de la gamme du cercle chromatique ont chacun une autre complémentaire, et dérivent en réalité d'une autre couleur.

Pour ce motif j'appellerai la première, la *gamme vraie*, elle représente le mélange des sensations; la gamme du cercle chromatique représente le mélange des matières. Cela résulte du reste de la définition qu'en a donnée M. Chevreul : « J'ai appelé, » dit-il :

« *Tons d'une couleur*, les différents degrés d'intensité dont cette couleur est sus-
« ceptible, suivant que la *matière* qui la représente est pure ou simplement mélangée
« de blanc ou de noir;

« *Gamme* l'ensemble des tons d'une même couleur. » (Mémoires de l'Académie des sciences, t. XXXIII, p. 5.)

8. Brucke a déjà observé l'apparence rougeâtre des tons clairs du bleu et du jaune, si on les mélange avec de la lumière blanche par le procédé Lambert. Le bleu lui a paru lilas, le jaune d'un orangé pâle. Il en tire cette conclusion singulière, que la lumière blanche se comporte comme si elle contenait un *excès de rouge*. (Brucke, *Physiologie der Farben,* p. 46. Leipzig 1866).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La conclusion que j'en tire est celle-ci :

Les tons clairs obtenus par le mélange des matières sont les seuls que l'on ait connus jusqu'à présent et qu'on ait employé dans les arts. Mais ils ne sont pas les vraies dérivées de la couleur qui a servi de point de départ, car ils ont tous une autre complémentaire, et ils sont trop verdâtres. Si nous sommes frappés de l'apparence rougeâtre des tons clairs de la gamme vraie, cela ne s'explique que par la comparaison inconsciente que nous établissons entre les tons de cette gamme et ceux que l'on obtiendrait par le mélange des matières. Notre jugement résulte d'un défaut d'habitude, d'un manque d'éducation de l'œil ; c'est un jugement erroné, car il procède de notre ignorance de la manière dont une couleur se dégrade en réalité.

9. Le procédé que j'ai employé pour mélanger la sensation d'une couleur à celle de la lumière blanche, peut s'appliquer aussi au mélange du noir absolu avec la même couleur. — Devant l'orifice noir, je place un secteur coloré et je mets en rotation rapide. Il se produit une teinte uniforme qui est tellement foncée, que, dans le plus grand nombre des cas, il m'a été impossible de la reproduire avec des matières colorantes couvrantes. Il n'y a que les étoffes teintes, et spécialement le velours qui puisse rendre cette vivacité jointe à tant d'intensité.

10. En mettant sur un disque des secteurs colorés, des secteurs blancs et des secteurs noirs, on peut obtenir d'une même couleur une infinité de dérivées que l'on l'on peut copier avec des matières colorantes, ainsi que je l'ai dit plus haut. Toutes ces couleurs présentent ce caractère commun, qu'elles possèdent même complémentaire que celle dont elles dérivent ; elles sont avec cette dernière dans des rapports numériques fort simples.

En effet, chacune des dérivées est définie par deux chiffres : L'angle du secteur coloré, et celui du secteur blanc. — L'angle du secteur noir est représenté par le nombre de degrés qu'il faut pour compléter le cercle. — Parmi toutes les combinaisons que l'on peut réaliser avec les trois facteurs qui définissent une dérivée, il y a un cas particulier à examiner, c'est celui où *l'angle du secteur coloré reste constant*, et où l'on ne fait varier que celui du secteur blanc et du secteur noir.

On obtient de cette manière des couleurs émettant la même quantité de lumière colorée par unité de surface.

Quoiqu'elles aient ce caractère qui leur est commun à toutes, la proportion du noir qu'elles contiennent leur donne un aspect fort différent ; celles où le noir domine sont les plus foncées et aussi les plus colorées ; celles où la lumière blanche est en majorité sont à la fois plus claires et *paraissent moins colorées*.

Cette différence d'aspect que possèdent des couleurs de même valeur chromatique est une ressource précieuse pour le coloriste, ainsi qu'on le verra plus loin. Elle provient de ce qu'une lumière colorée, quelque vive qu'elle soit, n'est qu'une fraction de la lumière blanche incidente. Cette dernière agira donc plus énergiquement sur l'œil que la lumière colorée dont l'impression est affaiblie d'autant ; tandis que le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

noir, qui est l'absence de lumière, laissera briller la couleur, quelque petite qu'en soit la quantité, dans tout son éclat, sans rien y ajouter qui puisse nuire à son impression sur l'œil.

11. Je viens de décrire les tons que l'on obtient en dégradant une couleur à l'aide du disque rotatif (avec du blanc ou du noir), comme étant notablement plus rouges que ceux que l'on a considérés jusqu'ici comme en représentant la dégradation.

Leur aspect offre encore une autre particularité dont je n'ai pas parlé, et qui ne manque pas de frapper quand on la voit pour la première fois; un exemple la fera comprendre.

Je couvre la surface d'un disque avec des secteurs dont l'un est blanc et l'autre coloré en bleu par de l'outremer.

En mettant en rotation rapide, la couleur résultante est un « lilas » passablement gris. Ce phénomène est connu depuis longtemps et considéré comme une anomalie.

Pour copier, avec des matières, cette couleur, il faut ajouter au mélange d'outremer et de sulfate de baryte du carmin de cochenille pour compenser la « perte de rouge » que subit l'outremer, puis encore du noir de fumée pour rabattre.

Ce ton clair possède même complémentaire que le bleu dont on est parti; il est, en conséquence, facile de démontrer qu'il émet toute la lumière colorée et la quantité de lumière incolore que le calcul indique.

Les données de ce calcul sont : 1° l'angle du secteur jaune complémentaire, qui produit le gris normal avec le bleu qui a servi de point de départ, et l'angle du secteur blanc qui définit ce gris; 2° l'angle du secteur bleu et celui du secteur incolore qui a servi à la synthèse de ce dérivé.

A l'aide de ces données on calcule :

1° L'angle du secteur jaune qui reproduit le gris normal avec le dérivé; l'angle du secteur blanc qui définit ce gris.

L'expérience est d'accord avec le calcul, ainsi que cela résulte du tableau suivant, dans lequel se trouvent inscrites en tête les données relatives au bleu qui a servi de point de départ et, dans la première colonne à gauche, les données relatives à la synthèse du dérivé.

Valeur du bleu ayant servi de point de départ :

228° de bleu + 72° de jaune reproduisent un gris représenté par 84° de lumière blanche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPOSITION du dérivé du bleu.	EXPÉRIENCE.		CALCUL.	
	Secteur jaune.	Secteur blanc.	Secteur jaune.	Secteur blanc.
Bleu 349° / Blanc 11°	70°	90°	70°	90°
Bleu 338° / Blanc 22°	68°	102°	68°	99°
Bleu 315° / Blanc 45°	62°	110°	63°	112°
Bleu 270° / Blanc 90°	54°	146°	57°	146°
Bleu 180° / Blanc 180°	46°	216°	40°	206°

L'expérience et le calcul marchant d'accord, l'on en conclut que le dérivé contient, en réalité, tout ce qu'on y a introduit en fait de lumière colorée et de lumière blanche. Par le mélange des sensations à l'aide du disque rotatif, il ne se produit rien d'anormal ; aucune influence perturbatrice ne vient compliquer les phénomènes.

Il ne disparaît ni lumière blanche ni lumière colorée par le mouvement de rotation, et si le dérivé paraît plus gris que la couleur qui a servi à l'obtenir, c'est que cette couleur absorbe elle-même une partie de la lumière blanche incidente.

12. Cette absorption de lumière blanche par les matières colorantes ne peut être mise en doute ; car deux couleurs complémentaires reproduisent sur le disque du *gris*, qui, pour le cas particulier, est défini par un secteur blanc de 72°, tandis que, en réalité, si elles représentaient, à elles deux, tous les éléments de la lumière incidente, elles devraient produire un gris défini par un secteur blanc égal à $1/2 \times 360°$, c'est-à-dire 180°.

Les diverses matières colorantes, dont la couleur est considérée comme franche, absorbent, de cette façon, des proportions différentes de lumière blanche ; l'outremer et le carmin de cochenille donnent des dérivés bien plus gris que l'orangé et le jaune de chrôme. L'aspect des gammes, obtenues par le disque rotatif, dépend de la pureté de la couleur de la matière qui a servi à colorer le secteur, c'est-à-dire que chaque matière colorante se dégrade d'une manière qui la caractérise.

Les dérivés, que l'on obtient à l'aide du disque rotatif, ne paraissent gris que par comparaison avec ce que l'on obtiendrait en mêlant la matière colorante avec une matière blanche. *Par ce mélange on obtient, en réalité, des couleurs plus pures que celle de la matière dont on est parti.*

13. Cette proposition est facile à démontrer.

Cependant, cette démonstration ne saurait s'appliquer qu'à des couleurs ayant même complémentaire, car elles seules ont une commune mesure. En étudiant l'action des matières blanches sur les matières colorantes, j'ai dû ajouter à cette dernière, pour compenser la perte de rouge, une matière colorante plus rougeâtre, en proportions d'autant plus fortes que la quantité de matière blanche était plus considérable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La démonstration ne peut donc être faite pour une seule matière colorante, mais pour un mélange de deux matières que j'ai, du reste, choisies d'une couleur très-voisine.

Avec de l'outremer et du vert Guignet, j'ai composé un bleu complémentaire d'un jaune. J'en ai construit alors des tons clairs, en ajoutant au mélange des quantités croissantes de sulfate de baryte, et, pour compenser la « perte de rouge, » de l'outremer d'une nuance violacée. J'ai obtenu, ainsi, une gamme dont tous les tons sont complémentaires du même jaune. J'ai déterminé pour chaque ton de cette gamme, 1° les surfaces relatives de bleu et de jaune qui reproduisent le gris normal; 2° la quantité de lumière blanche contenue dans ce gris.

Le tableau suivant donne les résultats de l'expérience; il est formé de quatre colonnes. La première contient le numéro d'ordre du ton, en commençant par le plus clair; la deuxième et la troisième contiennent le nombre de degrés des secteurs jaune et bleu, qui reproduisent le gris normal; la quatrième donne, en degrés, l'angle du secteur blanc qui définit le gris obtenu.

Numéros.	Jaune.	Bleu.	Blanc.
1	55	305	304
2	84	276	266
3	110	250	234
4	116	244	198
5	120	240	180
6	124	236	160
7	124	236	148
8	124	236	136
9	110	250	110

A première vue, il semblerait que le bleu, éclairci par du blanc, devrait devenir de plus en plus pauvre en rayons colorés, les tons les plus clairs contenant moins de matière colorante que les tons foncés; il n'en est rien, cependant. Le tableau montre qu'à mesure que le bleu s'éclaircit, il faut plus de lumière jaune pour le neutraliser; les tons 4 à 8 émettent, à surface égale, plus de rayons bleus que le ton 9, qui est le plus foncé.

Le maximum est atteint par les tons 6, 7, 8; puis la quantité de lumière bleue diminue de nouveau en repassant par les mêmes valeurs, de telle sorte que l'un des tons les plus clairs, le 3e, émet, à surface égale, autant de lumière bleue que le ton le plus foncé, quoique l'aspect en soit très-différent.

Ce que je viens de démontrer pour l'outremer et le vert Guignet est général pour toutes les matières colorantes.

14. L'aspect gris des dérivés de la couleur d'une matière colorante, par la lumière blanche, n'est pas une anomalie. Tout se passe, au contraire, régulièrement; à l'aide

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la complémentaire commune qui sert de mesure, on retrouve dans le dérivé tout ce qu'on y a introduit. Le mélange des sensations donne la vraie dégradation d'une couleur.

Il n'en est pas de même du mélange des matières.

Quant à une substance colorée on en mêle une autre incolore, on en modifie la couleur doublement : 1° on la verdit, c'est-à-dire on en altère la nuance ; 2° on en exalte, dans une mesure impossible à prévoir, le pouvoir colorant.

De l'harmonie des couleurs.

15. Le résultat scientifique du travail que je viens de résumer est d'établir une distinction entre la dégradation d'une couleur par le mélange de matières, et celle que l'on obtient par le mélange des sensations.

Cette distinction n'est pas faite dans les ouvrages qui s'occupent de la science de la couleur, et toutes les discussions que l'on y trouve sur les combinaisons agréables à l'œil sont basées sur le résultat du mélange des matières, base qui manque de valeur scientifique, ainsi que je l'ai démontré.

Dans ce qui va suivre, je ne parlerai que des dérivées obtenues par le mélange des sensations, qui sont les seules dont on doive s'occuper quand il s'agit d'étudier les propriétés de l'œil et les jugements qu'il porte sur une association de couleurs.

Afin de pouvoir m'en servir d'une façon courante, j'ai préparé d'avance la copie d'un grand nombre de dérivées des couleurs franches les plus fréquemment employées.

16. Pour abréger, je suppose connus les travaux de M. Chevreul sur le contraste, et je me servirai du langage qu'il a adopté quand il a créé son cercle chromatique. J'y ajoute les expressions suivantes : le mot *groupe* désignera l'ensemble des dérivées d'une couleur franche, telles qu'on les obtient à l'aide du disque rotatif ; le mot *série* s'appliquera à l'ensemble de *deux groupes* de *couleur complémentaire*.

Dans le principe établi *a priori* par Gœthe, Rumford, Field, il y a deux propositions distinctes que je vais examiner successivement :

1° Les couleurs doivent être, par leur *qualité*, complémentaires ;

2° Elles doivent l'être aussi par leur *étendue*, c'est-à-dire être représentées, dans la combinaison chromatique, en proportions telles qu'elles reproduisent la lumière blanche.

17. La première proposition se démontre par les exemples suivants :

En 1870-1871, on m'a présenté un dessin à fleurs grises sur un fond noir, dans lequel l'unique couleur franche était l'orangé-jaune, coloriant quelques ornements accessoires. Ce dessin devait être reproduit, par l'impression, sur une étoffe destinée à l'ameublement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'ensemble, tel que l'artiste l'avait conçu, était, une fois reproduit sur tissus, extrêmement incolore, et le succès du dessin compromis.

L'occasion me parut bonne d'essayer d'assortir des couleurs complémentaires. Je remplaçai le gris normal des fleurs par le gris vert-bleu, complémentaire de l'orangé-jaune.

Au noir, formant la taille douce, je substituai un orangé-jaune très-rabattu et très-foncé. L'effet de cette modification fut excellent. Les fleurs et les ornements acquirent, sur le fond noir, quelque chose rappelant l'éclat métallique, et le succès obtenu par la vente vint pleinement justifier le principe qui avait été appliqué.

A la suite de ce début encourageant, j'ai continué à assortir des couleurs complémentaires toutes les fois que le sujet s'y présentait.

18. Par exemple, un dessin à trois couleurs représentait des fruits et des oiseaux de fantaisie. On imprimait d'habitude un orangé-jaune, un noir et un brun cachou, coloris classique adopté par la vente depuis fort longtemps. Je réussis à lui donner plus d'éclat, et aussi plus de valeur, en remplaçant le cachou par le vert-bleu complémentaire et rabattu.

Dans d'autres dessins à peu de couleurs, l'emploi de couleurs complémentaires franches, juxtaposées, combinées avec leurs dérivées, m'a permis d'obtenir des effets nouveaux et heureux : témoin les échantillons d'étoffes imprimées par MM. Thierry, Mieg et comp., à Mulhouse, pendant les années 1871-1877.

19. Pour réussir avec ces couleurs complémentaires, il y a pourtant une condition essentielle à observer : c'est de donner aux objets la couleur qui convient à leur nature. C'est-à-dire que, s'il entre des fleurs dans la composition, il ne faut pas chercher à leur donner des couleurs complémentaires, si elles ne leur conviennent pas, mais bien une couleur qui rappelle celle qu'elles ont dans la nature. Les assortiments complémentaires ne sont applicables, d'une manière certaine, qu'aux objets de fantaisie.

20. Il y a pourtant des exceptions à cette règle. Je citerai un petit médaillon, représentant des amours, vus sur un fond de paysage, qui se trouve dans l'un des dessins pour ameublement.

Pour bien mettre en relief le sujet principal, qui a reçu la couleur qui lui est propre, celle de la *chair,* j'ai colorié le sol avec un brun du même groupe que la chair, et le ciel non par un bleu, mais en gris de la même série, c'est-à-dire vert-bleu.

Quoique le brun ne soit pas la couleur propre au sol, ni le gris vert-bleu celle du ciel, l'effet n'en est pas moins harmonieux, et le coloris ne choque nullement l'esprit, parce que ce médaillon porte bien évidemment le cachet d'un motif d'ornement et non celui d'un tableau,

21. C'est ici le moment de relater une observation fort curieuse, que j'eus l'occasion de faire dans le courant de ce travail.

En classant, à l'aide du disque rotatif, les couleurs employées dans l'industrie des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toiles peintes, afin de réunir entre elles celles qui sont complémentaires, et de trouver la place qui convient à chacune dans le cercle chromatique, j'ai constaté qu'elles se répartissent d'une manière fort inégale dans cette construction, ce qui est un indice montrant que certains groupes de couleurs sont préférés à d'autres pour l'ameublement.

Les groupes les plus fortement représentés étaient ceux voisins de l'orangé-jaune, notamment celui du 5e orangé.

Mais le groupe complémentaire faisait défaut, l'industrie ne possédant pas un bleu assez verdâtre. Les bleus employés alors, l'outremer et le cyanure de fer (bleu de France) sont complémentaires du 1er ou du 2e jaune.

Industriellement, ces bleus étaient assortis à l'orangé-jaune, ce qui donnait un ensemble trop rouge. Je crus le rectifier, en substituant à l'orangé-jaune le jaune complémentaire de ces bleus, ainsi que les couleurs du même groupe.

Ce jaune est représenté à peu près par le chromate neutre de plomb. Je ne fus pas heureux dans ce choix, car le coloris fut jugé comme *meublant fort mal*, et rejeté par conséquent.

Je pouvais croire que je m'étais trompé en donnant la préférence aux couleurs complémentaires. J'eus l'idée alors de renverser le problème. Au lieu de prendre comme point de départ le bleu employé à cette époque (1871-1872), et d'y assortir le jaune complémentaire, je partis de l'orangé-jaune et j'y assortis la complémentaire, le vert-bleu. L'effet de cet assortiment fut trouvé très-agréable, meublant bien, et préféré à la combinaison, seule employée jusque-là, du bleu de France avec l'orangé-jaune.

Cette expérience, que j'ai répétée depuis, souvent et dans des circonstances diverses, m'apprit que certaines séries de couleurs se prêtent mieux que d'autres à l'ameublement, et que, notamment, l'*orangé-jaune* joue, sous ce rapport, un rôle tout particulier.

22. Je n'ai pas tardé, comme on va le voir, à en trouver la raison. Partant de cette idée, que l'étoffe pour ameublement doit former, par sa couleur, un assortiment agréable avec celle du bois des meubles, j'entrepris de classer les bois de placage à l'aide des disques rotatifs, et de déterminer la complémentaire de leur couleur.

J'ai trouvé ainsi que le palissandre et l'acajou appartiennent au groupe du 5e orangé, le chêne et le noyer non verni au 2e, l'érable au 3e ou 4e orangé-jaune.

Ces groupes sont précisément ceux qui sont le mieux représentés dans la palette industrielle ; on admettra, avec moi, que cette coïncidence n'est pas l'effet du hasard. L'industriel étudiant le goût de l'acheteur et cherchant à le satisfaire, dans son intérêt, avait déterminé, peu à peu, les couleurs qui conviennent le mieux à l'ameublement. Mon expérience donne la raison de cette prédilection : les couleurs préférées sont celles qui appartiennent au même groupe que la couleur du bois des meubles et au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

groupe complémentaire, c'est-à-dire celles qui dérivent d'une même couleur spectrale par la dégradation, conformément à la loi du mélange des sensations.

Cependant, cette coïncidence, quelque intéressante qu'elle soit, ne résout pas entièrement la question, car il reste à trouver pourquoi la couleur naturelle du bois des meubles est considérée comme agréable, et pourquoi on ne cherche pas à donner à ces bois une couleur quelconque ; l'industrie ne manquerait pas de moyens pour arriver à ce résultat, si elle avait quelque chance de vendre des meubles coloriés, en bleu, rouge, vert, etc. Les seuls écarts que l'on rencontre, ce sont les bois teints en noir, qui n'est pas une couleur, ou des bois dorés ; mais la couleur de l'or appartient aussi au groupe de l'orangé-jaune.

On remarquera de plus que, si la couleur d'un bois naturel s'écarte trop de celle du jaune-orangé, l'ébéniste cherche à l'y ramener en rougissant le vernis.

Les couleurs appartenant à ce groupe sont incontestablement celles que l'on rencontre le plus fréquemment parmi les objets destinés à l'ameublement, à l'ornementation, et même à l'habillement.

23. Ce n'est pas tout. La couleur des cheveux bruns appartient à la série du 5e orangé, celle qui comprend l'acajou.

La couleur des cheveux blonds se classe dans la série du 2e orangé-jaune, à laquelle appartient aussi celle du noyer ciré.

La couleur moyenne de la peau humaine, celle qu'on est convenu d'appeler *chair*, dérive du 5e orangé-jaune.

Ce dernier point me paraît expliquer le rôle spécial que joue cette couleur dans l'ornementation.

Toutes ces couleurs, celles préférées pour l'ameublement et l'habillement, celles du bois des meubles, celle de l'or, celle propre aux hommes de la race blanche, sont entre elles dans des rapports simples ; elles dérivent d'une couleur franche unique et de sa complémentaire, dont elles sont la dégradation ; mais la dégradation selon la loi du mélange des *sensations* et non selon le procédé du mélange des matières.

24. Après cette digression sur le rôle de l'orangé-jaune dans la décoration, je résumerai mes expériences sur la première proposition tirée du principe de Gœthe, Rumford et Field, en disant : Notre œil aime à voir simultanément des couleurs complémentaires et celles qui ont même complémentaire.

25. La démonstration expérimentale étant faite, que l'assortiment de couleurs complémentaires produit des effets harmonieux, il me reste à faire voir que les couleurs complémentaires peuvent être représentées dans la composition chromatique en proportions telles qu'elles reproduisent la lumière blanche, condition formellement niée dans les traités modernes de la science de la couleur.

Dans l'emploi industriel que j'ai fait des couleurs complémentaires, je n'ai pas eu à tenir un compte rigoureux de cette condition. L'étoffe d'ameublement n'est pas desti-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

née à être vue isolément, indépendamment de tout autre objet. Elle fait partie d'un ensemble, ce qui compose l'ornementation d'une pièce ; elle peut donc posséder une couleur propre, c'est-à-dire que l'une des couleurs peut l'emporter sur les autres par son étendue, ou bien elle peut être la résultante de la vue indistincte d'un assemblage de couleurs complémentaires par rapport à cette lumière colorée dominante.

La deuxième proposition du principe admis par Gœthe, Rumford et Field, ne peut donc 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. J'ai pu expérimenter ce dernier cas seulement ; mais je n'ai pas été dans la situation d'opérer sur une grande échelle, les étoffes d'ameublement ne se prêtant pas, ainsi que je viens de le dire, à ce genre d'expérience.

26. Pour vérifier la proposition, j'ai choisi un dessin d'ornement simple, disposé par bandes parallèles, et colorié en teintes plates. Dans mes expériences sur ce dessin, j'ai employé, pour le reproduire, des formes découpées dans des feuilles de papier de couleur et assemblées ensuite. Cette disposition a permis de déterminer la surface occupée par chaque couleur, et de calculer la quantité de lumière colorée émise par chacune, d'après les données fournies par le disque rotatif. L'ensemble des lumières colorées émises par les diverses parties du dessin est en proportion telle que la lumière blanche serait reproduite, si les couleurs étaient disposées sur un disque rotatif, sous forme de secteurs. — L'effet de cet arrangement est harmonieux et des plus satisfaisants. — Mais si, à l'une des bandes composant le dessin, on en substitue une autre coloriée en une couleur voisine et non complémentaire, on obtient une combinaison qui, tout en étant supportable, est inférieure à la précédente. La parfaite réussite de ces dernières expériences prouve que la condition d'harmonie énoncée *a priori* par Gœthe, Rumford et Field se vérifie dans la pratique.

27. J'estime que les insuccès que l'on a obtenus jusqu'à présent en voulant appliquer les propositions précédentes, tiennent à des causes diverses parmi lesquelles je mets sur le premier rang : 1° la confusion du résultat du mélange des matières avec celui des sensations, 2° une observation insuffisante du principe des convenances.

J'ai développé le premier cas ; je me bornerai à ajouter que l'étude des œuvres des grands maîtres est à reprendre à nouveau, à ce point de vue. Mais le défaut de convenance d'un coloris en compromet la réussite à tel point que, quand même on aurait observé exactement toutes les règles qui résultent de mes recherches, on n'obtiendrait aucun résultat satisfaisant. Cette cause d'insuccès mérite que je m'y arrête un peu. Quelques traités de la science de la couleur dont je parle s'occupent à la fois de peinture et de décoration, deux choses qu'il faut nettement séparer dans la discussion.

28. Dans la peinture, le but principal de l'artiste est d'exprimer une pensée. Son œuvre produira sur nous l'impression de la beauté, quand il aura donné à la fois satisfaction à notre cœur, à notre intelligence et à notre organe. Ces trois satisfactions n'ont pas une valeur égale. Les deux premières sont de l'ordre plus élevé. Dans l'ob-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jet d'art, l'essentiel est la pensée, et l'artiste a atteint son but, quand il a réussi à nous communiquer l'émotion qu'il a ressentie quand il a créé son œuvre. Cet effet peut être obtenu sans la couleur. Le rôle de cette dernière est subordonné; elle doit, avant tout, représenter les objets de façon que leur nature soit reconnue sans effort et concilier l'harmonie des couleurs avec le sujet qu'il s'agit de représenter. Sans doute, une œuvre où, à la satisfaction du cœur et de l'intelligence, vient se joindre celle de notre œil, paraîtra supérieure à une autre où cette dernière condition serait réalisée à un degré moindre; mais on aura rarement l'occasion de faire de pareilles comparaisons. Dans un tableau, le problème du coloris se complique de conditions diverses auxquelles il faut satisfaire, et l'emploi des couleurs complémentaires se restreint souvent aux accessoires.

29. Il en est autrement dans la décoration.

Les objets qui nous entourent doivent recevoir une couleur qui convienne à leur destination et qui soit aussi agréable que possible à l'œil. Le rôle du coloriste devient plus important. N'ayant pas de pensée à exprimer, il suffit qu'il satisfasse l'œil par la convenance; il est plus libre dans ses allures et peut tenir un compte plus exact des prédilections de l'organe de la vue. Toutefois, cette satisfaction à donner aux sens est encore subordonnée à celle qu'exige l'intelligence : si l'instrument de physique suffit pour donner les moyens de satisfaire l'œil, c'est le bon sens et le bon goût qui doivent résoudre le problème de la convenance.

30. Voici les propositions que je considère comme démontrées, en ce qui concerne les conditions d'harmonie des couleurs :

I. Coloris dérivé d'une seule couleur franche (monochrome).

Les dégradations d'une seule et même couleur forment, entre elles, des assortiments harmonieux.

On réalise ainsi ce que M. Chevreul appelle « harmonie d'analogues. »

II. Coloris dérivé de deux couleurs franches.

L'assortiment le plus agréable est celui de deux couleurs franches compémentaires et de leurs dérivées.

L'harmonie qui en résulte a été appelée par M. Chevreul « harmonie de contraste. »

A cette proposition on peut joindre celle-ci : quand le coloris doit former, par lui-même, un tout complet, les surfaces occupées par les couleurs complémentaires doivent être telles qu'elles soient représentées, dans la composition, dans la même proportion que dans la lumière incidente.

Quand l'étendue de chaque couleur est indiquée par le dessin, il faut choisir, parmi les dérivées, celles qui remplissent cette condition.

III. Coloris dérivés de trois ou de plusieurs couleurs franches.

Mon expérience ne s'étend pas à ces coloris; l'interruption qui a été imposée à mon travail ne m'a pas permis d'aller jusque-là. Mais, à défaut d'expériences, s'il est permis de conclure par analogie, les principes énoncés ci-dessus se vérifieront pour trois

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou plusieurs couleurs; car, dans un couple complémentaire, chaque couleur peut être considérée comme la résultante du mélange de deux autres.

IV. Quand, au lieu d'assortir des couleurs complémentaires par rapport à la lumière incolore, on les assortit par rapport à une lumière colorée, on réalise ce que M. Chevreul appelle « l'harmonie d'une lumière colorée dominante. »

La plus agréable à l'œil est celle de l'orangé-jaune, qui compte parmi ses dérivées : la couleur de l'or, celle du corps humain, du bois des meubles. Un pareil coloris présente cet aspect particulier, que les artistes appellent « chaud. »

31. Des expériences qui précèdent et de leur discussion, se dégagent les règles suivantes, qui peuvent servir de guide aux coloristes :

a. Examiner d'abord si le dessin, par la nature des objets représentés, se prête à l'application d'un coloris de fantaisie;

b. Dans le cas affirmatif, choisir la couleur qui servira de base au coloris;

c. Décider s'il convient que le coloris soit monochrome, ou, si sans être monochrome, il devra présenter une couleur dominante, ou bien s'il doit former par lui-même un tout complet;

d. Evaluer ensuite les surfaces occupées par chaque couleur et choisir dans la série (dont on aura préparé d'avance la collection) celles qui conviennent aux surfaces; comme il y a toujours plusieurs solutions possibles, donner la préférence à celle qui fasse voir clairement la nature de l'objet qu'il s'agit de colorier.

32. En résumé : en ce qui concerne l'harmonie des couleurs, mes expériences confirment l'opinion de Gœthe, de Rumford, de Field, qui est basée sur les propriétés physiologiques de l'œil, que les travaux de M. Chevreul, sur le contraste, ont si bien mis en relief. Elles montrent que si, jusqu'ici, la pratique a paru contredire ce qui n'était qu'une vue de l'esprit, cela tient à ce que l'on n'a pas connu la manière dont se dégrade une couleur. Les disques rotatifs donnent à la fois le moyen d'obtenir les vraies dégradations d'une couleur et l'étendue qu'il convient de leur assigner dans une combinaison chromatique. Mais les propositions que je formule ne sont à considérer comme démontrées qu'en ce qui concerne la décoration. En les appliquant, il ne faut pas oublier que, pour qu'un coloris plaise, il ne suffit pas qu'il flatte l'œil par la couleur; il y a une condition plus importante à remplir : il faut satisfaire l'esprit, c'est-à-dire qu'il faut, avant tout, observer des principes qui sont en dehors des limites du présent travail : ceux de la vision distincte et de la convenance.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Le commerce des cheveux. — Le commerce des cheveux a pris, dans ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

derniers temps, grâce aux exigences de la mode, un développement dont peuvent donner une idée les chiffres suivants qui représentent les seuls envois faits par la Chine :

1871.	286 piculs,	soit	17 117 kilog.
1872.	1 012 —		60 568 —
1873.	2 241 —		125 123 —
1874.	5 610 —		335 758 —
1875.	7 026 —		420 506 —
1876.	11 254 —		673 551 —

La majeure partie de ces envois a été absorbée par la France qui tire encore des cheveux d'autres sources. (*Journal of applied science.*)

Sur la valeur des différents procédés de conservation des traverses de chemins de fer. — Le journal allemand *Eisenbahn* publie un mémoire de M. R. Moser, ingénieur, qui rapporte qu'il y a, tant en Allemagne qu'en Autriche, 32 établissements où les bois sont soumis à divers procédés de conservation. En Allelemagne, il y a un établissement par 1 000 kilom. de chemin de fer, tandis qu'en Autriche il n'y en a qu'un pour 4 600 kilom. En Suisse, il n'existe qu'un établisssement de ce genre.

Parmi les nombreuses compagnies de chemins de fer de l'Allemagne, 19 n'injectent pas leurs traverses, 19 emploient le chlorure de zinc, 16 le goudron, 7 le chlorure de zinc et le goudron, 7 le sublimé corrosif et 4 le sulfate de cuivre. Dans l'empire Austro-Hongrois, six compagnies seulement emploient quelques traverses soumises à l'injection ; la mesure n'est pas pas générale, sans doute en raison du bas prix auquel on achète les bois dans ce pays.

D'après les données fournies par les compagnies, M. Moser établit comme suit la durée comparative des bois soumis et non soumis aux procédés de conservation.

	Bois naturel.	Bois injectés.
Chêne.	13 ans.	22 ans.
Sapin.	4 —	10 —
Pin.	5 —	12 —
Hêtre.	3 —	13 —
Mélèze.	5 —	15 —

(*Journal of applied science.*)

Production des mines de mercure d'Almaden. — Voici les quantités de mercure qu'ont fournies, depuis trois siècles, les célèbres mines d'Almaden : de 1564 à 1700, 17 863,72 tonnes ; de 1700 à 1800, 42 149,50 tonnes ; et de 1800 à 1875, 60 166,38 ; au total 120 179,60 tonnes qui, au prix de 12 francs par kilogramme, représentent un peu plus de *un milliard quatre cent quarante-deux millions* de francs.

(*Annales des mines.*)

(M.)

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

77e année. Troisième série, tome V. Décembre 1878.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *de* M. PERSONNE *sur le* PROCÉDÉ AYANT POUR BUT DE SUBSTITUER LA CHLOROPHYLLE AUX SELS DE CUIVRE *dans la préparation des conserves de fruits, de légumes verts, etc., présenté par* MM. LECOURT *et* GUILLEMARE, *rue Payenne, 4, à Paris.*

Messieurs, la conservation des légumes s'obtient toujours par le procédé qu'Appert a fait connaître au commencement de ce siècle. L'application industrielle de ce procédé exige, comme on le sait, deux opérations successives : la première, dite *blanchissage* et la seconde, l'*ébullition*. Le blanchissage consiste à immerger, pendant cinq minutes environ, les matières dans l'eau bouillante, puis à les plonger brusquement dans l'eau froide. L'ébullition s'effectue en soumettant, dans un autoclave, à une température voisine de 120 degrés, les légumes blanchis renfermés dans des vases de verre et mieux dans des boîtes en fer-blanc hermétiquement fermées.

On conçoit facilement que si, après cette opération, les légumes conservent encore le goût des légumes frais, il n'en est pas de même de leur couleur verte naturelle : celle-ci a été altérée au point que ces légumes ont pris une teinte jaune qui trahit leur conservation.

Cependant le consommateur, voulant satisfaire non-seulement son goût mais encore sa vue, désire obtenir cette double satisfaction et le commerce d'exportation qui est assez considérable (environ 5 millions, dit-on) l'exige impérieusement; il faut, à tout prix, lui fournir des légumes conservés présentant l'aspect des légumes frais, c'est-à-dire des légumes verts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette coloration verte des légumes conservés n'a été obtenue, jusqu'à ces derniers temps, qu'à l'aide *des sels de cuivre*, sulfate et acétate, ajoutés à l'eau dans laquelle s'effectue le blanchissage de ces légumes.

Mais l'emploi des sels de cuivre présente de graves inconvénients : 1° ils communiquent le plus souvent aux légumes une saveur plus ou moins âcre ; 2° ils tachent le métal des boîtes qui les renferment, en les colorant soit en rouge brun, soit en noir, selon qu'on a employé le sulfate ou l'acétate ; 3° la couleur des légumes n'est pas franchement verte, elle tire plutôt sur le bleu que sur le vert.

Les sels de cuivre présentent un inconvénient bien plus grave encore, au point de vue de l'hygiène publique. On sait, en effet, qu'ils sont regardés comme vénéneux : aussi tous les règlements administratifs, établis sur les rapports des conseils d'hygiène publique, défendent, d'une *manière absolue, l'emploi des sels de cuivre dans la conservation des matières alimentaires*. Tout récemment encore, le *comité consultatif d'hygiène publique de France*, dans un Rapport de mon savant maître, M. Bussy, adressé à M. le Ministre de l'agriculture et du commerce, a émis l'avis qu'il y avait lieu de maintenir les arrêtés portant interdiction d'employer des vases et des sels de cuivre dans la préparation des conserves de fruits et de légumes destinés à l'alimentation.

On a cherché, il est vrai, il y a quelque temps, à démontrer la parfaite innocuité des composés cuivriques combinés avec les matières organiques ; mais cette démonstration n'est pas encore faite d'une manière absolue, malgré les efforts de savants distingués et malgré le talent dépensé pour faire cette conviction ; on peut assurer sans crainte que, si les conserves de légumes verts portaient une étiquette indiquant qu'ils ont été *verdis au moyen des sels de cuivre*, les consommateurs mettraient bien peu d'empressement à se les procurer ; car il sera toujours difficile de faire admettre au public que les sels de cuivre doivent être considérés comme un condiment nécessaire et indispensable de nos aliments.

C'est dans cette pensée qu'un chimiste, M. Guillemare, professeur de l'Université, s'est livré à des recherches dans le but d'obtenir des conserves de légumes verts sans le secours des sels de cuivre. De nombreuses expériences lui ayant démontré, d'une part, que la chlorophylle du légume disparaît par l'*ébullition*, d'une façon d'autant plus rapide et plus complète qu'elle s'y trouve en plus faible quantité ; d'un autre côté, que la fibre végétale du légume, la matière féculente qu'il renferme, mises, pendant le blanchissage, en contact avec de la chlorophylle solubilisée, s'en saturent vers 100 de-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grés; enfin que les légumes à demi ou complétement saturés de cette chlorophylle, pendant l'opération du blanchissage, conservent et retiennent désormais, pendant l'ébullition, cette matière colorante verte, M. Guillemare s'est associé à un industriel distingué, M. Lecourt, très-versé dans la pratique des conserves de légumes et de fruits, pour rendre industrielles ses opérations de laboratoire, et cette union de la science et de l'industrie a porté ses fruits.

Après bien des tentatives, ces messieurs sont parvenus à fixer d'une manière définitive la chlorophylle sur les légumes par la méthode suivante :

Les épinards, traités par une faible solution de soude, cèdent à cette solution alcaline la chlorophylle qu'ils renferment en grande quantité, et c'est cette solution de chlorophylle, dont on sature l'alcali à l'acide chlorhydrique, qu'on ajoute à l'eau destinée au blanchissage des légumes. La chlorophylle, mise en liberté, se fixe alors sur ces légumes et, s'ajoutant à celle qu'ils possèdent naturellement, leur permet de conserver leur couleur verte qui, sans cela, serait détruite par l'*ébullition*. Rien n'est plus simple, comme on le voit; outre cette simplicité, ce procédé présente l'immense avantage de n'introduire aucun agent nuisible dans les conserves de légumes, puisque les produits employés, chlorophylle et chlorure de sodium, font partie de l'alimentation journalière; ce procédé satisfait ainsi à tous les désidérata formulés par les conseils d'hygiène.

Ajoutons que l'usine de M. Lecourt, située rue Payenne, à Paris, est à même de fournir une quantité considérable de légumes ainsi conservés et pour qu'on soit absolument certain de l'absence de cuivre dans ses conserves, M. Lecourt a proscrit d'une manière absolue l'usage de vases de cuivre, il n'emploie dans son industrie que des vases en fer étamé.

MM. Guillemare et Lecourt, en imaginant et rendant industriellement pratique la fabrication des conserves de légumes et fruits verts, *sans le secours de composés cuivriques*, ont rendu un grand service au commerce et à l'hygiène publique : aussi votre comité des arts économiques vous propose de remercier ces messieurs de leurs persévérants efforts et d'insérér le présent Rapport au *Bulletin*.

Approuvé en séance, le 25 octobre 1878.

Signé : PERSONNE, *rapporteur.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. PALIARD, *sur un procédé pour* L'EXTINCTION RAPIDE DES FEUX DE CHEMINÉE, *inventé par* M. QUEQUET, *ancien pharmacien, rue de la Bastille,* 6, *à Paris.*

Messieurs, M. Quequet a soumis à l'examen de votre Société un procédé pour l'extinction presque instantanée des feux de cheminée.

Ce procédé revient à faire brûler environ 100 grammes de sulfure de carbone dans l'âtre de la cheminée, en versant préalablement ce sulfure dans une ou deux assiettes creuses, afin que la combustion se produise sur une surface relativement étendue.

Les feux de cheminée, si nombreux à Paris et souvent si dangereux, étaient ordinairement éteints par les pompiers à l'aide de soufre qu'on brûlait aussi dans l'âtre de la cheminée ; mais il fallait presque toujours monter sur le toit pour boucher l'orifice du tuyau de cheminée. D'autre part, si la température de l'âtre était peu élevée, le soufre brûlait difficilement ; il fondait, se transformant en soufre brun, et sa combinaison avec l'oxygène se faisait si lentement, qu'il restait souvent assez d'oxygène dans l'air que contenait le tuyau de fumée, pour que la suie continuât à brûler.

M. Quequet a eu l'idée d'employer, pour éteindre les feux de cheminée, un corps qui, en brûlant, donne comme le soufre de l'acide sulfureux, mais dans des conditions bien plus avantageuses que le soufre en poudre.

En effet, le sulfure de carbone, combinaison liquide de soufre et de carbone, se vaporise et s'enflamme très-facilement, brûle très-vite et donne, en absorbant l'oxygène de l'air, un gaz composé de deux tiers d'acide sulfureux et d'un tiers d'acide carbonique, impropres également l'un et l'autre à la combustion. En en brûlant une très-petite quantité, 100 grammes, on a donc immédiatement un abondant dégagement de vapeurs qui empêche l'ignition de la suie, et cela sans qu'il soit nécessaire de monter sur le toit et presque sans frais ; car 100 grammes de sulfure de carbone pur coûtent, dans Paris, huit centimes et demi.

Quant au danger qu'il pourrait y avoir à manier ou à faire manier par les pompiers le sulfure de carbone, il est nul si on prend quelques précautions très-simples, ainsi que le font les pompiers de Paris. Ils divisent ce liquide par quantité de 100 grammes dans des flacons assez grands pour conserver

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du vide, afin de tenir compte de la grande expansion du sulfure de carbone, qui bout à la température de 28°. Ces flacons sont bouchés légèrement par des bouchons garnis de cire vierge ; on les place dans un local où il n'y ait jamais de feu et qui soit à l'abri de la chaleur produite par un foyer voisin.

Quant aux vapeurs qui pourraient, par des crevasses du tuyau de fumée, se répandre chez les voisins et y causer soit un préjudice, soit une incommodité, il n'a qu'une réponse à faire, c'est que ces vapeurs sont les mêmes que celles produites par la combustion du soufre précédemment employé, et leur effet est moins nuisible que celui de la fumée.

Les pompiers de Paris ont éteint ainsi, à Paris, en brûlant dans la cheminée du sulfure de carbone,

Savoir : en janvier 1878,	32	feux sur	51 feux.
en février,	81	—	103 —
en mars,	138	—	165 —
Soit.	251	—	319 —

et ces 251 extinctions ont été, en quelque sorte, instantanées, sans qu'il y ait eu à monter sur les toits ou à déranger quoi que ce soit dans l'appartement.

Voici, à la suite de ces résultats fournis par les officiers de pompiers, un passage de la lettre jointe à leur envoi :

« Nous sommes tout particulièrement reconnaissants à M. Quequet de nous avoir indiqué le sulfure de carbone, et cela, avec d'autant plus de raison, que son désintéressement est complet, qu'il lui a fallu beaucoup de patience pour attendre que les précautions extrêmes et lentes, dont nous nous entourons lorsqu'il faut innover, nous aient permis de confier à nos hommes ce liquide. Je suis certain d'être l'interprète de tous les officiers du corps en souhaitant que vous puissiez donner du relief à l'innovation de M. Quequet, etc. »

Le Comité propose de remercier M. Quequet de son intéressante communication et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin*.

Approuvé en séance, le 9 *août* 1878.

Signé : PALIARD, *rapporteur*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BREVETS D'INVENTION.

Sur la gazette officielle des Brevets d'invention aux Etats-Unis, par M. Ch. de Laboulaye, secrétaire du Conseil.

La Société d'Encouragement a déjà reçu plusieurs communications relativement à la nouvelle loi qui régit, aux Etats-Unis, les brevets d'invention, et aux points par lesquels elle diffère de la loi française; comme aussi à la puissante organisation du Patent-Office de Washington, réunion de tous les services relatifs aux patentes. Il est impossible de ne pas reconnaître qu'il s'agit là d'un puissant moyen de progrès, d'une base essentielle des succès incessants de l'industrie américaine, dont la connaissance doit fournir de précieux enseignements pour améliorer l'organisation correspondante de la France. Il importe donc de réunir, dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement, des renseignements précis sur tout ce qui se rapporte au régime des patentes aux Etats-Unis, en vue de l'étude d'une question d'un grand intérêt, qui sera sûrement l'objet de ses travaux dans un avenir prochain.

Aujourd'hui, nous entrerons dans quelques détails sur la *Gazette officielle du Patent-Office*, qu'a bien voulu nous adresser le directeur de cette grande administration. C'est une publication hebdomadaire de 3 feuilles, 48 pages grand in-8° à 2 colonnes, renfermant dans chaque page les dessins réduits et les claims ou résumés de sept ou huit patentes; c'est par elle que le public a connaissance, aussitôt après leur délivrance, de tous les brevets accordés.

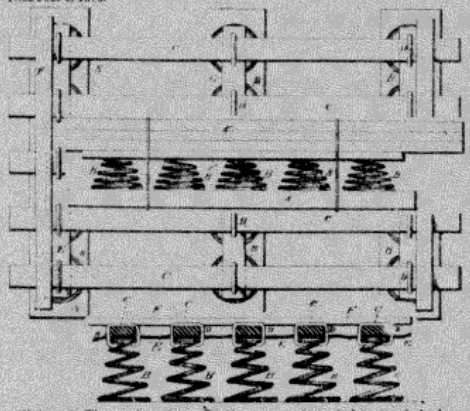
Ce résultat, que les administrations d'Europe déclaraient impossible à atteindre, a été obtenu par un intelligent emploi des derniers progrès des arts graphiques, qui rendent cette publication tout-à-fait remarquable. C'est grâce à la photolithographie, sans aucune intervention de travail du dessinateur et du graveur, que les dessins des brevets sont réduits et transportés sur pierre. La composition typographique, comprenant une note descriptive sur chaque patente, est également reportée sur pierre à la suite de chaque dessin, et le tout est tiré avec une perfection remarquable.

Grâce à la complaisance d'un artiste dont nous avons déjà admiré les impressions de photogravures aux encres grasses, nous pouvons reproduire une page qui donnera un fac-simile de cette curieuse publication.

Ajoutons que le prix de la *Gazette officielle du Patent-Office* est peu élevé (6 dollars, environ 30 fr. par an), et par suite qu'elle est, dans toutes les villes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

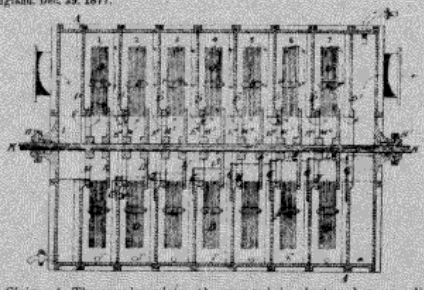
206,735. SPRING BED-BOTTOMS. Edward J. Johnson and Morton E. Mills, Twinsburg, Ohio. Filed June 3, 1878.



Claim.—1. The combination, with the springs B and slats C, of the loops D and cushions E, substantially as and for the purpose described.

2. The combination, with the springs B and seats C, of the loops D, cushions E, and braces F, substantially as and for the purpose described.

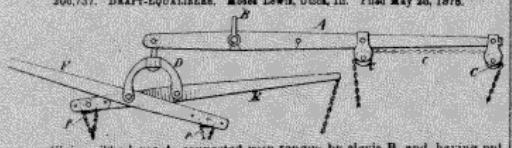
206,736. APPARATUS FOR CONDENSING, WASHING, AND PURIFYING GAS AND OTHER VAPORS. Thomas N. Kirkham, Westminster, David Hulett, London, and Samuel Chandler, Sr., and Samuel Chandler, Jr., Southwark, England. Filed May 17, 1878. Patented in England, Dec. 29, 1877.



Claim.—1. The annular plates O, arranged in clusters between disks L and bosses M, secured to the shaft K, to revolve within each compartment or chamber, in combination with the partitions D, against which the said bosses M bear, as set forth.

2. The vessel A, divided into compartments by partitions D, having central openings, plates G being secured to said partitions at varying heights to regulate the depth of the compartments, substantially as set forth.

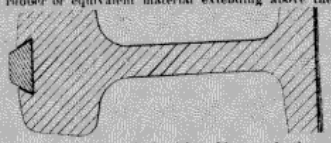
206,737. DRAFT-EQUALIZERS. Moses Lewis, Utica, Ill. Filed May 20, 1878.



Claim.—The lever A, connected with tongue by clevis B, and having pulleys C C, in combination with the swiveled curved bar D and levers E F, the latter having pivoted segmental plates P at their short ends, as shown and described, for the purpose specified.

206,738. RAILROAD-RAILS. Louis Leypoldt, New York, N. Y. Filed July 5, 1878.

Brief.—A rail having a dovetail groove in its tread-surface filled with a packing of rubber or equivalent material extending above the metal of the rail.



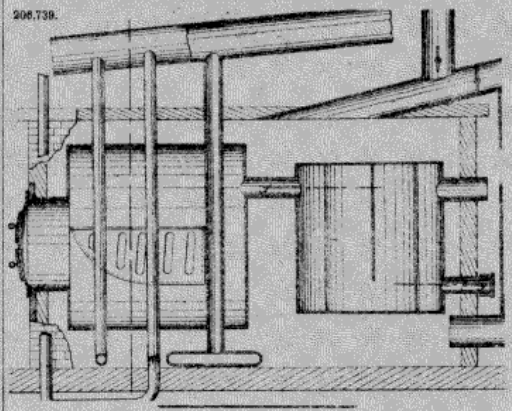
Claim.—A railroad-rail packed with rubber or leather, that projects slightly above the tread, to deaden the sound, as set forth.

206,739. COMBINED HEATER AND VENTILATOR. W. S. Macdonald, Allegheny, Pa. Filed June 28, 1878.

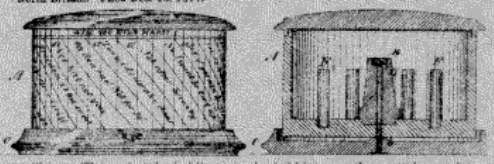
Claim.—1. The combination, with a heater, of ventilating flues or ducts that are connected with the apartments, soil-pipe, &c., to be ventilated, and conducted through the heater to a collecting and discharging foul-air flue, substantially as and for the purpose set forth.

2. The combination, with the hot-air flue and air-chamber of a heater, of ducts connecting the hot-air flue with a foul-air flue and with bottom of air-chamber, the hot-air flue and ducts being provided with dampers to use heater either for heating or ventilating, substantially as set forth.

206,739.



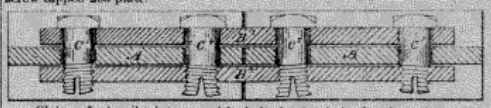
206,740. COMBINED SPOOL-HOLDER AND GAME DEVICE. Edward McEwan, Macclesfield, North Britain. Filed Dec. 10, 1877.



Claim.—The casket for holding spools, bobbins, or other articles, and for providing a game device or apparatus for amusement, consisting of the box A, capable of being rotated on a screw-spindle B, screwed to the bottom of the casket, which also rotates on the projection *b* at the base *c*, the interior of said casket being provided with removable pins F and central projection G, while on its outer portions are designated numbers, figures, or words adapted to the game to be played, all said parts being constructed and arranged to operate substantially as set forth.

206,741. RAIL-JOINTS. Pulaski T. Madison, Indianapolis, Ind., assignor of one-half his right to George W. Tyer, same place. Filed Apr. 29, 1878.

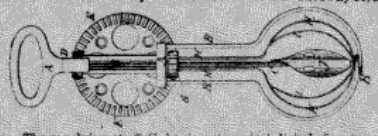
Brief.—Split bolts having alternate right and left hand threaded ends are employed at rail-joints, in combination with an alternately right and left hand screw-tapped fish-plate.



Claim.—1. A rail-joint secured by bolts having halved ends, and provided alternately with right and left handed screw-threads, substantially as herein shown and specified.

2. In combination with the other parts of a rail-joint, the several bolts C^1, C^2, C^3, and C^4, alternately having right and left handed threads cut thereon, and all entering into a common splice-bar, B^2, substantially as herein shown and specified.

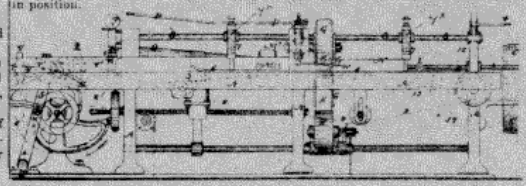
206,742. EGG-BEATER. Harry C. Mann, Philadelphia, Pa. Filed July 11, 1878.



Claim.—The revolving shaft C, having the spiral disk J, forming screw or propeller shaped blades, in combination with the handle A, bent wire E, having bottom eye, the revolving beater D I, and the gearing D F G, substantially as and for the purpose set forth.

206,743. SEWING-MACHINES. William Martin, Jr., David E. Dawson, and Robert Orchar, Dundee, North Britain. Filed May 18, 1877. Patented in England, May 6, 1876.

Brief.—The thread-barrel is given its reciprocating motion by a cam-wheel, which bears against a pin in a lever carrying a toothed segment working in a rack upon a rod connected with the said barrel. As soon as the pin has passed the highest points of the cam the barrel is returned to its first position by a weight, and the mechanism employed to drive the cam thrown out of gear until the needle is again threaded. A frictional clamp is employed to regulate the speed of the feeding-chain and the tension upon the needle. The invention also comprises a new arrangement of devices for retaining the needle in position.



BERTHAUD PHOT. 9, RUE CADET, PARIS

FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE TIRÉ A L'ENCRE GRASSE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'Amérique, à la portée des inventeurs qui ont besoin de la consulter. Tous les 6 mois, elle renferme deux tables (par noms d'inventeurs et par nature d'inventions) qui rendent les recherches faciles.

Dans un des numéros que nous avons reçus, se trouve un travail intéressant se rapportant à la réforme la plus considérable apportée aux lois antérieures par la dernière loi américaine des Brevets, réforme également déclarée impossible en Angleterre et en France, et qui a été faite et avec grand succès en Amérique. Je veux parler de l'examen préalable des inventions, qui, supprimant tous les brevets pour des inventions sans nouveauté, donne à ceux délivrés une valeur bien plus grande. Je reproduirai ici ce travail relatif à la classification des industries, classification ayant pour but de les répartir entre des examinateurs spéciaux et expérimentés, et qui est en rapport avec la nature des inventions qui se reproduisent le plus fréquemment en Amérique.

NOUVELLE CLASSIFICATION DES PATENTES (1).

La classification officielle suivante des sujets d'invention, a été adoptée et remplacera à l'avenir celle en usage jusqu'à ce jour.

Classes d'inventions.

Annonces (*Advertising*).	40	Chaussure (*Boots and shoes*).	12
Aération et mise en bouteille (*Aeration and bottling*).	1	Freins et grues (*Brakes and gins*).	13
Habillement (*Apparel*).	2	Pain et biscuits conservés (*Bread, cracker, and lozenge making*).	107
Armes et projectiles (fabrication) (*Arms and projectiles, making*).	86	Maltage et fermentation (*Brewing and fermenting*).	7
Membres artificiels (*Artificial limbs*). . . .	3	Ponts (*Bridges*).	14
Pierres artificielles, chaux et ciments (*Artificial stone, lime, and cements*).	106	Brosses et balais (*Brushing and scrubbing*).	15
Bains et cabinets inodores (*Baths and closets*).	4	Serrurerie de bâtiment (*Builders' hardware*).	16
Literie (*Beds*).	5	Boucherie (*Butchering*).	17
Apiculture (*Bee-culture*).	6	Caoutchouc et substances plus ou moins élastiques (*Caoutchouc and minor plastics*).	18
Blanchiment et teinture (*Bleaching and dyeing*).	8	Cardage (*Carding*).	19
Bateaux (*Boats*).	9	Hygiène du bétail (*Care of live stock*). . .	119
Reliure (*Book-binding*).	11		

(1) On peut voir par les mots anglais, que c'est l'ordre alphabétique qu'on a suivi pour la classification.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Charpente (*Carpentry*). 30
Voitures, wagons (*Carriages and wagons*) . 21
Chaînes, crampons, fers à cheval (*Chains, staples, and horse-shoes*). 59
Siéges (*Chairs*). 155
Produits chimiques et pharmaceutiques (*Chemicals and medicines*). 23
Agrafes et boucles (*Clasps and buckles*). . 24
Terres et poteries (*Clay and pottery*). . . 25
Tissus (*Cloth*). 76
Revêtements métalliques (*Coating with metal*). 96
Cercueils (*Coffins*). 27
Toitures composées (*Composite roofing*). . 154
Tonnellerie (*Coopering*). 147
Cordages (*Cordage*). 28
Crinoline et corsets (*Crinoline and corsets*). 29
Pose de rideaux (*Curtain-fixtures*). . . . 156
Coutellerie (*Cutlery*). 30
Laiterie (*Dairy*). 31
Art du dentiste (*Dentistry*). 32
Distillation (*Distillation*). 124
Dessin (*Drafting*). 33
Siccatifs (*Driers*). 34
Matériel de l'enseignement (*Educational appliances*). 35
Electricité (*Electricity*). 36
Excavation (*Excavating*). 37
Explosifs (*Explosives*). 52
Feutres et chapeaux (*Felting and hats*). . 38
Clôtures (*Fences*). 39
Fertilisants (*Fertilizers*). 71
Beaux-arts (*Fine arts*). 41
Armes à feu (*Fire-arms*). 42
Pêches et piéges (*Fishing and trapping*). . 43
Régulateurs de pression des fluides (*Fluid-pressure regulators*). 50
Combustibles (*Fuel*). 44
Mobilier (*Furniture*). 45
Jeux et jouets (*Games and toys*). 46
Jardins et vergers (*Garden and orchard*). 47
Gaz (*Gas*). 48
Verrerie (*Glass*). 49
Broyage et polissage (*Griding and polishing*). 51
Quincaillerie (fabrication) (*Hardware, making*). 53
Harnais (*Harness*). 54
Herses et pioches (*Harrows and diggers*). 55
Moissonneuses (*Harvesters*). 56
Traitement chimique des peaux et des cuirs (*Hides, skins, and leather chemical treatement*). 149
Elévateurs (*Hoisting*). 57
Horlogerie (*Horology*). 58
Bas et ceintures (*Hose and belting*). . . . 60
Articles de ménage (*Household articles*). . 65
Appareils hydrauliques (*Hydraulic engineering*). 61
Joaillerie (*Jewelry*). 63
Journaux et tout ce qui s'y rapporte (*Journals and bearings*). 64
Tricots et filets (*Knitting and netting*). . . 66
Lampes et appareils à gaz (*Lamps and gas-fittings*). 67
Buanderie (*Laundry*). 68
Cuirs (*Leather*). 69
Serrures et verrous (*Locks and latches*). . 70
Locomotives (*Locomotives*). 123
Propulseurs de navires (*Marine propulsion*). 115
Maçonnerie (*Masonry*). 72
Instruments de mesure (*Measuring instruments*). 73
Moteurs mécaniques (*Mechanical powers*). 74
Courbure et redressement de pièces métalliques (*Metal bending and straightening*). 153
Percement de pièces métalliques (*Metal boring and drilling*). 77
Forgeage, découpage de pièces métalliques (*Metal forging, punching, and shearing*). 78
Fonte des métaux (*Metal founding*). . . . 22
Ornementation des métaux (*Metal ornementation*). 158
Ustensiles métalliques (*Metal personal ware, making*). 79
Laminage des métaux (*Metal-rolling*). . . 80
Boulons, écrous, rivets et vis (*Metal bolts, nuts, rivets, and screws*. 10
Trempe, affinage et cémentation (*Metal tempering, annealing, and cementation*). 148

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fabrication des outils (*Metal tools and implements making*). 76
Etirage des tubes et des fils métalliques (*Metal tubing and wire*). 134
Tours, machines-outils (*Metal turning, planing and milling*). 82
Outils pour métaux (*Metal-working tools*). 81
Métallurgie (*Metallurgy*). 75
Moulins (*Mills*). 83
Musique (*Music*). 84
Clous, pointes, aiguilles et épingles (*Nails, spikes, needles and pins*). 85
Écrous et verrous (*Nut and bolt locks*). . . 151
Huiles, graisses et colles (*Oils, fats and glue*). 87
Optique (*Optics*). 88
Artillerie (*Ordnance*). 39
Minerais (*Ore*). 90
Emmagasinage et emballage (*Packing and storing vessels*). 150
Peinture et décor (*Painting and graining*). 91
Fabrication du papier (*Paper-making*). . . 92
Usines à papier (*Paper manufactures*). . 93
Pavage (*Paving*). 94
Photographie (*Photography*). 95
Charrues (*Plows*). 97
Pneumatique (*Pneumatics*). 98
Conservation des aliments (*Preserving*). . 99
Presses (*Presses*). 100
Imprimerie (*Printing*). 101
Projectiles (*Projectiles*). 102
Pompes (*Pumps*). 103
Voitures de chemins de fer (*Railway-cars*). 105
Chemins de fer (*Railways*). 104
Réfrigération (*Refrigeration*). 62
Art du couvreur (*Roofing*). 108
Coffres-forts (*Safes*). 109
Semoirs et plantoirs (*Seeders and planters*). 111
Machines à coudre (*Sewing-machines*). . . 112
Façonnage des métaux en feuilles (*Sheet-metal-ware making*). 113
Navires (*Ships*). 114
Signaux (*Signals*). 116
Soie (*Silk*). 117
Filature (*Spinning*). 118
Papeterie (*Stationery*). 120
Chaudières à vapeur (*Steam-boilers*). . . . 122
Machines à vapeur (*Steam-engines*). . . . 121
Foyers de chaudières à vapeur (*Steam-furnaces*). 110
Appareils de sûreté des chaudières à vapeur (*Steam-valves*). 136
Travail de la pierre (*Stone-working*). . . 125
Calorifères et fourneaux (*Stoves and furnaces*). 126
Sucre et sel (*Sugar and salt*). 127
Chirurgie (*Surgery*). 128
Tannage (*Tanning*). 129
Machines à battre (*Thrashing*). 130
Tabac (*Tobacco*). 131
Toilette (*Toilet*). 132
Malles et équipement (*Trunks and equipments*). 133
Parapluies et éventails (*Umbrellas and fans*). 135
Coupoirs et presses pour végétaux (*Vegetable cutters and crushers*. 146
Ferrures de wagon, voitures, etc. (*Wagon, car, and track irons*). 152
Appareils de lavage (*Washing apparatus*). 141
Distribution d'eaux (*Water distribution*). 137
Roues hydrauliques (*Water-wheels*). . . . 138
Tissage (*Weaving*). 139
Machines de charronage (*Wheelwright-machines*). 157
Tréfilerie (*Wire-working*). 140
Scieries (*Wood-sawing*). 143
Tour à bois (*Wood-turning*). 142
Travail du bois (*Wood-working*). 144
Outils pour travailler le bois (*Wood-working tools*). 145

Ces classes ont été groupées, pour le travail du Patent-Office, ainsi qu'il suit :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DIVISIONS.

N° 1. *Agriculture.* — Examinateur, Fox : classes 55, 97, 111.
N° 2. *Matériel et produit de la ferme.* — Examinateur, JAYNE : classes 6, 15, 17, 31, 39, 119, 131, 146.
N° 3. *Métallurgie, distillation et réfrigération.* — Examinateur, DYRENFORTH : classes 43, 48, 62, 75, 90, 96, 124, 127.
N° 4. *Génie civil.* — Examinateur, POND : classes 14, 20, 37, 61, 72, 104, 108, 156.
N° 5. *Beaux-arts, jouets, habillements.* — Examinateur, BURK : classes 2, 20, 35, 41, 46, 63, 84, 95, 132, 135.
N° 6. *Chimie.* — Examinateur, ANTISELL : classes 7, 8, 23, 52, 71, 87, 91, 99, 149.
N° 7. *Récoltes et Moutures.* — Examinateur, PARKINSON : classes 13, 47, 56, 83, 130.
N° 8. *Ameublements, boulangerie, buanderie.* — Examinateur, TILDEN : classes 5, 45, 68, 107, 141, 155.
N° 9. *Hydraulique et pneumatique.* — Examinateur, DURNALL : classes 1, 4, 98, 103, 137, 138.
N° 10. *Voitures et wagons.* — Examinateur, SANDERS : classes 21, 105.
N° 11. *Travail du cuir, machines et produits.* — Examinateur, CHAPMAN : classes 12, 24, 54, 60, 69, 129, 133.
N° 12. *Mécanique.* — Examinateur, SCHOEPF : classes 57, 64, 65, 74, 100.
N° 13. *Travail des métaux.* — Examinateur, CHURCH : classes 59, 53, 153, 10, 77, 78, 79, 80, 136, 76, 82, 85, 151, 86, 152.
N° 14. *Moulage, polissage et emballage.* — Examinateur, STOCKING : classes 51, 22, 148, 81, 150, 113, 140.
N° 15. *Matières plastiques.* — Examinateur, HEDRICK : classes 106, 18, 25, 154, 38, 44, 43, 94, 92, 125.
N° 16. *Electricité, instruments de précision (mesures, optique).* — Examinateur, TOWNSEND : classes 33, 36, 58, 73, 88.
N° 17. *Impression et manufacture de papier.* — Examinateur, FREEMAN : classes 40, 11, 93, 101, 120.
N° 18. *Machines à vapeur.* — Examinateur, FOWLER : classes 34, 50, 123, 122, 121, 110, 136.
N° 19. *Chauffage et éclairage.* — Examinateur, CATLIN : classes 67, 126.
N° 20. *Chirurgie et quincaillerie.* — Examinateur, WILKINSON : classes 3, 16, 27, 30, 32, 70, 109, 128.
N° 21. *Tissus.* — Examinateur, APPLETON : classes 19, 26, 28, 66, 112, 117, 118, 139.
N° 22. *Canons, navires et travail du bois.* — Examinateur, BARLETT : classes 9, 147, 42, 115, 89, 102, 114, 116, 142, 144, 145, 143, 157.

Les inventions étant ainsi groupées en ces 22 divisions, le travail s'est trouvé divisé en parties pouvant convenir à un seul examinateur. Autant que possible, les divisions comprennent des inventions voisines. Cette règle n'a pu, toutefois, être strictement observée, parce que le nombre des classes groupées dans chaque division a été adopté de manière à égaliser à peu près la quantité de travail et en raison de la force de son bureau constitué, en général, de trois ou quatre examinateurs adjoints et d'un commis. Par suite, ces divisions sont plutôt celles qui conviennent au travail du Patent-Office que les divisions logiques des inventions. Les personnes ayant besoin de copies

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de brevets doivent donc s'occuper des numéros des classes bien plus que de ceux des divisions. Dans chacune des classes mêmes sont diverses sous-classes, qui ont leurs examinateurs spéciaux.

ARTS PHYSIQUES.

SUR LE CONDENSATEUR CHANTANT, PAR M. LE COMTE DU MONCEL, MEMBRE DU CONSEIL (1).

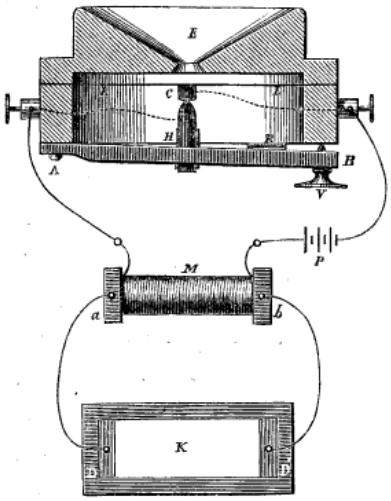
Depuis la découverte du téléphone, les efforts des savants et inventeurs, qui se sont proposés de le perfectionner, ont eu pour but d'augmenter l'intensité des sons produits par lui. Le problème, en ce qui touche surtout la reproduction de la parole, est assez difficile à résoudre, car pour obtenir des sons articulés, il est nécessaire d'employer des courants *ondulatoires;* or ces courants, mettant à contribution un circuit toujours fermé et ne pouvant résulter que d'actions électriques différentielles, en rapport avec les vibrations du diaphragme de l'appareil dans lequel on parle, ne peuvent jamais être énergiques, en raison même de la brièveté des déplacements de ce diaphragme. Il n'en est plus de même quand on a à reproduire des sons musicaux; on peut alors employer des courants *interrompus*, et les effets déterminés par les fermetures du courant peuvent être, jusqu'à un certain point, en rapport avec la force électrique que l'on emploie et les moyens physiques mis à contribution pour produire les sons. C'est pourquoi il est toujours plus facile de reproduire un son musical qu'un son articulé, et dans certaines conditions, ces sons musicaux peuvent être entendus à distance dans une vaste salle. Le téléphone de M. Righi l'avait déjà montré d'une manière intéressante; mais le condensateur chantant, imaginé dans l'origine par M. Varley et simplifié par MM. Pollard et Garnier, a montré l'expérience sous un côté d'autant plus intéressant, qu'aucun mécanisme électro-magnétique n'est mis en usage et que le chant semble sortir d'une sorte de cahier de papier auquel on serait loin d'attribuer cette propriété. Sans doute les chants ainsi reproduits ne sont pas toujours des plus purs ; cependant quand la personne qui chante dans le transmetteur est un peu musicienne et a saisi la manière de s'en servir, le condensateur en question peut émettre des sons

(1) Séance du 25 octobre 1878.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

assez doux qui se rapprochent de ceux du violoncelle et du hautbois.

L'appareil chantant consiste dans un condensateur K, formé de trente feuilles de papier superposées, de 9 centimètres sur 13, entre lesquelles sont intercalées vingt-huit feuilles d'étain de 6 centimètres sur 12, réunies de manière à constituer les deux armures du condensateur. A cet effet, les feuilles paires sont réunies ensemble à l'un des bouts du cahier de papier, et les feuilles impaires à l'autre bout. En appliquant ce système sur un carton rigide, après avoir eu soin de le ligaturer avec une bande de papier, et en serrant les feuilles d'étain réunies aux deux bouts du condensateur avec deux garnitures de cuivre D, D', munies de boutons d'attache pour les fils du circuit, on obtient ainsi un appareil qui joue le rôle d'un véritable chanteur. Un poids assez lourd placé sur le condensateur pour serrer les lames, n'arrête nullement son fonctionnement ; il en affaiblit seulement les sons qui deviennent alors plus harmonieux, ce qui rend douteuse l'hypothèse de mouvements attractifs des lames qu'on avait émise dans l'origine pour expliquer ces effets.



L'appareil transmetteur se compose d'une sorte de téléphone sans manche E, dont la lame vibrante est constituée par une lame de fer-blanc L L, très-mince, au centre de laquelle est soudé un morceau cylindrique de charbon C, et contre ce charbon appuie un autre cylindre de la même matière H, qui est porté par une traverse de bois A B, articulée d'un côté en A, sur le bord inférieur de la boîte du téléphone et fixé de l'autre côté B sur le bord opposé de la boîte, au moyen d'une vis de réglage V. Un ressort arqué R (un bout de ressort de pendule), placé en travers de cette pièce, lui donne une certaine élasticité sous son serrage, et cette élasticité est nécessaire pour le bon fonctionnement de l'appareil qui constitue, par le fait, une sorte de microphone à diaphragme.

La lame de fer est mise en rapport avec l'un des pôles d'une pile P, de six éléments Leclanché, et le charbon inférieur H correspond à l'hélice primaire d'une bobine d'induction M, déjà reliée au second pôle de la pile. Enfin, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux bouts de l'hélice secondaire de la bobine *a* et *b* sont reliés directement aux deux armures D, D′ du condensateur.

Cette hélice secondaire doit être constituée par vingt couches de fil n° 32 ou mieux du n° 42, recouvert de soie; et l'hélice primaire est formée par quatre couches de fil n° 16. La longueur de la bobine ne doit pas dépasser 7 centimètres, et le diamètre du noyau de fils de fer fins doit être d'environ 1 centimètre.

Pour obtenir le chant sur le condensateur, il faut régler le transmetteur de manière que les deux charbons C et H ne se touchent pas à l'état normal, mais soient assez près l'un de l'autre pour que, en chantant, les vibrations de la plaque L L puissent effectuer des contacts suffisants. On arrive facilement à ce réglage par le tâtonnement et en émettant une même note jusqu'à ce que le condensateur résonne. Si trois notes, faites successivement, sont bien reproduites, l'appareil peut être considéré comme suffisamment réglé, et pour le faire fonctionner, il suffit d'enfoncer la bouche dans l'embouchure, comme on le fait quand on chante dans un mirliton. Il faut, pour obtenir un bon résultat, que l'on entende la lame de l'appareil vibrer à la manière des flûtes à l'oignon. Au lieu de charbons, on peut employer des contacts de platine; mais, avec la disposition précédente, l'appareil peut être employé à divers usages, par exemple comme transmetteur ou récepteur téléphonique, et même comme microphone.

ARTS CHIMIQUES.

ÉTUDE SUR LA CRISTALLISATION DU SUCRE, ET LA FABRICATION DU SUCRE CANDI, PAR G. FLOURENS (1).

I. *Les travaux de Dutrone et nos résultats.*

Jusque dans ces derniers temps, on ne possédait sur l'étude de la cristallisation du sucre que les travaux de Dutrone, qui donnent des renseignements tout à fait faux, et qui sont encore reproduits dans les meilleurs ouvrages publiés sur l'industrie sucrière.

Cet auteur a construit une table pour la détermination des rendements en sucre,

(1) Cette étude n'est que le résumé d'un mémoire plus étendu de l'auteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fournis par les dissolutions de sucre pur, dont on a constaté la température d'ébullition, et que l'on suppose refroidies à la température de 27° 5 Cent., ou 22° Réaumur. Il admettait, comme base de ses calculs, que le sirop saturé à cette température, renferme, pour 60 parties d'eau, 100 parties de sucre; sa composition en centièmes serait donc : sucre $\frac{100}{160} = 62{,}50$; eau $\frac{60}{160} = 37{,}50$.

La température d'ébullition étant 103° 75 C = 83° R.

En soumettant à l'évaporation, à la pression ordinaire de l'atmosphère un poids connu de ce sirop saturé, il notait les variations de la température d'ébullition, qui s'élevait avec le degré de concentration, et il évaluait, pour chaque température, le poids d'eau évaporé; ce qui lui permettait de calculer le poids de sucre qui devait se déposer par la cristallisation, en supposant la dissolution refroidie à la température initiale de 27° 5 C, et parfaitement désaturée.

Les nombres admis par Dutrone, pour la composition du sirop saturé de sucre pur, à 27° 5 C, ne sont pas exacts, et les tables qu'il en a déduites sont erronées. Nous trouvons pour la dissolution saturée à cette température, une proportion de sucre de 67,70 p. 100 et une proportion d'eau de 32,30 p. 100 ; la température d'ébullition est de 104° 5 C, à la pression de 760 mill. de mercure.

Les tables de Dutrone ne donnent des indications que pour les sirops refroidis à une seule température. Nous nous sommes proposé de faire les différentes déterminations qui nous manquaient dans la pratique, pour pouvoir apprécier les rendements des sirops refroidis à une température quelconque, et nous avons recherché :

1° Les richesses en sucre des dissolutions saturées, aux températures comprises entre 0° et 100° Cent., ce qui nous a permis de construire la courbe de solubilité du sucre (table I, fig. 1).

2° Les poids spécifiques de ces dissolutions, ainsi que les indications du densimètre de Gay-Lussac et de l'aréomètre de Baumé aux températures observées, et à 15° C. (table I, fig. 1 et 2).

3° Les températures d'ébullition, à la pression ordinaire de l'atmosphère, des dissolutions sucrées à différents degrés de concentration, donnés par leurs richesses en sucre et leurs degrés aréométriques (table II, fig., 3-4).

Nour avons dû pour nos déterminations, contrôler tous les instruments que nous avons employés, les aréomètres en différents points de leur échelle, en les plongeant dans des liqueurs dont la densité avait été parfaitement déterminée par la méthode du flacon. Les densimètres indiquaient les densités à 15° C., par rapport à l'eau prise à la même température, et les aréomètres de Baumé dont les degrés étaient divisés en dixièmes, correspondaient à la table de densités employée par Gay-Lussac et publiée par M. Collardeau. La densité D, était donnée par la formule :

$$D = \frac{144.3}{144.3 - n}.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n = degré observé à l'aréomètre.

144, 3 nombre appelé module de l'instrument.

Nous nous sommes servis pour les déterminations 1° et 2°, de flacons à large ouverture, bouchés à l'émeri, et remplis de morceaux de sucre candi blanc bien pur, de la grosseur d'une noisette.

Le sirop était introduit dans ces flacons qui étaient exposés, avec les instruments employés, à différentes températures, que l'on maintenait constantes pendant sept ou huit heures, au moins, pour les températures élevées, et durant deux ou trois jours, pour celles auxquelles on n'avait pas à craindre la formation du sucre incristallisable.

Ces flacons étaient souvent plongés dans des bains-marie, disposés dans des espaces dont on pouvait parfaitement régler la température ; de cette façon, celle-ci pouvait être longtemps maintenue au même degré; on les agitait fréquemment, et l'on observait la température du sirop, ainsi que son degré à l'aréomètre, en prenant toutes les précautions nécessaires ; on se servait d'éprouvettes maintenues à la même température pour éviter toute variation.

Quand le degré aréométrique était devenu constant, on faisait l'observation saccharimétrique du sirop parfaitement clair, et l'on constatait très-bien, en faisant varier la la température des flacons de 1° ou 2° au dessus et au dessous du degré considéré, la différence très-sensible sur l'aréomètre ; la saturation et la désaturation se faisaient assez rapidement, à cause de la grande surface des cristaux de candi, et du petit volume du sirop. On exécutait aussi, sur ce dernier ramené à 15° Cent., l'observation aréométrique.

En opérant sur des dissolutions non saturées et sur des dissolutions sursaturées, ce qui était facile en élevant ou abaissant la température des flacons, on constatait que, après un certain temps de contact du sirop avec le sucre, la température étant maintenue constante un temps suffisant, les résultats obtenus pour les dissolutions saturées étaient identiques dans les deux cas, ce dont il était nécessaire de s'assurer pour être certain de l'exactitude des nombres trouvés.

Les résultats de ces différents essais sont représentés par la table suivante et les courbes fig. 1 et 2.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

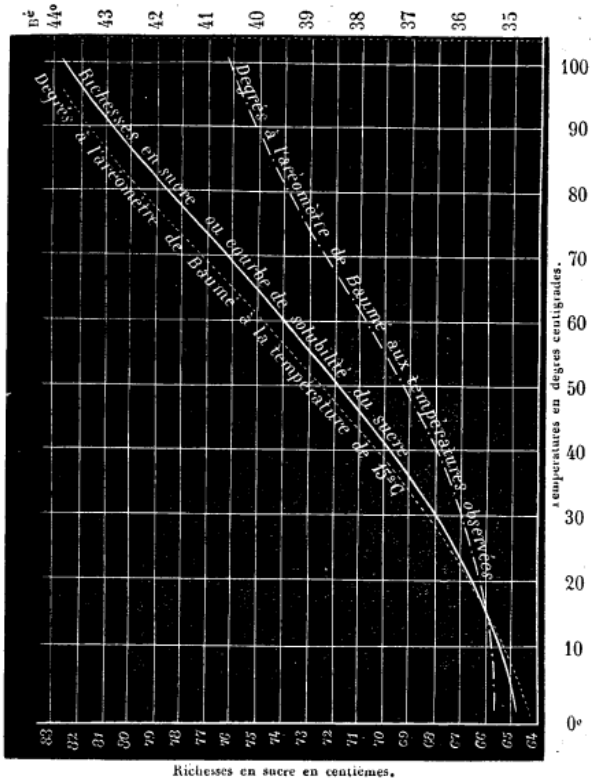


Fig. 1.

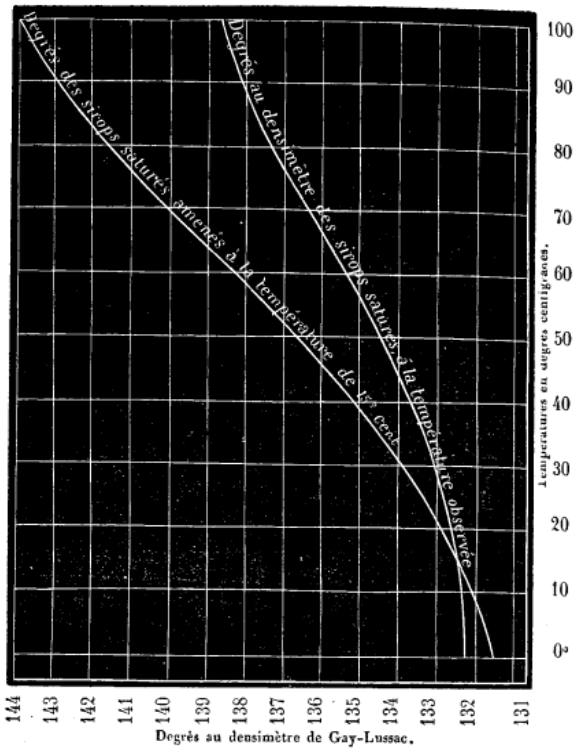


Fig. 2.

TABLE N° 1.

TEMPÉRATURE degrés centigrades.	SUCRE p. 100.	DEGRÉS A L'ARÉOMÈTRE BAUMÉ.		DEGRÉS AU DENSIMÈTRE DE GAY-LUSSAC	
		à la température observée.	à 15° centigrades.	à la température observée.	à 15° centigrades.
0	64.70	35.30	34.60	132.35	131.50
5	65.00	35.35	34.90	132.43	131.90
10	65.50	35.45	35.20	132.55	132.25
15	66.00	35.50	35.50	132.60	132.60
20	66.50	35.60	35.75	132.75	132.90
25	67.20	35.80	36.25	133.00	133.55
30	68 »	36 »	36.70	133.25	134.05
35	68.80	36.20	37.10	133.50	134.60
40	69.75	36.40	37.50	133.75	135.10
45	70.80	36.75	38.10	134.10	135.90
50	71.80	37.10	38.70	134.60	136.60
55	72.80	37.50	39.30	135.10	137.40
60	74.00	37.90	39.90	135.60	138.20
65	75.00	38.30	40.55	136.15	139.10
70	76.10	38.60	41.10	136.50	139.80
75	77.20	39.00	41.70	137.00	140.60
80	78.35	39.30	42.20	137.40	141.30
85	79.50	39.65	42.80	137.90	142.20
90	80.60	39.95	43.30	138.20	142.90
95	81.60	41.10	43.70	138.50	143.40
100	82.50	40.30	44.10	138.75	144.00

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit à l'inspection des courbes de la fig 1, que la solubilité du sucre présente une certaine particularité ; vers les bas degrés de l'échelle thermométrique, la richesse en sucre des dissolutions saturées augmente très-lentement, à mesure que la température s'élève, puis elle croit régulièrement.

On verra bientôt que, dans la fabrication du sucre candi, on n'a pas intérêt à abaisser la température des sirops mis en cristallisation, au dessous de 20 ou 25° Cent. pour les candis blancs, et 30° pour les candis roux ; car, dans les cristallisoirs, ces sirops restent toujours légèrement sursaturés, et le dépôt des dernières portions de sucre ne se fait qu'avec lenteur.

Les courbes donnant les degrés au densimètre et à l'aréomètre de Baumé, offrent la même particularité (fig. 1 et 2).

Une détermination qui a aussi de l'importance, c'est celle des points d'ébullition des dissolutions sucrées à différents degrés de concentration (table II, fig. 3-4) ; la

TABLE N° II.

TEMPÉRATURE d'ébullition.	DEGRÉ A L'ARÉOMÈTRE BAUMÉ		DEGRÉ AU DENSIMÈTRE DE GAY-LUSSAC		RICHESSE en sucre
	à la température observée.	à 15° centigrades.	à la température observée.	à 15° centigrades.	
104.5	32.20	36.25	128.72	133.50	67.25
105	33.20	37.25	129.90	134.80	69.10
105.5	34.20	38.30	131.06	136.13	71.20
106	35.00	39.10	132.00	137.20	72.40
106.5	35.50	39.65	132.60	137.80	73.40
107	36.00	40.15	133.25	138.55	74.40
107.5	36.50	40.70	133.85	139.25	75.25
108	37.00	41.10	134.50	139.85	76.10
108.5	37.50	41.75	135.10	140.80	77.00
109	37.90	42.10	135.62	141.20	77.85
109.5	38.25	42.50	136.07	141.80	78.70
110	38.50	42.80	136.40	142.15	79.50
110.5	38.75	43.00	136.70	142.45	80.00
111	39.00	43.30	137.00	142.90	80.60
111.5	39.30	43.65	137.40	143.35	81.40
112	39.60	44.00	137.70	143.80	82.25
112.5	39.80	44.20	138.10	144.15	82.90
113	40.00	44.40	138.25	145.00	83.60
114	40.30	»	138.75	»	84.25
115	40.60	»	139.15	»	85.00
116	40.90	»	139.55	»	85.80
117	41.20	»	140.00	»	86.20
118	41.45	»	140.30	»	86.85
119	41.65	»	140.60	»	87.30
120	41.90	»	140.85	»	88.50
125	42.80	»	142.15	»	91.20
130	43.50	»	143.15	»	92.25

connaissance de ces températures; ou des degrés aréométriques correspondants per-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mettra de déterminer la richesse en sucre d'un sirop, et de se rendre compte de sa température de saturation ; c'est-à-dire celle à laquelle il devrait commencer à cristalliser. Ainsi un sirop bouillant à 111° Cent., à la pression 760 mill., marque 39°,00 à l'aréomètre de Baumé à cette température, et 43°,30 à 15° C.; son titre saccharimétrique est de 80,60 pour 100 et sa température de saturation = 90° Cent. (Voir les deux tables). (Au dessus de 43°,50, on ne peut plus faire l'observation aréométrique à froid, à cause de la viscosité des sirops.)

Nous avons constaté, dans nos essais sur les dissolutions concentrées de sucre, que dans les limites de 34 à 44° Baumé à 15° C., pour une différence de température de 1° Cent., on a une différence de 0°,045 Baumé ; ce nombre nous a paru à peu près constant.

On remarque que d'après les courbes (fig. 3-4), vers les bas degrés de l'échelle aréométrique, la température d'ébullition des sirops augmente très-lentement, à mesure que s'élève le degré de concentration, et que son accroissement devient assez régulier vers

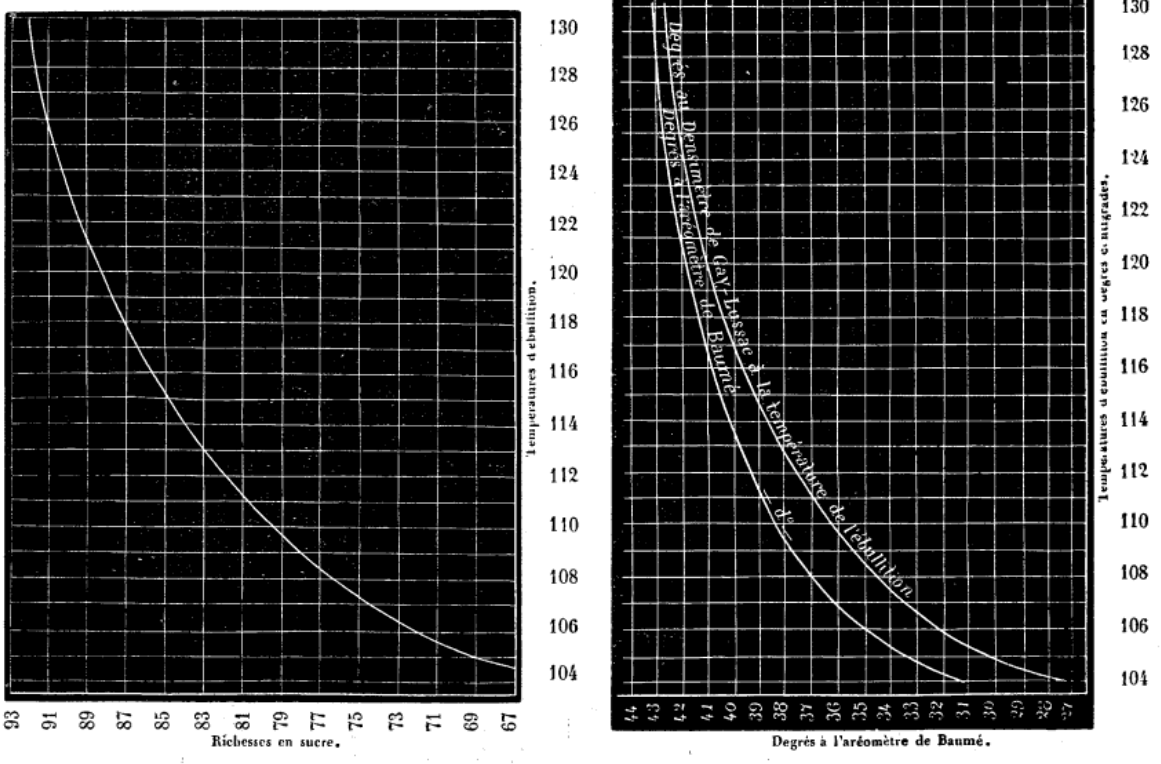


Fig. 3.

Fig. 4.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

37° Baumé (correspondant à une température de 108° Cent., et à une richesse en sucre de 76,10); puis, qu'elle augmente de plus en plus rapidement.

II. *Application à la pratique industrielle.*

Appliquons, maintenant, à la pratique industrielle, les données théoriques qui précèdent, et observons le cas de la cristallisation lente du sucre, dans la fabrication du sucre candi, ce qui nous permettra d'étudier en même tempe la formation du sucre incristallisable et la destruction du sucre sous l'action de la chaleur, dans les opérations industrielles, ainsi que l'influence de l'impureté glucosique sur les rendements pratiques.

On sait que, pour la fabrication du candi, le sucre brut est traité comme pour le raffinage du sucre en pains, jusqu'à la cuite qui diffère de la cuite en grains.

On produit, d'abord, la fonte du sucre et la clarification du sirop, au moyen du noir fin et du sang; la *clairce* obtenue est filtrée dans des filtres à poches, et ensuite sur le noir en grains, puis soumise à la cuite. On opère ordinairement celle-ci dans des bassines, au souffle faible, ou ce qui est plus simple et plus précis, à l'aréomètre de Baumé, donnant des dixièmes de degrés, en se servant d'un thermomètre pour mieux s'apercevoir quand on approche le point de cuite, qui est de 38° à 40° Baumé selon les candis. Le titre en sucre de la masse cuite varie entre 76 et 81 pour 100. On peut aussi opérer la cuite dans un appareil à cuire dans le vide, et la réchauffer ensuite dans une bassine.

Le sirop cuit est introduit dans des cristallisoirs ou pots, dans lesquels on a tendu des fils; c'est sur ceux-ci que se déposent les cristaux qui constituent la *maille*, la *croûte* est la partie qui se forme sur les parois. Ces cristallisoirs sont placés côte à côte sur des madriers superposés, dans des étuves fermées.

Quand la cristallisation est terminée, les sirops, qui représentent les eaux mères, sont recueillis dans des réservoirs, le sucre est lavé à l'eau tiède et porté au séchoir dans les cristallisoirs, dont on le détache ensuite par le lochage ; puis on le sépare en différentes qualités que l'on met en caisses ou en barils.

Les sirops sont cuits tels quels, ou clarifiés avec ou sans addition de sucre brut, pour fournir une nouvelle cristallisation de sucre candi; ou bien, ils sont cuits en grains ou au filet pour fournir des sucres qui pourront être employés à la chaudière, ou vendus comme vergeoises ; les égouts de ces cristallisations sont traités comme en sucrerie, c'est-à-dire soumis à plusieurs cristallisations successives, jusqu'à ce qu'on obtienne, en dernier lieu, un sirop incristallisable qui constitue la mélasse.

On peut se rendre compte de la formation graduelle du candi dans les cristallisoirs, en constatant la température du sirop aux différentes époques de l'étuvage et en pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

levant des échantillons avec une pipette, après avoir percé la croûte qui se forme à la surface des pots. Ces échantillons sont analysés, ainsi que la masse cuite avant son introduction dans l'étuve, et, d'après la différence de composition, il est facile de calculer le rendement en candi de cette masse cuite, et la proportion de sucre incristallisable produit par l'action de la chaleur pendant l'étuvage.

Si nous représentons par :

P, la richesse en sucre de la masse cuite en centièmes ;

i', la proportion de sucre incristallisable de cette masse cuite ,

S, la richesse en sucre cristallisable du sirop observé ;

I, » incristallisable »

R, le rendement en candi, pour 100 k. de masse cuite ;

i, le sucre incristallisable produit pour 100 k. de masse cuite ;

i_c, » » candi obtenu ;

Nous aurions, s'il ne se produisait pas de sucre incristallisable :

$$R = \frac{P-S}{100-S}$$

et, en tenant compte de la formation de ce dernier dans les étuves, nous avons :

$$R = \frac{(P + i') - (S + I)}{100 - (S + I)}$$

Nous avons aussi :

$$i = I\,\frac{(100-R)}{100} - i'$$

et

$$i_c = \frac{100}{R}\,i.$$

Nous n'examinerons, dans ce résumé de notre Mémoire, que le travail du candi blanc obtenu avec des sucres purs, et nous ne ferons que quelques observations relatives aux candis communs.

Nous dirons, d'abord, que nos essais ont été faits sur des étuves non chauffées, abandonnées au refroidissement naturel, que l'on dirigeait convenablement selon les cas, en réglant vers la fin de l'étuvage, l'entrée de l'air extérieur, pour abaisser suffisamment la température et obtenir le meilleur rendement possible.

Nous examinerons ensuite le cas des étuves chauffées, et nous prouverons que le chauffage doit être proscrit.

Le masse cuite de candi blanc a ordinairement la composition suivante :

Sucre cristallisable.	80,00
Sucre incristallisable, et matières salines.	traces
Eau.	20,00

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La température d'ébullition est de 110°,5 et correspond à 38°,75 Baumé; la température de saturation est de 87°,5 ; en cuisant moins fort, on a un produit en gros cristaux que l'on appelle *candi maillé,* et, en poussant la cuite plus loin, on obtient des cristaux moins développés et agglomérés qui constituent le *candi raide.* On remarque, dans la pratique, que le sirop des pots est toujours sursaturé, et que la cristallisation ne commence pas avant 75 ou 80° Cent., et au-dessous pour les candis roux dont la formation est plus lente.

La masse cuite précédente a fourni un candi de maille ordinaire, les résultats des observations sont indiqués par le tableau suivant :

NOMBRE de jours d'étuvage.	TEMPÉRATURES dans les cristallisoirs.	RICHESSES en sucre du sirop.	RENDEMENTS de la masse cuite en candi (centièmes).
1	67	78.75	5.90
2	54	76.25	15.70
3	45	74.25	23.00
4	37	72.40	27.50
5	33	71.50	29.80
6	30	70.00	33.30
7	29	68.50	36.50
8	28	68.50	36.50
9	28	68.50	36.50

La production de l'incristallisable, quand la masse cuite est pure, est insignifiant et ne modifie pas sensiblement les rendements ; aussi on a pu, dans les calculs, employer la formule simple $R = \frac{P - S}{100 - S}$

Nous pourrions comparer les résultats pratiques que nous avons obtenus, avec les résultats théoriques, en déterminant, au moyen de la dernière formule, les rendements de la masse cuite considérée, à différentes températures, le sirop étant supposé à sa richesse de saturation indiquée par la table n° 1 ; nous pourrons construire le tableau suivant :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TEMPÉRATURES du sirop.	RICHESSE EN SUCRE du sirop exactement saturé = S.	RENDEMENTS théorique de la masse cuite en candi $R = \frac{80 - S}{100 - S}$
87.5°	80.00	0.00
85	79.50	2.44
80	78.35	7.64
75	77.20	12.10
70	76.10	16.30
65	75.00	20.00
60	74.00	25.00
55	72.80	27.10
50	71.80	29.10
45	70.80	31.50
40	69.75	33.90
35	68.80	35.90
30	68.00	37.50
25	67.20	39.00
20	66.50	40.30
15	66.00	41.18
10	65.50	42.00
0°	64.70	43.30

Dans la marche d'une étuve à candi, on a à considérer les variations de la température du sirop qui doivent être parfaitement régulières, ce dont on s'assurera en construisant des courbes qui offrent généralement la forme indiquée (fig. 5). On peut facilement, pour le candi blanc, arriver à abaisser la température à 25° ou 30° Cent., en sept ou huit jours, en ouvrant les portes des étuves quelques jours avant la sortie, quand cela est nécessaire.

Fig. 5. — Décroissance de la température avec le temps.

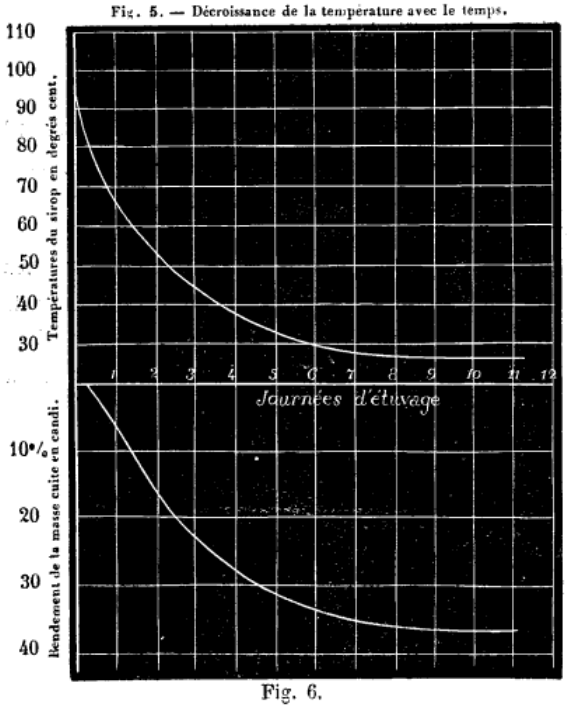


Fig. 6.

On représentera aussi par des courbes (fig. 6), les rendements de la masse cuite en fonction du temps, et (fig. 8) les rendements théoriques (en ligne pointillée) et les rendements pratiques (en ligne pleine), en fonction de la température. Pour que l'étuvage soit bien terminé, il faut évidemment que la courbe (fig. 6) se termine tangentiellement à l'horizontale.

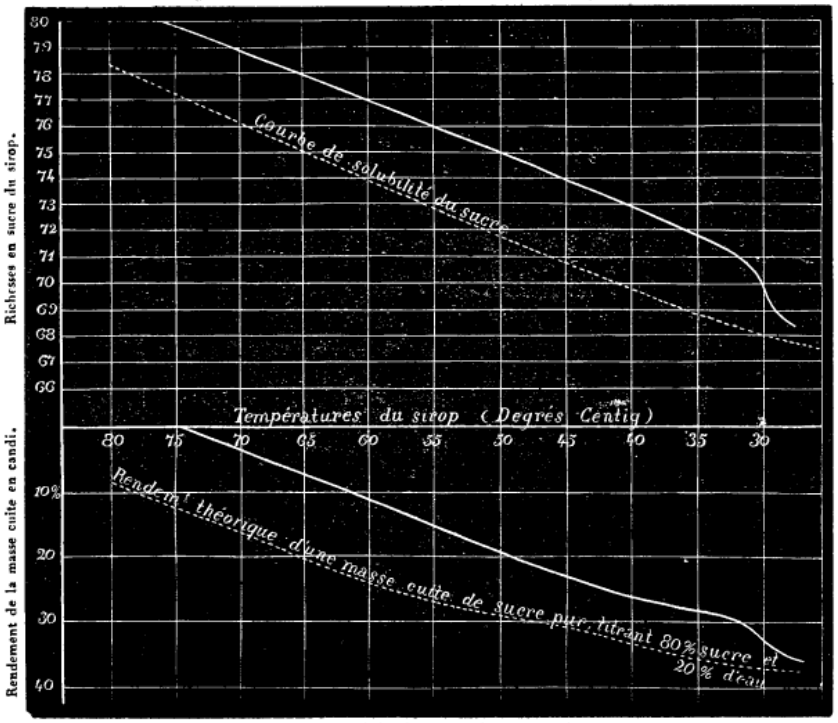
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le sirop à la fin de l'étuvage, contient encore du sucre à l'état de sursaturation ; ce sucre se dépose en grains dans les réservoirs où l'on reçoit les eaux-mères des cristallisoirs. On doit chercher à obtenir le plus grand rendement en candi, en diminuant autant que possible le degré de sursaturation des sirops.

Dans la courbe (fig. 8) on remarque que, vers la fin de l'étuvage, le refroidissement étant lent, le sucre qui se trouvait dans le sirop à un état de grande sursaturation, se dépose en partie, ce qui est indiqué par la forme de crochet que cette courbe prend à son extrémité, où elle vient se raccorder à l'horizontale, après s'être beaucoup rapprochée de la ligne des rendements théoriques.

Enfin (fig. 7), on construira la courbe donnant la richesse en sucre du sirop, aux

Fig. 7. — Richesses en sucre du sirop aux différentes températures.



Rendements en candi du sirop aux diverses températures.

Fig. 8.

différentes températures ; elle diffère beaucoup de celle de solubilité du sucre marquée en pointillés ; et présente souvent à son extrémité, quand l'étuvage est bien terminé, un crochet (comme dans la fig. 8) dû à la diminution de l'état de sursaturation.

Dans le cas des sucres candis très-communs, obtenus avec des sirops, le point de cuite doit être plus fort que pour les candis purs, et il faut alors avoir soin de ne pas laisser trop refroidir les étuves, car le sirop restant deviendrait trop épais et s'opposerait à la cristallisation ; on aurait aussi de la peine à l'extraire des cristallisoirs. Pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces candis, la courbe (fig. 7), au lieu de représenter une droite inclinée terminée par un crochet, présente une concavité dirigée vers l'axe des températures ; ce qui tient à l'empêchement produit sur la cristallisation par les matières étrangères. Il est nécessaire aussi, que le refroidissement, au début de l'étuvage, soit beaucoup moins rapide, ce qui augmente notablement la durée de la cristallisation.

Quand on veut obtenir des candis bien maillés, on est obligé de pousser la cuite moins loin, et aussi de ralentir le refroidissement au commencement de la cristallisation ; l'on a des rendements moins élevés, et l'on produit toujours plus de sucre incristallisable par suite de l'action plus longtemps prolongée de la chaleur.

De ces différents résultats et de l'examen des courbes (fig. 5 à 8), on peut conclure que le dépôt du candi se fait avec une vitesse maximum au commencement de la cristallisation, et que cette vitesse diminue de plus en plus pour se réduire à zéro à la fin de l'étuvage ; la maille se formant au début sera d'autant plus belle que le refroidissement sera plus lent et plus régulier, jusqu'au moment où la plus grande partie du candi se sera formée, ce qui arrive le cinquième jour pour le candi blanc, et le huitième ou neuvième jour pour les candis communs; à partir de ce moment, on pourra accélérer le refroidissement pour obtenir le reste du sucre qui doit encore cristalliser.

L'emploi des calorifères pour le chauffage des étuves, n'est nécessaire que quand on échauffe la cuite, faite dans le vide, à une température inférieure à celle de son ébullition, comme cela se fait quelquefois à 90 ou 95° C ; on ralentit ainsi la cristallisation et on empêche le sucre de se déposer à l'état grenu ; il faut alors diriger la température avec les plus grandes précautions, car on s'exposerait à détruire une notable partie du sucre par la chaleur.

Quand la masse cuite est portée à l'ébullition à l'air libre, le chauffage des étuves est tout à fait nuisible, comme le prouvent les nombres suivants, qui indiquent les résultats obtenus dans une étuve chauffée, dans laquelle on a choisi deux cristallisoirs dont l'un était situé à la partie supérieure, où la température se maintient plus longtemps élevée, et l'autre à la partie inférieure, où le refroidissement est plus rapide.

La masse cuite titrait :

Sucre cristallisable.	78
Sucre incristallisable.	1.30

SIROP après 15 JOURS D'ÉTUVAGE.	TEMPÉRATURES des cristallisoirs.	DEGRÉS Baumé à 15° C.	SUCRE		RENDEMENT de la masse cuite.	INCRISTALLISABLE produit pour	
			Cristallisable.	Incristallisable.		100 k. candi.	100 k. pâte.
	Degré C.	°					
En bas de l'étuve.	37	39.20	66.00	3.35	33.00	3.15	1.00
En haut de l'étuve.	45	40.00	64.35	6.70	30.00	15.00	3.40

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Malgré la longue durée de l'étuvage, les étuves n'étaient pas suffisamment refroidies, l'incristallisable s'est produit dans une énorme proportion relativement au rendement qui a été peu élevé.

On remarque que, toutes choses égales, on produit d'autant plus de sucre incristallisable à l'étuvage que les masses cuites en contiennent déjà une proportion plus notable.

Dans le travail des sucres de betteraves, on produit des quantités très-variables de sucre incristallisable à l'étuvage, selon la composition des masses cuites :

Pour le candi blanc, il s'en forme			0,25	à 0,50	pour 100 du candi et plus.
—	clair jaune	—	0,50	— 0,80	—
—	jaune	—	0,80	— 1,50	—
—	roux	—	1,50	— 3,00	—

Ces nombres s'appliquent à un travail dans lequel on employait le sirop de chaque cristallisation dans une cristallisation suivante, en y ajoutant une proportion de sucre brut égale à celle qui avait été obtenue en candi ; on obtenait ainsi quatre espèces de candis, dont le dernier était un candi roux produit avec le troisième sirop sans addition de sucre brut; la dernière eau mère contenait 6 à 8 pour 100 de sucre incristallisable.

Cette manière d'opérer, usitée dans le nord de la France, pour obtenir des candis jaunes et roux a le grand inconvénient de concentrer, dans les masses cuites, le sucre incristallisable formé à l'étuvage. On a donc intérêt à ne pas introduire, dans le chargement de la chaudière à candi, des sirops contenant notablement du sucre incristallisable, car on subit non seulement une perte en sucre, mais on diminue aussi le rendement du sirop restant, dans un proportion très notable.

En chauffant les étuves par des calorifères, nous avons quelquefois constaté une production d'incristallisable supérieure à 4 p. 100 de la pâte ; comme le coefficient mélassimétrique du sucre incristallisable paraît être égal à 0,50 ou 1, on en conclura que la destruction de 1 p. 100 de sucre, correspond à une perte de rendement de 1,5 ou 2,00 pour 100.

Dans la fabrication du candi avec les sucres de cannes, l'existence du glucose en tête du travail doit déterminer à l'étuvage la destruction d'une proportion notable de sucre cristallisable, et les rendements, dans certains cas, pourraient bien être inférieurs à ceux fournis par les sucres de betteraves.

La composition du chargement des chaudières à candi, varie avec les contrées ; à Nantes, où l'on produit principalement des sucres candis blancs et clairs pour la fabrication du vin de Champagne, on emploie de beaux sucres de cannes que l'on mélange avec des sucres très-riches, obtenus par la cuite en grains des sirops provenant des cristallisations de candis ; les suites de ces sirops sont traitées comme dans la fabrication du sucre, c'est-à-dire épuisées par plusieurs cristallisations successives jusqu'à l'obtention de la mélasse ; les sucres jaunes obtenus en deuxième, troisième et qua-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trième jets, sont vendus comme vergeoises ; les mélasses vont à la consommation.

Ce mode d'opérer est favorable au rendement, parce qu'il permet, autant que possible, d'éviter la formation du glucose, les sirops n'entrant jamais dans le chargement de la chaudière à candi; mais on ne peut obtenir qu'un seul candi de premier jet.

III. *Observation sur la composition des mélasses de candi, et sur l'influence mélassigène du sucre incristallisable.*

Les mélasses issues du raffinage du sucre de betteraves pour la fabrication des pains, ont une composition peu variable. Ainsi celles des grandes raffineries de Paris, ont un coefficient salin à peu près constant de 4,20 (1); elles contiennent 2 à 3 pour 100 de sucre incristallisable ; celles obtenues par le procédé Lagrange(travail alcalin avec la baryte) ont un coefficient salin un peu inférieur = 4.00 ; elles sont alcalines et exemptes d'incristallisable, tandis que les premières sont toujours plus ou moins acides. Les mélasses des fabriques de sucre et de certaines fabriques-raffineries, ont des coefficients salins bien inférieurs, qui descendent jusqu'à près de 3,00 ou 3,20.

Les mélasses issues du travail du candi contiennent des quantités très-variables de sucre incristallisable et de matières salines : cela résulte d'ailleurs des observations qui ont été faites précédemment.

Il y a peu de raffineries en France qui ne fassent que du candi avec le sucre de betteraves, sans produire aussi des pains ; nous pouvons cependant donner la composition de la mélasse d'un de ces établissements qui livre à la consommation des produits très-estimés, et qui fait beaucoup de candis roux, en employant, comme ordinairement à la chaudière, les sirops des cristallisations, avec addition de sucres bruts.

Cette composition est la suivante à 40° Baumé :

Sucre cristallisable	27.50	62.00
Sucre incristallisable.	34.50	
Cendres.	3.60	

$$\text{Coefficient salin} = \frac{62}{3.60} = 17.20.$$

Au coefficient normal de 4,20, on aurait dû avoir en sucres cristallisable et incristallisable dans la mélasse $3{,}60 \times 4{,}20 = 15{,}20$; la différence $62 - 15{,}20 = 47{,}80$, représente la perte en sucre cristallisable due à la fabrication du candi, pour 100 kilog. de mélasse produite ; puisque le sucre brut employé ne contenait que des traces de glucose. La perte au raffinage résultant de la production de 1 pour 100 d'incristallisable sera

(1) Rapport de la somme des sucres cristallisable et incristallisable aux cendres ; celles-ci étant déterminées en retranchant 1 dixième des cendres sulfatées. M. Viollette a démontré que l'on devait retrancher 2 dixièmes, ou multiplier les cendres sulfatées par 0,8 au lieu de 0,9.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

égale à $\frac{46,8}{34,5} = 1,36$ d'où le coefficient mélassimétrique de ce dernier $= 0,36$; un grand nombre d'analyses de mélasses de raffineries nous permettent d'assigner à ce coefficient une valeur qui varie entre 0,30 et 1,00 comme l'admet M. Durin.

On voit que la perte au raffinage, résultant de la présence du sucre incristallisable dans les produits en cours de fabrication, n'est pas, comme pour les autres matières étrangères, égale à son coefficient mélassimétrique, déterminé d'après l'examen des mélasses, mais qu'elle est beaucoup plus élevée, parce que cette substance favorise la destruction d'une partie du sucre cristallisable qui se trouve perdue, et qui empêche elle-même une autre partie du sucre de cristalliser.

Voici les analyses de quelques mélasses provenant de différentes raffineries, produisant des pains et du candi dans diverses proportions, et n'employant que des sucres de betteraves exempts de glucose :

	A		B	
Degré aréométrique à 15° cent.	41°		45° Baumé.	
Sucre cristallisable.	41.50	57.60	48	72
Sucre incristallisable.	16.10		24	
Cendres.	8.00		8.10	
Coefficients salins.	7.20		8.90	

Dans la première, la perte du raffinage est égale à 1,50 pour 1,00 d'incristallisable formé, et, dans la seconde, cette perte est égale à 2,00.

Les raffineries de candis de cannes de Nantes produisent des mélasses très-riches en sucre incristallisable ; en voici un exemple :

Sucre cristallisable.	31.20
Sucre incristallisable.	50.70
Cendres.	1.55

(La faible proportion des cendres indique que l'on a dû travailler des sucres ne renfermant que très-peu de matières salines.)

En résumé, nous démontrons, dans notre travail, l'inexactitude des travaux de Dutrone ; nous établissons les données scientifiques nécessaires à l'étude de la cristallisation du sucre, et nous en faisons l'application à la pratique, dans la fabrication des sucres candis de différents genres. Nous déterminons les conditions dans lesquelles doit se produire le refroidissement des étuves, pour éviter les grandes pertes auxquelles on est exposé dans cette industrie, et nous examinons la formation du sucre incristallisable sous l'influence de la chaleur, ainsi que son influence mélassigène.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INDUSTRIES TEXTILES.

LA LAINE, SON TRAVAIL ET SA PRODUCTION, PAR M. N. PONCHE.

Parmi les nombreuses industries qui, depuis une longue période de siècles, ont favorisé le développement et la richesse de la Picardie et de la ville d'Amiens en particulier, aucune n'a contribué plus puissamment à ce résultat que celle qui a pour objet le travail de la laine dans ses diverses applications.

Je voudrais, si cela m'est possible, dans une première partie, faire, pour ainsi dire, assister le lecteur aux diverses transformations par lesquelles la laine passe depuis son état de matière première jusqu'aux dernières modifications qu'elle subit pour arriver à son emploi définitif, emploi qui peut se résumer dans ces deux articles indispensables, le vêtement et l'ameublement; en même temps, montrer la marche constamment ascendante que les progrès de l'industrie ont imprimée à cette branche si importante de notre travail national. Enfin, et c'est là une question économique de premier ordre, je désirerais faire voir, dans une deuxième partie, comment la production de la matière première a pu toujours satisfaire, sinon même quelquefois dépasser les besoins toujours croissants d'une industrie qui, depuis quelques années, a pris des développements si étonnants.

I.

Et d'abord, qu'est-ce que la laine?

La laine est une substance filamenteuse qui couvre la peau du mouton et d'autres animaux, tels que le lama, les chèvres du Thibet et de Cachemyr.

Je ne pourrais en donner une description plus exacte et plus raisonnée que celle qu'en a donnée mon excellent collègue et ami, M. Poiré, dans la *France industrielle,* cet ouvrage si utile et si intéressant qu'il a publié l'année dernière.

Le brin de laine, dit-il, n'est pas une fibre lisse comme la soie, le lin ou le coton. Lorsqu'il a été débarrassé des corps gras qui le recouvrent, il paraît au microscope formé d'une série de calottes coniques qui s'emboîtent l'une dans l'autre et présentent l'aspect qu'offriraient des dés emboîtés.

Le brin de laine n'est pas en général rectiligne, il est plus ou moins contourné et vrillé; c'est encore là un de ses caractères distinctifs, quoique toutes les laines ne le possèdent pas au même degré.

La réunion de toutes ces fibres dont je viens d'emprunter la description à notre savant collègue constitue ce qu'on appelle la toison.

Si la fibre de la laine constitue l'unité par rapport à la matière, la toison par la réunion des fibres constitue l'unité par rapport à l'animal qui la fournit.

Il y a un nombre assez considérable d'espèces de laine, mais elles peuvent se résu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mer dans trois classifications générales : les laines longues, les laines métis et les laines courtes.

Si je n'étais pas, en raison de son étendue, pressé d'arriver à remplir le cadre que je me suis tracé, ce serait ici le lieu d'étudier les causes de la production et de l'amélioration de ces diverses natures de laines. — Je dirai seulement en deux mots que plusieurs savants naturalistes ont pensé, et ce principe n'a pas été jusqu'ici contesté, que la forme du brin est modifiée par la configuration du pore de la peau qui lui sert de moule ; ainsi, le poil sera fin, lisse ou ondulé selon que le pore sera étroit, droit ou tortueux.

Cette observation a été la base de tous les essais qui ont été faits pour améliorer la qualité de la laine, et, sans vouloir anticiper sur ce que j'aurai à dire sur ce sujet dans la seconde partie de cette étude, on sait que, grâce aux progrès faits depuis longtemps déjà, l'on est parvenu à substituer sur le corps du mouton, par des croisements intelligents, une peau mince recouverte d'une laine fine et frisée, comme celle du mérinos, à une peau épaisse qui ne produisait que des poils grossiers.

L'emploi de la laine pour les vêtements date des temps les plus reculés. Pendant longtemps, les hommes se couvrirent de peaux d'animaux ; mais ces vêtements étaient lourds, gênants, et, la nécessité aidant, on arriva à séparer la laine de la peau du mouton. On en obtint d'abord des étoffes feutrées par le moyen de substances gommeuses et de la chaleur ; puis on en fit, et cela longtemps encore après, du fil pour varier les étoffes. Dès ce moment, un principe était posé, et dans cet ordre d'idées, comme dans tous les autres, des progrès lents au début, et rapides ensuite, nous ont amené à l'état actuel de cette grande industrie du travail de la laine.

Quelles sont donc maintenant les diverses phases du travail par lesquelles passe la laine pour arriver à être complétement manufacturée ?

Il y a aujourd'hui cinq grandes divisions dans le travail de la laine au point de vue *industriel*.

1° Le triage ;
2° Le peignage ou le cardage ;
3° La filature ;
4° Le tissage ;
5° L'apprêt.

Étant données une, mille, ou dix mille toisons de laine, la première opération à laquelle doit se livrer celui qui veut tirer tout le parti possible de cette quantité de matière, est le triage.

Dans un même troupeau toutes les toisons ne sont pas pareilles comme finesse, comme longueur ou comme douceur, et chacune de ces toisons elles-mêmes renferme des qualités différentes.

Selon que le troupeau est plus ou moins bien tenu, que les animaux qui le com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

posent proviennent de croisements divers, qu'ils ont plus ou moins souffert de la faim, de la maladie ou des intempéries des saisons, ces différences que je signale sont plus ou moins grandes.

On procède donc, d'abord, à une première partie de l'opération que j'ai appelée *triage* en termes généraux. Elle consiste à réunir d'abord toutes les toisons d'une qualité à peu près conforme; c'est ce qu'on appelle le classement ou vulgairement l'*assortissage* en terme usuel. S'il n'est pas français, ce mot rend bien l'idée de l'opération que j'indique.

Ces toisons ainsi assorties déjà comme qualité, d'une manière large, on procède ensuite au triage proprement dit.

Voici en quoi consiste cette importante opération, de laquelle dépend le parti plus ou moins avantageux que l'on peut tirer du lot de laine que l'on travaille. Chacune des toisons est ouverte avec grand soin, et étendue sur une claie posée horizontalement devant l'ouvrier qui doit procéder au triage. La toison ainsi étendue doit montrer l'aspect de l'animal comme s'il était fendu en deux sous le ventre par le milieu du corps, et les quatre pattes établies, aussi le cou, la queue, dans la position que l'on se représente.

Dans cet état, le trieur habile juge, d'un coup d'œil rapide, les qualités ou plutôt, si l'on veut, la valeur comme force, comme nerf, comme longueur ou comme blancheur des qualités diverses qui se trouvent dans cette toison.

La toison étant ainsi ouverte, toutes les parties se tiennent généralement ensemble et forment une espèce de nappe élastique et floconneuse.

L'ouvrier, selon qu'il a reçu l'ordre de faire plus ou moins de qualités dans le lot qu'il trie, prend d'abord les parties les plus fines, qui sont le flanc, les épaules, ensuite les cuisses, les pattes, le collier, la queue, et jette alternativement, après les avoir détachées du corps de la toison, chacune de ces parties dans un, deux, trois ou quatre grand paniers qui se trouvent autour de sa claie de triage.

Il y a autant de paniers qu'il y a de qualités à faire. C'est là une opération sérieuse, et pour laquelle il faut une grande habitude et une attention soutenue.

La pratique est pour beaucoup pour arriver à faire un trieur habile; mais il est nécessaire, en outre, que celui qui s'adonne à ce travail soit très-attentif, et toujours surveillé par un contre-maître, intelligent et connaisseur, qui le ramène à la qualité toutes les fois qu'il s'en écarte.

Dans les grandes maisons, il y a des contre-maîtres à l'œil très-exercé qui surveillent constamment chacun des trieurs, et les maintiennent dans une grande uniformité de finesse et de qualité.

Quand un ouvrier trieur a rempli d'une qualité l'un de ses paniers, on va en jeter le contenu sur un tas qui porte les n°ˢ 1, 2, 3, 4 ou 5 selon le nombre de qualités qu'on a faites.

Après que l'opération est terminée sur toute la partie ou, comme on voudra l'ap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peler, sur tout le lot de laine que l'on avait à trier, on mélange encore à l'emballage chacune de ces qualités à part — 1re, 2e, 3e ou 4e, — de manière à obtenir dans cette sorte une régularité aussi complète que possible. Ainsi, pour toutes les qualités qu'on a faites dans ce lot.

Avec les développements prodigieux qu'a pris en France, depuis quelques années, le travail de la laine, cette opération du triage est devenue l'objet d'une industrie nouvelle, et il s'est formé des maisons considérables qui s'y livrent d'une manière complète. Quelques-unes occupent plus de cent ouvriers et trient des millions de kilog. de laine par année.

M. Alexandre Famechon, a été l'un des premiers qui aient établi cette industrie d'une manière aussi large dans une ville voisine, Roubaix, aujourd'hui le grand centre du commerce et du travail de la laine. Sa maison est restée jusqu'à ce jour l'une des plus importantes en ce genre.

Le triage s'applique aussi bien à l'industrie de la laine cardée qu'à celle de la laine peignée, pour laquelle je devrai faire une distinction tout à l'heure.

Cette première opération terminée, si la laine doit continuer à être travaillée industriellement, elle doit dès lors être lavée à fond, et ici je suis obligé de faire une bifurcation nécessaire pour faire comprendre et suivre les divers emplois de la laine.

Selon qu'on doit produire tel ou tel article, et selon sa longueur et sa qualité, la laine, avant d'arriver à la filature, doit être disposée pour être cardée ou pour être peignée. Il y a là deux industries considérables, le *cardé* et le *peigné*.

Pour le cardé, on emploie le plus généralement les laines courtes ou des laines d'une demi-longueur, selon le tissu qu'on veut obtenir. On fait aussi, pour certains articles, un mélange de laines courtes avec des laines plus longues.

Le cardé est plus spécialement destiné à la fabrication des étoffes qui doivent être foulées, la draperie principalement. Toutes les laines ne sont pas propres indistinctement pour cet objet; ainsi les laines qui n'ont pas de crochet, qui sont lisses, résistent énergiquement au foulon.

Dans une même toison de laine, d'une longueur propre au peigné, on rencontre cependant encore des parties courtes qui sont susceptibles de produire un bon cardé.

Il y a encore un autre emploi pour la laine qui tient le milieu entre le cardé et le peigné, et que pour cette raison on a appelé mixte ou peigné-cardé.

Cette laine, après filature, sert à la fabrication d'articles intermédiaires entre les étoffes foulées faites avec le cardé pur et les étoffes rases faites avec le peigné.

Ces produits présentent, pour les besoins de certaines fabrications, un avantage considérable en ce qu'elles leur donnent, en même temps que l'apparence d'un tissu ras, un certain gonflement qui les rapproche des tissus drapés.

Étant faite cette distinction, qu'il était nécessaire d'établir entre les divers emplois

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

auxquels est destinée la laine une fois triée, nous passons au peignage ou au cardage, travail qui précède la filature.

Pour le peignage comme pour le cardage, on procède, préalablement à toute autre opération, au lavage à fond.

La laine qui arrive au lavage est, ou en suint ou déjà lavée à dos. Je n'ai pas établi de distinction entre ces deux états de la matière avant le triage, car il est fait de la même manière dans les deux cas.

Le lavage de la laine a généralement lieu aujourd'hui dans de grands bacs de tôle dans lesquels elle est remuée, soit mécaniquement, soit à la main, pour la dépouiller des matières étrangères, grasses ou autres qui l'entourent.

Après avoir passé dans un premier bac rempli d'eau additionnée de savon ou de cristaux de soude, elle est amenée dans un second, troisième, quelquefois dans un quatrième, où elle subit les mêmes opérations, de manière qu'à chaque passage dans un nouveau bain elle arrive graduellement à une pureté presque parfaite dans le dernier. Ensuite, elle est placée sous des rouleaux de pression qui en expriment toute la quantité d'eau qu'il est possible de lui enlever. Après quoi, elle est mise au séchage.

Le séchage est fait artificiellement ou à l'air, selon les emplacements plus ou moins favorables dont on peut disposer.

Après le séchage, la laine est amenée à la carderie dans tous les cas, qu'elle soit destinée à en faire du peigné ou du cardé seulement, le cardé étant presque toujours aujourd'hui une préparation du peignage.

Je n'entrerai pas dans une description détaillée de toutes les machines qui constituent ce qu'on appelle un assortiment de peignage ou de cardage.

Comme je dois marcher rapidement au but que je me suis proposé, je dirai que l'ouvrage dont je parlais plus haut, la *France industrielle*, en donne un exposé fort exact.

Pour le peignage, qui est plus spécialement du ressort de l'industrie de la Somme, c'est une opération qui a pour objet principal de séparer les filaments courts des filaments les plus longs. La laine la plus longue ainsi obtenue s'appelle peigné. La partie courte s'appelle *blousse* ou *peignon* et s'emploie pour la filature du cardé, ou seule ou le plus souvent mélangée avec d'autres laines plus courtes.

Autrefois, le peignage était une industrie très-disséminée; on peignait à la main dans la Picardie, la Flandre, la Champagne et l'Artois.

La laine s'achetait par quantités peu considérables, soit en ferme, soit le plus souvent dans les foires ou marchés, dont les plus considérables étaient ceux de Châlons, Saint-Omer, Londinières, Chartres, Soissons, Guise et Saint-Quentin, et ce pour les régions du Nord dont je m'occupe ici plus spécialement.

Chaque acheteur de ces laines procédait lui-même au triage des lots dont il avait à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tirer parti, et les faisait peigner, ou dans son établissement généralement très-peu important, ou chez l'ouvrier.

Il était rare qu'un même producteur pût livrer plus de 3 à 400 kilog., par semaine.

Le nombre de ces maîtres peigneurs était relativement grand, mais on n'arrivait qu'à une mise sur le marché peu considérable.

Aujourd'hui, le peignage à la main a complétement disparu, et la plus grande partie du peigné qui s'emploie pour la filature de la laine est produite par un nombre restreint d'établissements dont quelques-uns ont une importance énorme; on sera certainement étonné quand je dirai que la seule maison Isaac Holden et fils produit, dans ses deux établissements français de Reims et de Croix près Roubaix, plus de 200 000 kilogrammes de peigné par semaine, qui représentent une entrée de matières brutes de 650 000 kilog., soit 33 800 000 kilog. par an, qui, à 3 fr. le kilog., en comptant sur un prix très-bas, donnent plus de 100 000 000 de francs de matières premières nécessaires pour alimenter cette seule maison pendant un an.

Il y a quelque chose de vraiment saisissant dans la rapidité avec laquelle se produisent les modifications qui changent l'aspect de la laine dans les opérations du peignage.

Presque d'un instant à l'autre on peut assister à la transformation de cette matière qui entre à l'usine, grasse, sale, mêlée, et en sort blanche comme la neige et lisse comme la soie la mieux travaillée.

Quand la laine ne doit pas être peignée, elle subit également pour le cardé un travail à peu près analogue à celui que je viens d'indiquer et ensuite elle arrive, comme le peigné, à la filature qui est l'une des divisions les plus importantes de l'industrie dont nous nous occupons.

L'art de filer la laine remonte à la plus haute antiquité. Les Égyptiens prétendent le devoir à la déesse Isis, les Chinois à la femme d'Yao, leur premier empereur; les Indiens en faisaient honneur à la femme de Manco Capac, leur premier roi; enfin, Pline le naturaliste, parle de l'invention de la quenouille et du fuseau. Quoi qu'il en soit, pendant plus de trente siècles, on ne se servit pas d'autres instruments pour filer.

En 1530, un boulanger du nom de Jergens, de Wattenmuttel près Brunswick, inventa le rouet, beaucoup plus commode que la quenouille et le fuseau, et surtout beaucoup plus expéditif.

En 1777 on ajouta une seconde bobine au rouet à pédale, et on doubla ainsi le travail de la filature.

Les fileuses d'Abbeville avaient alors une grande réputation d'habileté.

Mais dès 1767, en Angleterre, James Hargraves inventa le *Spinning jenny* avec lequel on fila 8 fils avec la même facilité qu'un seul, et on arriva rapidement ensuite à filer avec 80 et 100 broches en employant un enfant pour faire mouvoir cette machine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Crampton vint ensuite, qui donna le *Mulljenny* : ce fut le métier type de ceux qui servent à filer, soit la laine peignée ou cardée, soit le coton.

Dès ce moment la voie était ouverte, et elle a été heureusement parcourue par des hommes de génie et de travail qui l'ont déblayée de tous les obstacles et nous ont amenés à la situation actuelle de cette magnifique industrie nationale.

Il n'y a guère que cinquante ans que la filature peignée mécanique est connue en France; la filature de cardé y a été importée, de 1809 à 1813, par MM. Cockerell, Douglas et Lasgorsam.

La filature de carde peignée date à peine de 35 ans.

Dès 1784, je tiens à relever ces faits qui sont à l'honneur d'Amiens où on a souvent rencontré des inventeurs de haute intelligence, un M. Martin établit un atelier dans cette ville avec un privilége exclusif de 12 années pour la construction des machines à carder et à filer en gros et en fin.

En 1785, Milns obtint de l'État 60 000 fr., à titre d'encouragement.

En 1789, le gouvernement d'alors accorda une somme de 12 000 fr. à MM. Morgan et Massey, à titre d'indemnité, pour avoir construit un mulljenny de 180 broches pour le coton ; c'est le même qui sert aujourd'hui pour la laine peignée avec quelques modifications de détail.

Dans les premiers temps de l'empire, l'industrie de la laine peignée commença à se développer, mais elle fit peu de progrès cependant; chacun était alors trop occupé de la guerre, et il restait peu de temps pour trouver et appliquer les perfectionnements réclamés par l'industrie.

A la conclusion de la paix, nous voyons au contraire cette branche de notre travail national prendre de nouveaux et rapides développements qui n'ont fait que grandir jusqu'à notre époque et sans aucune interruption.

Dans les environs d'Amiens, les premiers métiers à filer la laine peignée furent installés en 1828 à Thieulloy-l'Abbaye, chez MM. Thuillier frères. A Amiens, on en établit vers 1832. Ces métiers étaient, pour la plupart, soit d'anciens métiers de coton modifiés pour cet emploi, soit des machines neuves de la construction de M. Pihet, de Paris, qui, le premier, les construisit en France sur une grande échelle. Aucun établissement de filature de laine peignée à cette époque ne dépassait le nombre de 2 000 broches.

Qui ne se rappelle encore les anciens métiers à filer marchant à la main avant l'emploi des moteurs?

Un homme, souvent même une femme tournait avec beaucoup d'effort la manivelle du métier, et quand la machine avait, dans son mouvement de venue, livré ses 100, 150 ou 180 fils, par un mouvement de rentrée contraire le fileur ou la fileuse, repoussant le chariot, enroulait le fil produit sur les bobines posées par-dessus les broches.

C'était et c'est encore ce qu'on appelle renvider.

L'état de fileur était fort dur et peu d'ouvriers pouvaient s'y livrer. Au bout de quel-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que temps de travail, il arrivait souvent que de très-graves désordres se produisaient dans la constitution de l'individu.

Ensuite on employa les chutes d'eau et les manéges de chevaux. C'était un grand progrès. La première opération de la venue du chariot se faisait mécaniquement, et c'était la plus fatigante. Dès lors, l'ouvrier n'eut plus qu'à renvider le fil, comme on le fait encore aujourd'hui dans beaucoup de filatures.

L'emploi des machines à vapeur comme moteur permit bientôt d'augmenter l'importance des établissements.

Les filatures de laine de 10 000 broches sont nombreuses, et quelques-unes comptent de 30 à 40 000 broches.

Par suite des grandes améliorations qui furent apportées dans le mécanisme des métiers et dans la construction des moteurs, on arriva à augmenter aussi la grandeur des métiers à filer. Ainsi, on en construit aujourd'hui qui ont jusqu'à 600 broches. Plus généralement le nombre varie de 500 à 560 pour les nouveaux métiers, selon l'écartement des broches.

Ces grands métiers ne pouvaient être conduits par un ouvrier, quelque fort qu'il fût. Tout le travail se fait mécaniquement; aussi, on les appelle métiers *automates*, *renvideurs* ou *self-acting*.

On le voit, avec la vapeur les progrès se sont rapidement accentués et sont devenus de plus en plus sensibles. Grâce à elle, nous sommes arrivés à l'emploi de ces magnifiques métiers renvideurs, dans lesquels l'emploi de la force humaine ne compte plus pour rien. Pour les conduire, l'attention, les soins, l'intelligence de l'ouvrier sont seuls en jeu.

Cet ouvrier, qu'on appelle *fileur* encore aujourd'hui, conduit généralement deux métiers, placés vis-à-vis l'un de l'autre, c'est-à-dire plus de 1 000 broches. Il a, pour l'aider dans ce travail, 3 ou 4 jeunes gens de 16 à 20 ans qui rattachent les fils qui se cassent ou garnissent le métier de matière au fur et à mesure qu'il en est besoin.

On donne à ces ouvriers le nom de *rattacheurs*.

Cette opération de la filature proprement dite est précédée d'une opération préliminaire, qu'on appelle la préparation et qui est généralement surveillée par des femmes.

Le principe sur lequel repose la préparation de la laine pour la filature peut se résumer en ceci :

Etant donné un ruban ou trait de laine, tel qu'il sort des ateliers de peignage, l'amener à une grosseur régulière en rapport avec le degré de finesse ou de longueur qu'on veut atteindre sur le métier à filer.

Cette régularité et cette finesse s'obtiennent par des passages successifs sur des machines spéciales.

On arrive progressivement à ce résultat par la réunion et l'étirage ou allongement d'un certain nombre de mèches placées sur le derrière des métiers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le produit de ces mèches réunies doit être tel, que la mèche sortant sur le devant de la machine préparatoire soit plus fine que chacune de celles qui ont contribué à sa formation.

Le métier à filer donne au fil de laine la torsion nécessaire et un dernier étirage.

Ce dernier étirage qui termine l'opération de la filature représente généralement, selon les laines, un allongement de 10 à 17 fois la longueur de la mèche préparée qui lui a été livrée.

On arrive aujourd'hui à produire des fils de laine peignée jusqu'à une longueur qui dépasse 100 000 mètres pour un kilogramme de fil.

C'est avec ces fils qu'on fabrique ces articles d'un mérite universellement reconnu et pour lesquels, je le dis avec orgueil, aucune nation n'a pu jusqu'ici rivaliser avec nous.

Du reste, la filature française pour la laine a fait, depuis quelques dizaines d'années, des progrès tels qu'elle dépasse toutes les autres nations dans cette industrie, et aujourd'hui le fil de laine est un article d'exportation pour l'Allemagne, l'Angleterre, la Belgique, la Suisse et l'Italie.

Je ne crois pas éloigné le temps où nous exporterons du fil de laine en Amérique, car l'industrie du tissage y prend depuis quelques années des développements considérables. Pour qu'il n'y ait pas de malentendu dans cette opinion que j'émets aujourd'hui, je tiens à constater qu'en parlant ainsi je ne veux désigner que les fils de laine de qualité supérieure, soit pour la beauté du travail, soit pour la finesse du numéro.

Pour bien faire apprécier le développement prodigieux pris par la filature de la laine en France, je citerai seulement deux chiffres dont le rapprochement est bien éloquent :

En 1820, il y avait à peine en France 15 à 20 000 broches de laine, et aujourd'hui l'industrie de la filature de laine comporte 2 772 000 broches sur lesquelles la filature peignée entre pour 2 000 000 de broches, et le seul département du Nord pour un million. Les départements qui possèdent l'autre million sont la Somme, les Ardennes, la Marne et le Haut-Rhin, que j'aime encore à compter comme un département français. Les départements du Midi où l'on file le plus de laine sont le Tarn, l'Hérault et l'Isère, mais presque tout en cardé.

La valeur des établissements français de filature de laine peut être évaluée aujourd'hui à un capital de 200 millions de francs pour les usines et le matériel seuls.

De la filature, nous arrivons au tissage, puis à l'apprêt. Ces deux dernières divisions du travail de la laine appartiennent plus spécialement à l'industrie qu'on appelle manufacturière.

Les trois premières, le triage, le peignage ou cardage et la filature étant du ressort de l'industrie connue sous le nom de matières premières, c'est par celles-là que je connais le mieux que j'ai voulu commencer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je me suis efforcé, autant du moins que me le permettait le cadre restreint dans lequel j'ai dû me renfermer, de montrer par quelle série de transformations passait la laine pour arriver au tissage et comment, par suite des progrès immenses faits tout récemment, cette industrie avait pris des développements considérables.

Mais, pour alimenter les nombreuses et importantes usines qu'elle a enfantées, pour satisfaire aux besoins de sa consommation si vivement surexcités dans ces derniers temps par les besoins universels de la civilisation et du bien-être, il faut des quantités de matières brutes en rapport avec ces besoins.

Je me propose, dans la seconde partie de cette étude, de montrer comment on a pu arriver à ce résultat.

II.

La production de la laine remonte, pour notre pays, à des temps très-reculés. Sans vouloir déterminer d'une manière trop absolue les époques auxquelles l'élevage du mouton a pris une certaine extension en France, je crois cependant utile de rappeler que, dès le huitième siècle, on fabriquait, dans la province de Picardie, des étoffes de laine avec les toisons provenant soit du pays même, soit des provinces voisines.

La difficulté des communications rendait alors fort difficile l'emploi d'autres laines ; il fallait donc se contenter des matières qu'on avait sous la main.

La qualité de ces laines était du reste excellente, et, depuis ce temps, la laine picarde a conservé et conserve encore, pour de nombreux emplois, sa vieille et légitime réputation.

Peu à peu les communications entre peuples voisins étant devenues plus faciles, et des besoins nouveaux se faisant sentir, grâce aux développements successifs que la fabrication des articles de laine avait pris principalement dans la région du Nord de la France, il fut nécessaire d'aller puiser à d'autres sources, et les fabricants français allèrent chercher, en Espagne et en Angleterre, les sortes de laine que produisaient ces pays voisins pour satisfaire aux besoins croissants de la fabrication.

L'Espagne a dû ses belles races de moutons à don Pedro IV qui régnait en 1350 ; les troupeaux qu'il fit venir de Barbarie ne tardèrent pas à donner des produits immenses pour l'époque.

Les progrès que firent en peu d'années les établissements qu'il forma stimulèrent l'ambition des autres nations.

L'Angleterre, dont l'esprit commercial et agricole date de loin, sollicita et obtint de Charles-Quint une exportation de 3 000 bêtes à laine ; elles réussirent complétement et se multiplièrent. Enfin, sous le règne de Henri VIII et principalement sous celui d'Elisabeth, la nation anglaise sentit tous les avantages qui pouvaient découler de cette source de richesse qu'elle possède encore aujourd'hui.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos manufactures d'étoffes de laine prirent, dès les XV^e^ et XVI^e^ siècles, un développement considérable, et la production de certains genres de tissus nécessita assez largement l'emploi des laines d'Espagne et d'Angleterre.

Sous le règne de Louis XIV, notre grand ministre Colbert, attentif à tout ce qui pouvait aider à l'extension du travail national, crut nécessaire de chercher à rendre nos manufactures aussi indépendantes que possible de l'étranger, il donna en conséquence des encouragements aux cultivateurs pour perfectionner l'éducation des troupeaux et en augmenter le nombre. Mais, malgré ses efforts, les vieux préjugés triomphèrent; la routine et l'ignorance apportèrent des obstacles à ses projets, et la non-réussite du moment fut rejetée sur le climat et les pâturages de France, qu'on prétendit ne pouvoir convenir aux troupeaux de races étrangères.

Heureusement, si les idées émises par Colbert furent abandonnées par la plupart de ceux auprès desquels il s'était efforcé de les faire mettre en pratique, elles ne furent cependant pas complétement perdues pour l'avenir.

Quelques hommes de travail et d'étude ne se découragèrent pas et poursuivirent les essais commencés par Colbert. Daubenton, célèbre naturaliste, voulut mettre le précepte à côté de l'exemple, et il parvint à arracher le bandeau qui couvrait les yeux des cultivateurs, en prouvant que la France pouvait élever et conserver les races étrangères dans leur pureté.

Le ministre Trudaine fit venir un certain nombre de bêtes à laine d'Espagne et en forma le célèbre troupeau de Montbard, la patrie de Buffon.

Quoique le sol parût à certains peu favorable à cette entreprise, l'essai réussit très-bien, et ce fut le point de départ de l'amélioration successive qui se produisit dans cette contrée de la Bourgogne qui fournit aujourd'hui une des sortes de laine les plus estimées de la France.

Ces essais ayant enfin prouvé la possibilité d'améliorer nos races, Louis XVI écrivit lui-même au roi d'Espagne pour lui demander 360 bêtes à laine qui formèrent le premier troupeau de Rambouillet, aujourd'hui encore célèbre et qui servit à améliorer toutes les autres sortes de laines de la France par des croisements intelligents et sérieusement suivis.

Je montrerai, dans un instant, quelle influence la création de ce troupeau-modèle a exercée plus tard sur la production de la laine en général et comment nos manufacturiers et ceux du monde entier doivent conserver une reconnaissance sans limites pour les savants, les ministres et les rois qui ont jeté les bases de cette production de la laine qu'on va voir se développer d'une manière si merveilleuse.

C'est, en effet, grâce aux extractions successives que l'on fit des béliers du troupeau de Rambouillet, qu'on arriva successivement à l'amélioration des diverses races ovines qui peuplaient alors les pâturages de la France dans ses diverses provinces; et c'est grâce ainsi aux résultats obtenus dès ce moment que, pendant une certaine période

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de temps, nos manufactures de draps de Louviers et de Sedan, d'Elbeuf et même de Verviers, purent s'affranchir du tribut qu'elles furent longtemps obligées de payer aux laines d'Espagne et d'Angleterre.

Pendant les guerres de la République et de l'Empire, ce fut là une immense ressource, et les conséquences de cet état de choses furent incalculables puisqu'elles permirent alors à notre industrie de satisfaire, dans une assez large mesure, aux besoins de la consommation pendant le blocus continental.

La preuve de ce que j'avance ici a été faite d'une manière évidente et sans conteste, comme il ressort de certains documents officiels de l'époque, qui montrent que, à l'exposition des produits de l'industrie française en 1806, des expériences comparatives ayant été faites sur des échantillons pris sur quatre-vingt-sept troupeaux répandus dans les diverses régions de la France, le jury, après les avoir examinés avec le plus vif intérêt et la plus scrupuleuse exactitude, reconnut que la laine des mérinos de race pure, établis en France depuis un certain nombre d'années et comparée avec celle des mérinos, nés en Espagne, était égale en finesse et en beauté.

L'Espagne produisait, vers la fin du XVIII^e^ siècle, environ 40 000 balles de laine de 200 livres chacune, et ces laines provenaient principalement de l'Andalousie, de la Castille et de l'Estramadure.

Sur ces 40 000 balles, 16 000 furent absorbées pendant assez longtemps par la France, 10 000 par la Hollande et 8 000 environ par les manufactures de l'Angleterre. Quand la France put mieux s'approvisionner chez elle de cette sorte de matières, l'importation anglaise monta de 8 000 à 20 000 et jusqu'à 24 000 balles.

Vers cette époque, en dehors de l'Angleterre, de l'Epagne et de la France, on comptait aussi, comme pays de production, la Pouille, la Silésie, la Saxe, la Bohême et la Hongrie. Les États barbaresques et les Echelles du Levant apportaient également leur appoint pour la fabrication des draperies communes.

La fabrication amiénoise a, pendant assez longtemps, tiré de la Saxe des fils de laine produits avec des matières de ce pays pour la confection de plusieurs étoffes rases qui étaient alors de mode.

La fabrique de Mouy, près Beauvais, employait aussi beaucoup de laines d'agneaux pour les draps légers et les étoffes légèrement foulées qu'elle produisait.

Vers 1790, la Silésie possédait 1 836 000 bêtes à laine qui donnaient 4 000 000 livres pesant de laine.

Mais notre fabrique de tissus divers en lainage, prenant alors un développement considérable et la production de nos troupeaux ne suffisant pas, on dut recourir d'une manière plus large encore que par le passé aux pays étrangers. Pour citer quelques exemples qui ont leur intérêt dans cette étude, je donnerai ici le relevé des importations de matières pour quelques années.

Ainsi, en 1788, nous importons 13 815 655 livres de laine, pour une valeur de 17 200 300 livres. Sur ces chiffres il en est venu 7 701 377 livres du Levant et de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Barbarie, 2 931 540 livres d'Espagne, 883 059 de la Hollande, 666 522 des villes hanséatiques, 572 942 des Etats de l'Empereur, 248 200 de la Pologne, 512 078 de l'Etat ecclésiastique, de Naples et autres contrées de l'Italie, 137 546 de l'Angleterre, et le surplus de la Sardaigne, du Portugal, de la Suisse et de la Prusse.

La même année nous exportions seulement 1 476 483 livres.

On voit que la balance était bien en faveur des importations, preuve bien claire que, malgré notre production indigène déjà bien suivie, les besoins de notre fabrique étaient plus grands que la mesure de cette production.

Vinrent alors les mauvais jours de la Révolution ; le commerce et l'industrie subirent un long temps d'arrêt, et l'importation décrut en même temps que la production indigène.

Dans l'accalmie qui suivit la paix d'Amiens, en 1802, nous voyons l'industrie faire de louables efforts et le commerce reprendre ses allures. Nous importons alors 6 606 402 kilogrammes (nous comptons en kilogrammes dès ce moment), soit presque l'importation de 1788, et ce pour une valeur de 6 771 975 fr. En 1806, nous tombons à 3 775 164 kilog. pour 4 346 921 fr. En 1807, 4 742 265 kilog. pour 3 555 157 fr., la plus grande partie venant d'Espagne, d'Allemagne, de Hollande et le reste de la Suisse, de l'Italie, d'Alger, de Tunis et de Tripoli.

Cette dernière année, l'exportation était de 568 767 kilos.

Ces chiffres portent avec eux leur instruction, en nous montrant que les révolutions et les guerres arrêtent toujours les progrès du commerce et de l'industrie, et laissent après elles des ruines et des misères que le temps seul et l'énergie d'un pays peuvent effacer.

L'histoire est là pour nous le montrer à chaque époque. Comment se fait-il que l'humanité ne sache pas mieux profiter des enseignements qu'elle en reçoit?

J'ai parlé d'énergie ; heureusement la France n'en a jamais manqué, et dès la fin des guerres de l'Empire, nous voyons nos agriculteurs, nos commerçants et nos industriels reprendre vigoureusement le travail trop longtemps interrompu et faire de louables efforts pour réparer les ruines causées par la guerre ; et l'industrie française reprend dès lors pour une longue période de temps sa marche ascendante.

Nos manufacturiers réclament à l'agriculture du pays les matières dont ils ont besoin ; les troupeaux se reconstituent, et peu d'années se sont écoulées depuis la fin de la guerre, que nous voyons à nouveau notre production de la laine prête à fournir, dans une mesure déjà large, aux besoins de nos filatures et de nos tissages.

Dans son remarquable ouvrage sur l'industrie française, l'illustre Chaptal donne le détail de la production de la laine dans tous les départements de la France, et il arrive à un total de 35 188 910 kilogrammes de laines récoltées en France.

Ces laines se décomposent ainsi :

30 622 851 kilogrammes de laines en suint et 4 566 059 kilogrammes lavées sur le dos de l'animal ; en ajoutant trois cinquièmes pour compenser le déchet qu'ont éprouvé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces 4 566 059 kilogrammes par le lavage sur le dos de l'animal, il en résulte un total de 37 928 543 kilogrammes qu'il classait ainsi :

1°, 790 175 kilogrammmes mérinos à 4 fr. le kilogramme, soit : 3 160 700 fr. ;

2°, 3 901 881 kilogrammes laine métis ou moyenne comme finesse à 3 fr. le kilogramme, soit 11 705 643 fr. ;

3°, 33 236 487 kilogrammes laine commune à 2 fr. le kilogramme, soit : 66 472 974 fr.

Ensemble : 81 339 317 fr.

On le voit, il a suffi de peu de temps pour reconstituer nos troupeaux et arriver à un chiffre pareil comme valeur de matière, et ceci sans compter les ressources que présentent encore les 18 à 20 000 000 de moutons pour la nourriture du pays.

Dans cette production de la laine vers 1818, le département de la Somme entrait pour le chiffre de 733 804 kilogrammes de laine lavée à dos, soit de beaucoup le plus important dans ce genre de laine, puisque celui qui le suit de plus près est le département de l'Aisne pour une production de 471 269 kilogrammes.

Nous produisions alors en laine en suint, c'est-à-dire tondu sur le dos de l'animal tel qu'il se trouve à l'état ordinaire, 45 052 kilogrammes, dont 25 702 kilogrammes de laine mérinos. Depuis cette époque, la progression de l'élevage du mouton mérinos a été constante, et les croisements intelligents qui ont été faits ont amélioré nos races de moutons d'une manière sensible.

La laine picarde, proprement dite, si elle n'atteint pas le degré de finesse de bien d'autres régions, a cependant, comme je le disais tout à l'heure, une grande réputation pour certains emplois, entre autres, pour la fabrication des étoffes rases qui demandent beaucoup de force et de netteté.

Je n'entrerai pas dans de plus grands détails sur la marche ascendante que, dans la production de la laine, ont suivie la France et les autres pays ; je me contenterai d'appeler seulement l'attention sur deux dates et deux chiffres sur lesquels je baserai les besoins comparatifs de notre fabrication de lainages et les moyens d'alimentation par lesquels on a pu y subvenir jusqu'ici.

Je citais, dans la première partie de cette étude, les chiffres suivants :

En 1820, il y avait à peine en France 15 à 20 000 broches de laine et 2 772 000 broches en 1872.

Ce dernier chiffre a encore augmenté aujourd'hui, et, dans la statistique sommaire des industries principales de la France en 1873, nous trouvons que le nombre de broches de laine existant à décembre 1873 est de 2 898 929.

Si, à l'augmentation du nombre de broches qui est déjà si merveilleux, on ajoute encore l'augmentation de la production par broche que je n'estime pas à moins de 4 pour 1 depuis 1820, on sera effrayé des quantités prodigieuses de matières nécessaires pour les alimenter.

Mais l'étonnement durera peu si l'on veut bien réfléchir que jamais, en règle géné-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rale du moins, une industrie n'a cessé faute de matière. J'en excepte les cas de guerre, comme la guerre d'Amérique pour le coton, par exemple. Quelque grands que soient les besoins, l'esprit d'invention et le travail humain trouvent toujours des ressources pour y satisfaire ; c'est ce qui arrive pour la laine.

Pendant que l'Europe manufacturière montait machines sur machines, créait usines sur usines pour satisfaire aux besoins de la consommation, résultat des progrès de la civilisation, des hommes intelligents et courageux allaient, soit dans l'Amérique du Sud, soit dans l'Australie, créer ces immenses troupeaux qui peuplent aujourd'hui ces riches contrées et nous envoyaient en abondance les produits qu'ils en retiraient.

Divers documents que j'ai pu me procurer avec grande peine, et sur l'exactitude desquels je puis compter d'une manière sérieuse, me permettront de faire suivre facilement la marche progressive des importations dans les divers ports d'Europe qui ont établi des marchés de laine.

Les principaux ports où arrivent les laines étrangères sont le port de Londres pour les laines d'Australie, le port de Liverpool pour les laines communes des Indes, du Pérou et de la Russie méridionale.

Les ports d'Anvers, du Havre et de Bordeaux pour les laines de la Plata, Buenos-Ayres et Montevideo, le port de Marseille pour les laines d'Afrique et du Levant, de la Russie et de l'Italie.

Je m'occuperai, tout d'abord, des laines arrivant au port de Londres et classées sous la dénomination générale de laines coloniales. C'est là aujourd'hui le marché le plus important du monde entier; tous les autres ne le suivent que de bien loin.

Les laines dites coloniales se divisent ainsi :

1° Laines d'Australie proprement dites ;
2° Laines du Cap de Bonne-Espérance ;
3° Laines de la Nouvelle-Zélande.

Les laines d'Australie, proprement dites, n'ont commencé à faire parler d'elles en Europe que depuis un temps relativement peu éloigné. Le premier point de l'Australie, que colonisa l'Angleterre par le système que l'on sait, fut Botany Bay, et Sidney qui devint la capitale de cette partie de l'Australie, dénommée Nouvelle Galles du Sud; c'est là que, vers 1790, l'Angleterre envoya ses premiers moutons originaires d'Espagne.

En 1796, on comptait dans cette province de l'Australie 1 531 moutons. C'est le chiffre officiel envoyé à cette époque à la métropole. On verra tout à l'heure la production donnée par cette province.

D'autres essais furent ensuite tentés par des colons anglais dans la terre de Van Diémen ou Tasmanie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1835, deux de ces colons dont l'histoire doit conserver les noms, Batman et Sams, émigrèrent de Van Diémen et vinrent débarquer avec 400 moutons dans la baie de Port-Philippe, au milieu des tribus sauvages qui vivaient alors aux lieux où est aujourd'hui bâti Melbourne. Ces 400 moutons furent la première souche des troupeaux immenses, qui aujourd'hui peuplent cette partie de l'Australie appelée Province de Victoria, et dont les produits comme laine sont universellement connus et recherchés sous le nom de laines de Port-Philippe.

Je pourrais faire ici un tableau saisissant et bien instructif de la vie de ces premiers émigrants, des efforts qu'ils durent faire pour conquérir les immenses espaces dans lesquels paissent aujourd'hui les innombrables troupeaux que leur génie a multipliés sur ce sol. Je préfère renvoyer à ce qu'en a dit le jeune marquis de Beauvoir dans son livre si intéressant : *l'Australie*, publié en 1869.

Qu'il me suffise de dire que bientôt les immenses étendues de terrain de la colonie de Victoria ne suffirent plus à la nourriture et au pacage des millions de moutons qui se multiplièrent à l'infini, et que les nouveaux arrivants, qui venaient suivre la voie tracée par leurs prédécesseurs, durent s'étendre le long des côtes d'abord, et ensuite pénétrer plus avant dans l'intérieur des terres. C'est ainsi que la production des grandes provinces de l'Australie est aujourd'hui représentée par des quantités plus ou moins importantes sur le marché de Londres, où ces laines sont classées et recherchées selon leur mérite particulier, sous la dénomination de laines de Port-Philippe, Sydney, Adelaïde, Australie occidentale, méridionale ou septentrionale, et Queensland ou terre de la Reine.

En 1861, la Nouvelle Galles du Sud, dont je parlais tout à l'heure et dont Sydney est resté la capitale, possédait déjà 6 110 663 moutons; en 1865, ce chiffre avait presque doublé, il s'élevait à 11 000 000; en 1869, on comptait pour toutes les provinces de l'Australie un peu plus de 30 000 000 de moutons, soit 4 ou 5 000 000 de plus qu'en possède la France avec ses 36 millions d'habitants, ses immenses usines de de filature et ses milliers de métiers à tisser la laine.

Pour mieux faire suivre la proportion des importations des seules laines de l'Australie en Angleterre, je citerai seulement quelques chiffres :

En 1814, première année où on s'occupa sérieusement de ces nouvelles laines, il fut importé 165 balles; en 1820, 497; en 1830, 8 067; en 1840, 41 025; en 1850, 138 679; en 1860, 184 563; en 1870, 549 402; en 1874, 652 213, et ce chiffre a encore été dépassé en 1875 et a atteint 700 000 balles. Si l'on ajoute à cela les laines du cap de Bonne-Espérance, qui firent leur apparition sur le marché de Londres en 1830 par 160 balles et donnèrent un chiffre de plus de 178 000 balles en 1875, on atteint, pour le seul marché de Londres, en laines coloniales d'Australie, du Cap de Bonne-Espérance et de la Nouvelle-Zélande, un chiffre de plus de 880 000 balles, qui, à 500 fr. l'une, représente une somme de 440 millions de francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur ce chiffre, la France, la Belgique et l'Allemagne achètent environ la moitié pour l'alimentation de leurs établissements.

Quand on voit de pareils résultats, doit-on s'étonner de l'état florissant de la marine anglaise, et combien nous devons regretter de n'avoir pas su créer, nous aussi, des colonies si prospères ! On a beaucoup écrit sur ce sujet, encore plus parlé ; quoi qu'il en soit, l'étude de faits comme ceux que je viens de passer en revue prouve surabondamment que les Anglais savent mieux coloniser que nous, et que nous devons chercher à les imiter. En agissant ainsi, ceux qui utiliseraient leurs moyens, en même temps qu'ils y trouveraient fortune pour eux, créeraient pour le pays une source intarissable de richesses.

Il me resterait bien des choses à dire, pour faire comprendre comment ces immenses quantités de matières sont facilement classées, appréciées, vendues et réexpédiées des ports d'arrivage. Mais cela m'entraînerait trop loin et j'ai hâte, pour ne pas trop multiplier les développements dans lesquels je suis entré, de parler des autres natures de laines. J'arrive donc à celles dénommées : laines de la Plata.

Les principaux marchés de ces laines en Europe sont les ports d'Anvers, du Havre et de Bordeaux.

Le plus important est Anvers ; viennent ensuite le Havre et Bordeaux.

Les laines de la Plata ne firent leur apparition sérieuse dans les ports européens, que vers 1850. La quantité fut petite au début. De 1812, époque où pour la première fois on importa des laines communes, jusqu'en 1850 où des croisements heureusement faits dans ces contrées avec des béliers venant de Rambouillet commencèrent à donner de bons résultats, on ne fit guère attention à ce produit. Mais, dès 1850, le port d'Anvers importa 1 412 balles, pour tomber l'année suivante au chiffre de 715. En 1852, nous avons 3 600 balles ; en 1855, 11 000 ; en 1860, 16 000 ; en 1865, 78 000 ; en 1870, 135 000 ; en 1871, 163 000 balles. Depuis ce temps il y a eu un moment d'arrêt ; mais, sans nul doute, la marche ascendante de la production va reprendre, et qui peut dire aujourd'hui à quelle limite nous nous arrêterons ?

Le marché du Havre a donné, dans ces dernières années, une moyenne de mise en consommation de 65 à 70 000 balles par an.

Celui de Bordeaux de 15 à 20 000.

Si l'on groupe ces chiffres, on aura, pour les laines de cette provenance, un total de 250 000 balles à 400 kilog., soit 100 000 000 de kilogrammes d'une valeur de 2 fr. en moyenne, ce qui donne 200 millions de francs, dont la plus grande partie est absorbée par les manufactures de la Belgique, de la France et de l'Allemagne.

Le port de Marseille est le point d'arrivage le plus important pour les laines du Levant et de l'Afrique. Ces laines sont généralement de qualité commune et servent pour la fabrication des tissus communs : 167 000 balles furent mises en vente pendant le cours de l'année 1874.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les principaux centres de fabrication qui viennent s'alimenter à Marseille sont Roubaix, pour ses étoffes lisses, ses tapis et ses articles dits mélangés, soit tissés laine sur chaîne coton; les villes du Midi où se fait la fabrication des draps communs, comme Mazamet, Carcassonne, Vienne et autres moins importantes.

A ces laines de provenance d'Australie, d'Amérique, du Levant et de l'Afrique, si l'on ajoute encore l'appoint considérable que donnent à notre industrie les laines de Russie, de Hongrie, d'Allemagne et d'Italie, qui peuvent entrer dans la consommation de la fabrique de lainages pour une centaine de mille balles de valeurs diverses, selon la qualité, on verra quelle énorme quantité de matières est aujourd'hui mise à la disposition de nos manufacturiers, et on comprendra comment on arrive facilement, je puis le dire, à alimenter les millions de broches de nos filatures et les milliers de métiers à tisser qui battent dans nos usines ou dans les pays où la fabrication à la main conserve encore son activité.

Devant ces prodiges opérés par l'activité humaine, il ne reste qu'à admirer comment tout se coordonne dans le système économique de la production, du travail et de la consommation.

J'ai dû négliger dans cette étude des questions d'un ordre supérieur, dont la solution a donné lieu à des débats bien passionnés pendant de longues années, c'est-à-dire la question de la protection à accorder à nos éleveurs de moutons. Ces questions m'eussent entraîné trop loin, et j'ai, du reste, hâte d'en finir avec ce sujet.

En terminant, je ferai une dernière réflexion. Si l'on me demande quel rang la ville d'Amiens tient aujourd'hui dans l'emploi de cette matière dont je viens d'indiquer le développement merveilleux, je répondrai sans citer des chiffres; car ceux que j'indiquerais feraient voir que, si importante que paraisse l'industrie de notre ville, elle n'est rien en comparaison de ce qu'elle devrait être, si nous savions utiliser les ressources admirables que nous avons sous la main.

Amiens reste, par rapport à l'emploi de la laine, bien au-dessous de nombre d'autres villes plus jeunes qu'elle dans l'industrie. Roubaix, Elbeuf, Tourcoing, Fourmies, toutes villes presque nées d'hier, ont pris sur elle une supériorité qu'il n'est pas possible de contester. Quelles sont les causes d'un pareil état de choses? Elles sont multiples. Tout homme de cœur dévoué aux intérêts de son pays doit les rechercher et les modifier dans la mesure de son pouvoir...

Je voudrais donner ici mon opinion sur ce sujet; mais il vaut la peine d'être sérieusement traité, et l'occasion ne me manquera pas, je l'espère, de faire connaître dans un autre travail le résultat de mes recherches sur cette question importante.

(*Bulletin de la Société industrielle d'Amiens.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHIMIE MÉTALLURGIQUE.

SUR UN NOUVEAU PRODUIT D'OXYDATION DU PLOMB ET SUR QUELQUES PHÉNOMÈNES DE DISSOCIATION ; PAR M. H. DEBRAY.

« 1. La belle substance rouge, connue sous le nom de *minium*, se prépare, comme on le sait, en soumettant à l'action prolongée de l'air du protoxyde jaune de plomb (massicot) très-divisé, que l'on maintient à une température d'environ 500 degrés, pendant toute la durée de l'oxydation. Dans cette suroxydation, le massicot peut fixer 2, 3 pour 100 de son poids d'oxygène, en se transformant en un oxyde qui répond à la formule Pb^3O^4; mais, dans la plupart des produits du commerce, une portion du massicot échappe à l'oxydation, ce qu'il est facile de constater par l'examen microscopique, ou mieux encore en traitant le minium impur par une solution concentrée de potasse ou d'acétate de plomb, qui dissout le massicot sans toucher à l'oxyde salin.

« Ces faits ont été établis en 1832, par M. Dumas, dans son travail classique sur les miniums. Il a admis en outre que le minium (Pb^3O^4) résultait de la combinaison du bioxyde de plomb et du protoxyde, suivant la formule $Pb^3O^4 = 2PbO, PbO^2$ parce que l'action des acides, même les plus faibles, dédouble cette substance en bioxyde insoluble et en protoxyde qui passe à l'état de sel. Cette conclusion, généralement acceptée, a reçu des recherches de M. Frémy sur les acides métalliques, une remarquable confirmation. Le bioxyde de plomb est un véritable acide donnant, avec les alcalis, des sels cristallisés, par l'intermédiaire desquels on peut obtenir le minium par voie de double décomposition, comme tout autre sel insoluble.

« Berzélius est peut-être le seul chimiste qui ne se soit pas rallié à cette opinion. D'après lui, le minium devait résulter de la combinaison d'un sesquioxyde de plomb avec le protoxyde de ce métal, comme l'oxyde magnétique de fer et tous les autres oxydes salins. Il avait cru autrefois isoler ce sesquioxyde, encore inconnu jusqu'ici, par l'action ménagée de l'acide acétique étendu sur le minium, et, quoiqu'il eût reconnu son erreur sur ce point particulier, après le travail de M. Dumas, il avait néanmoins persisté dans sa manière de voir, à l'appui de laquelle il citait une expérience de Winkelbleck que sa critique, ordinairement si ferme et si éclairée, eût dû accueillir avec moins de faveur. D'après Winkelbleck, on obtiendrait le sesquioxyde de plomb, en oxydant par les hypochlorites l'oxyde de plomb dissous dans la potasse ; mais cette action des hypochlorites, suffisamment prolongée, comme celle de l'acide acétique, dilué sur le minium, conduit toujours au bioxyde de plomb, sans s'arrêter à aucun produit intermédiaire de composition constante. Le prétendu sesquioxyde, obtenu par les hypo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chlorites, n'est qu'un mélange, à proportions variables, de protoyde et de bioxyde de plomb. Il existe cependant un sesquioxyde de plomb, ou plutôt une combinaison d'acide plombique et de protoxyde, à équivalents égaux, correspondant par conséquent au plombate de potasse cristallisé de M. Frémy ($KO, PbO^2 + Aq$) et se comportant vis-à-vis des acides comme un véritable oxyde salin. Il se forme dans des conditions particulières que je vais indiquer avec quelques détails, parce que sa production intéresse, comme on va le voir, la théorie de la dissociation.

« 2. Lorsqu'on chauffe de l'oxyde puce ou bioxyde de plomb à la température de 440 degrés (1) dans un appareil d'où les gaz se dégagent sous la pression atmosphérique, on obtient d'abord un dégagement très-rapide d'oxygène, qui se ralentit peu à peu. Après quatre ou cinq heures de chauffe, il est à peu près nul; en ce moment l'oxyde puce est transformé en minium ($Pb^3 O^4$).

« L'oxydation du massicot, dans l'air et même dans l'oxygène pur, sous la pression ordinaire et à une température égale ou supérieure à 440 degrés, ne peut donc pas donner de produit plus oxydé que le minium, puisque tout produit de ce genre, chauffé à cette température, aurait, d'après l'expérience précédente, une tension de dissociation supérieure à la pression atmosphérique.

« L'oxyde puce de plomb, chauffé à la température de 350 degrés seulement, se décompose rapidement d'abord, mais le dégagement se ralentit bientôt; et si, lorsqu'il est devenu insignifiant, on arrête l'opération, on trouve que la matière s'est transformée en sesquioxyde de plomb, ou mieux en plombate neutre de protoxyde (PbO, PbO^2), qui se présente sous forme de poudre brun verdâtre, intermédiaire par sa composition, comme par l'ensemble de ses réactions, entre le minium et le bioxyde de plomb.

« Inversement, et comme on devait s'y attendre, ce produit se forme quand on fait passer un courant d'oxygène ou même d'air à la pression ordinaire sur du protoxyde de plomb, ou mieux sur du carbonate de plomb chauffé à 350 degrés. Si, donc, les chimistes n'ont pas signalé jusqu'ici de produit d'oxydation direct du plomb, supérieur au minium, cela tient surtout à ce qu'ils ont opéré à des températures supérieures à 350 degrés et dépassant probablement 440 degrés, parce que, dans ces conditions seulement, l'oxydation du massicot ou de la céruse marche avec quelque rapidité.

« A 350 degrés, en effet, l'oxydation de ces matières est très lente et, comme on va le voir, donne lieu à un phénomène plus complexe qu'on ne pourrait le supposer tout d'abord.

« La transformation du protoxyde de plomb en sesquioxyde n'est jamais complète ; il en est de même pour le carbonate précipité qui s'oxyde plus rapidement et plus

(1) Cette température et celle de 350 degrés sont obtenues dans les appareils que MM. Deville et Troost ont imaginés dans leur grand travail sur les densités des vapeurs. Ils sont chauffés par la vapeur du soufre et du mercure maintenus à l'ébullition.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

complétement que l'oxyde. Un peu plus des 4/5 de la matière seulement passe à l'état de sesquioxyde, après sept ou huit heures de chauffe à 350 degrés. Si l'on continue, l'oxydation, loin d'augmenter, diminue au contraire, très-lentement il est vrai ; mais, si l'on prolonge l'opération durant huit jours, la matière tout entière est ramenée à l'état de minium.

« Le sesquioxyde de plomb se transforme donc peu à peu à 350 degrés et rapidement, à 440 degrés, en minium qui n'est pas susceptible de se suroxyder dans l'air, ni même dans l'oxygène pur. Ce phénomène est l'analogue de celui que l'on observe avec le sesquioxyde de fer, qui se transforme, à une température élevée, en oxyde magnétique, incapable de se réoxyder ensuite à aucune température et de reproduire le sesquioxyde, quoique celui-ci puisse prendre naissance par l'oxydation directe du fer ou de son protoxyde, à une température convenable.

« 3. J'ai dit que le carbonate de plomb était la substance qui se prêtait le mieux à la reproduction du sesquioxyde par la voie de l'oxydation. L'oxyde de plomb, que l'on en retire en décomposant ce carbonate à 350 degrés dans le vide, s'oxyde aussi très-facilement et fournit une matière riche en sesquioxyde ; mais l'oxyde, préparé à 440 degrés et maintenu plus ou moins longtemps à cette température, s'oxyde moins rapidement et fournit d'autant moins de sesquioxyde qu'il a été plus longtemps chauffé. Du protoxyde, provenant de la décomposition du carbonate de plomb à 440 degrés, que l'on a maintenu durant quarante-huit heures à cette température, ne donne plus que du minium lorsqu'on le chauffe à 350 degrés dans une atmosphère d'oxygène.

« Il en est de même de l'oxyde cristallisé, préparé en faisant bouillir une solution d'un sel de plomb avec un léger excès d'alcali. Cet oxyde, chauffé dans les conditions précédentes, met plus de huit jours à se transformer intégralement en minium; sa suroxydation est évidemment trop lente pour conduire au sesquioxyde, d'après ce qui a été dit de l'action destructive de la chaleur sur ce dernier composé.

« 4. Le sesquioxyde de plomb ne se décompose pas sous l'influence de la chaleur, comme le font, en général, les composés directs, tels que le carbonate de chaux. Ceux-ci, chauffés dans un espace limité, à une température où leur décomposition commence, cessent de se décomposer quand la tension du gaz, dégagé dans l'appareil, a acquis une valeur déterminée, dépendant seulement de cette température.

« Cela tient à ce que le corps solide et le corps gazeux, séparés par la chaleur, tendent à se combiner de nouveau, et, quand la tension du gaz est devenue suffisante, cette tendance contre-balance exactement l'action destructive de la chaleur et la limite.

« Mais le sesquioxyde de plomb se dédouble en oxygène et en minium qui, au moins dans les circonstances indiquées ci-dessus, est incapable de se réoxyder. Ce sesquioxyde se comportera donc, sous l'influence de la chaleur, comme le carbonate de plomb ou tout autre composé indirect, c'est-à-dire séparable en éléments que l'on ne peut réunir dans aucune condition de température et de pression. De tels corps, portés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à une température où commence la séparation de leurs éléments, se décomposent intégralement, si on les y maintient un temps suffisant. La rapidité de cette décomposition augmente avec l'élévation de température, mais, dans aucun cas, la pression du gaz dégagé, si grande qu'elle soit, ne paraît la limiter.

« On ne peut donc pas dire que tout composé formé directement éprouvera nécessairement une décomposition limitée à une température donnée. Pour qu'il en soit ainsi, il faut que les éléments de ce corps, séparés par la chaleur, soient aptes à se combiner de nouveau. En réalité, la plupart des composés obtenus directement satisfont à cette condition, mais, dans certains cas, l'influence de la chaleur peut modifier l'état du corps et le rendre impropre à contracter des combinaisons qu'il est capable de former quand il a été obtenu dans des conditions différentes.

« Avec cette restriction, il sera toujours facile de prévoir le mode de décomposition des corps qui se détruisent en donnant un corps solide et un gaz.

« Ainsi la décomposition du carbonate de chaux sera toujours limitée, au moins pour les températures où l'acide carbonique est indécomposable, parce que la *chaux pure*, si fortement chauffée qu'elle soit, conserve toujours la faculté de se combiner à l'acide carbonique. La décomposition de l'hydrate de magnésie sera limitée ou illimitée, suivant les circonstances de température où on l'effectuera. A une température peu élevée, la magnésie, dégagée de sa combinaison, conserve la propriété de s'hydrater ; l'hydrate de magnésie est alors comparable au carbonate de chaux. Mais, à une haute température, la magnésie perd la propriété de s'unir à l'eau ; son hydrate devient alors comparable au carbonate ou au sesquioxyde de plomb. Aucune tension de vapeur d'eau n'est capable de limiter sa décomposition.

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 9 août 1878.

Présidence de M. DUMAS, président.

CORRESPONDANCE. — M. *Telliez*, faubourg Saint-Martin, 148 *ter*, présente de nouvelles suspensions pour le gaz qui remplacent avec avantage la tige hydraulique. (Arts économiques.) 2° une muselière automatique qui permet au chien de boire, manger et aboyer tout en l'empêchant de mordre. (Agriculture.)

M. *de Scorbiac* (Jean), propriétaire au château de Baudezert, près Montauban (Lot-et-Garonne). Joug articulé pour le labourage dans les terrains en pente, et charrues à rouleaux. (Agriculture.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Le Chapelain*, rue Vavin, 11, à Paris. Études sur la création de sources artificielles. (Agriculture.)

M. *Basset* (N.), chimiste, rue des Dames, 60, aux Batignolles, Paris. Emploi des sels solubles d'aniline pour la destruction du phylloxera. (Agriculture.)

M. *Rouaix* père (Henri), rue de l'Université, 157, à Paris. Palette pour l'analyse instanstanée des huiles d'olives et autres. (Arts économiques.).

M. *Grawitz* (Samuel), boulevard Henri IV, 32, à Paris, envoie des observations au sujet de la réclamation présentée par M. *Wibaux-Florin*, dans la séance du 26 juillet, à l'effet de faire ajourner l'examen du procédé de teinture au noir d'aniline. (Arts chimiques.)

M. *Wibaux-Florin* (D.), à Roubaix adresse à la Société un exemplaire de divers documents relatifs au procès pendant entre lui et M. *Grawitz*. (Arts chimiques.)

M. *Gobert* (J. B.), ingénieur, avenue de Villiers, 110, à Paris, envoie divers documents relatifs à sa théorie des voûtes et en demande l'examen. (Arts mécaniques.)

M. *Bigaux-Renaux* (J.), constructeur, rue de la Ferme, à Rouen ; système de chenaux en fonte avec joints en caoutchouc perfectionnés. (Constructions et Beaux-Arts.)

M. *Clouet* (F.), à Bassau, commune de Fléac (Charente), demande le concours de la Société pour terminer et mettre en exploitation un procédé qu'il a inventé pour faire disparaître la gêne et les dangers qui résultent des matières combustibles projetées par les cheminées des chemins de fer, bateaux à vapeur, etc. (Arts mécaniques.)

Madame *Vivien* (Bénédicte), rue Crozatier, 16, à Paris. Cuvettes à irrigation pour rideaux-stores rafraîchissant l'air qui traverse ces rideaux et arrêtant les insectes et la poussière. (Constructions et Beaux-Arts.)

M. *le Consul général de l'Empire d'Autriche-Hongrie* envoie un exemplaire des documents statistiques réunis sur le commerce extérieur en Autriche-Hongrie pendant l'année 1876.

M. le *Ministre des Travaux publics* adresse un exemplaire du Catalogue spécial au service des Mines de l'exposition faite par son Ministère.

M. *Tourault* (A.), directeur de pensionnat, rue Dobrée, 14 *bis*, à Nantes, présente à la Société :

1° Un cours théorique et pratique de sténographie, fondé sur des méthodes nouvelles ; 2° un appareil pour empêcher toute mauvaise position de la main et du corps des élèves qui apprennent à écrire. (Arts économiques.)

M. *Blakenberg*, rue Magnan, 28, à Paris ; Mémoire sur la formation d'une Société ayant pour but d'entretenir des relations directes entre les fabricants ou manufacturiers français et les acheteurs en gros à l'étranger. (Commerce.)

M. *Thomas-Payen* (Émile), a Marseille. Mémoire sur la fabrication des savons et sur de nouveaux procédés employés dans cette fabrication. (Arts chimiques.)

M. *Potier* (Edmond), auteur et compositeur lyrique, rue Rousselet, 24, à Paris,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

présente à la Société un jeu instructif nouveau nommé *dés universels,* donnant un moyen facile de répandre l'instruction primaire, lecture, écriture, calcul, musique et dessin. (Arts économiques).

M. *Coulogne,* rue de Longchamps, 10. Description et spécimen d'un petit instrument servant à donner simplement et très-régulièrement une voie uniforme aux scies. (Arts mécaniques.)

M. *Bon* (Adolphe), rue Chevert, 28, avenue de Tourville, à Paris, a exécuté, en 1851, une petite machine rotative à vapeur, très-simple, qui a été essayée chez M. *Calla* et qui avait produit un résultat avantageux. Il désire en mettre le principe dans le domaine public et le soumettre à l'examen du Comité des Arts mécaniques. (Arts mécaniques.)

M. *Decauville aîné*, agriculteur et industriel à Petit-Bourg (Seine-et-Oise). Mémoire présenté au congrès national du génie civil sur la culture à la vapeur ; état actuel de la question et moyens à employer pour hâter le développement de ce mode de culture. Brochure in-4°. (Agriculture.)

M. *Cacheux* (E.), quai Saint-Michel, 25, à Paris, propose d'ouvrir un concours pour l'établissement de logements d'ouvriers, au meilleur marché possible, composés de quatre pièces toutes disposées de la manière la plus convenable. (Constructions et Beaux-Arts.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Extinction des feux de cheminée.* — M. *Paliard* lit, au nom du comité des Arts économiques, un rapport sur le procédé inventé par M. *Quequet*, ancien pharmacien, pour l'extinction rapide des feux de cheminée.

Le Comité propose de remercier M. *Quequet* de son intéressante communication et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions, mises aux voix, sont adoptées par le Conseil. (Voir plus haut p. 644)

COMMUNICATIONS. — *Sur un chronographe de chute pour l'étude des phénomènes de courte durée*, communication faite par M. le commandant *Sebert*.

L'appareil que M. *Sebert* présente, qu'il a fait construire sur les indications de M. *Le Roux*, a été établi tout d'abord comme complément d'un instrument destiné à la mesure des pressions développées par la combustion de la poudre, soit en vase clos, soit dans les bouches à feu. Mais ayant eu occasion de l'appliquer à l'étude de divers autres phénomènes et ayant pu constater la facilité avec laquelle il se prête à des applications multiples et variées, M. *Sebert* a pensé qu'il pouvait y avoir un certain intérêt à appeler l'attention sur les dispositions simples qu'il présente. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Clisimètre à collimateur. — M. le colonel *Goulier* présente un clisimètre à collimateur construit, sous sa direction, par M. *Tavernier-Gravet*. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avant de lever la séance, M. le *Président* annonce les vacances de la Société. Les séances du Conseil seront reprises le 25 octobre prochain, après une convocation spéciale.

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société : MM. *Faussereau* (Urbain), mécanicien, à Nantes; *Bard* (Louis), propriétaire, à Gueurre (Seine-Inférieure); *Bérenger* (Stanislas), négociant, juge au tribunal de commerce d'Elbeuf; *Carpentier*, ancien élève de l'Ecole polytechnique, à Paris; *Grawitz* (Samuel), ingénieur chimiste; *Renard*, raffineur de soufre, à Marseille; *Petit-Pierre Pellion*, à Nantes; *Tollet* (Ch.), ingénieur, à Paris; *Lacroix*, industriel, présenté par M. de *Fréminville; Bardy* (Ch.), directeur du laboratoire des contributions indirectes à Paris, présenté par M. *Bordet; Fermis* et *Persil*, constructeurs de grandes orgues, présentés par M. *Biard*.

Séance du 25 octobre 1878.

Présidence de M. DUMAS, président.

CORRESPONDANCE. — M. *Lemoine* (F. F.) capitaine au long cours, rue Séraphin, 28, à Bordeaux. Études ayant trait au sauvetage et à la mécanique. (Arts mécaniques.)

M. *Genello* (Édouard), à la sucrerie et raffinerie de Sobolewska, gouvernement de Podolie, Russie, a déposé au siége de la Société un Mémoire lithographié, signé de M. *Miller* (Ladislas), ingénieur chimiste, sur une presse horizontale hydraulique différentielle avec séparation de la matière fibreuse dans le travail des sucreries. (Arts mécaniques.)

M. *de Laterrière*, fabricant de meubles et de literie, rue du Quatre-Septembre, 19, annonce qu'il possède depuis peu une machine, essentiellement nouvelle, pour la fabrication des tenons et mortaises en queue d'aronde, et il la met à la disposition de la Société pour la faire connaître et en propager l'emploi. (Arts mécaniques.)

M. *Méray* (Philippe), constructeur-mécanicien, rue de Vaugirard, 131, à Paris. Construction d'un navire qui sera insubmersible et d'une marche supérieure. (Arts mécaniques.)

M. *Denain* (A. V.), à Bohain (Aisne), près de la gare. Machine et fours séchoirs pour fabriquer les briquettes de menus de charbon et coke. (Arts mécaniques.)

M. *Malen*, rue des Martyrs, 79, à Paris. Moyen d'imprimer un mouvement de rotation à une roue, en laissant échapper la vapeur d'un générateur. (Arts mécaniques.)

M. *François* (J.), rue Neuve-Gabrielle, 3, à Saint-Maurice (Seine). Mémoire sur un nouveau propulseur. (Arts mécaniques.)

M. *Cavalerie* (M. F. D.), inventeur-mécanicien, rue Méry, 24, à Bordeaux. Note

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

imprimée sur un nouveau système de locomotion hydro-atmosphérique à piston-coin, (Arts mécaniques.)

M. *Delaurier*, rue Daguerre, 71, à Paris. Note imprimée sur ses recherches et inventions diverses admises à l'Exposition dans les classes 15 et 65. (Arts mécaniques.)

M. *Pezenat* (H.), sellier, rue du Bac, 23, à Paris. Système nouveau de tirage pour soulager le cheval à la voiture. (Arts mécaniques,)

M. *Rosset* (E.), horloger, rue Neuve-Saint-Augustin, 33, à Paris. Nouvelle pendule mystérieuse. (Arts mécaniques.)

M. *Campy* (Claude), ancien marin, rue Popincourt, 26. Machine motrice remplaçant la vapeur par la force hydraulique mouvante. (Arts mécaniques.)

La Société industrielle d'Amiens envoie le programme des prix qu'elle a mis au concours pour l'année 1878-1879. Ce programme est déposé au secrétariat, où les intéressés pourront en prendre connaissance.

Le comité de la revue générale des chemins de fer envoie le premier numéro de cette publication nouvelle, et demande l'échange avec le *Bulletin*.

M. *Laboulaye*, l'un des secrétaires du conseil, met sur le Bureau une publication hebdomadaire faite par le *Patent Office* des États-Unis d'Amérique, formant la gazette officielle des brevets d'invention, et donnant, chaque semaine, un résumé de chacun des brevets qui ont été pris, avec photo-lithographie représentative; le tout fait avec une perfection et des procédés ingénieux très-remarquables. (Voyez plus haut, p. 646).

M. *Crott*, boulevard de Vaugirard, 32, envoie un appareil de démonstration sur les moyens à employer pour transformer un mouvement rotatif régulier en mouvements variés, périodiques, alternatifs, en suivant une loi quelconque. (Arts mécaniques.)

M. *Pichollet*, bourrelier, faubourg Saint-Martin, 89, à Paris. Méthode nouvelle pour le montage des colliers d'attelage. (Arts mécaniques.)

M. *Schopfer* (Émile), rue Dupin, 15, à Paris, demande un secours pour faire breveter deux inventions : l'une consiste en une grille de sûreté qui ne peut pas être surmontée sans saisir l'auteur de l'escalade; l'autre, un appareil de sûreté pour empêcher la soustraction des porte-monnaies et des montres dans les poches de gilet. (Arts économiques.)

M. *Magniny* (L.), fabricant de meubles de fantaisie dorés, rue Fontaine-au-Roi, 55, à Paris. Cuivrage de tous objets par l'électricité. (Arts économiques.)

M. *Grandjean* (Aug.), capitaine d'artillerie, à Valence. Rapporteur pour le levé à la boussole. (Arts économiques.)

M. *Gros* (C.), employé des télégraphes, rue Beteille, 24, à Rodez. Télégraphe hydrostatique signalant et enregistrant d'une manière continue les variations survenues dans la hauteur du niveau d'une masse d'eau. (Arts économiques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Janon* (Alfred), quai de Suresne, 23, à Suresne (Seine). Confection d'un matelas hygiénique pour une personne très-malade. (Arts économiques.)

M. *Rigal*, avenue de la Grande Armée, 75. Copie de son projet de loi sur les brevets d'invention, présenté au Congrès international de la propriété industrielle. (Commerce.)

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* adresse à la Société dix exemplaires du tableau indiquant le titre et le prix des fascicules de la publication des brevets d'invention, qui sont actuellement en vente à l'imprimerie nationale, rue Vieille-du-Temple, 87, à Paris.

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce,* envoie aussi un exemplaire du Rapport de M. *Barral*, sur le deuxième concours des irrigations dans le département de Vaucluse.

M. *Persoz*, rue Notre-Dame-des-Victoires, 21, à Paris, envoie une réclamation au sujet de la communication que M. *Grawitz* (S.) a faite à la Société d'encouragement, le 12 juillet 1878, sur la teinture à la cuve par le noir d'aniline. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

M. *Caussin*, rue de Sèvres, 47, à Paris, envoie le résultat de ses recherches pour la réduction de l'aluminium métallique par le charbon et le carbonate de soude. (Arts chimiques.)

M. *Faucheux* (Louis), ingénieur-chimiste, sous-directeur aux établissements Maletra, à Petit-Chevilly, près Rouen. Mémoire sur un nouveau procédé pour la fabrication de la soude. (Arts chimiques.)

M. *Poirier* (A.), fabricant de produits chimiques, à Saint-Denis (Seine). Note sur les brevets d'invention, adressée aux membres du Congrès sur la propriété industrielle.

M. *Dubrunfaut*, membre perpétuel de la Société, chaussée des Meuniers, 6, à Bercy ; *Le Sucre*, 2e volume de l'ouvrage publié sous ce titre.

MM. *Clouet* et *Dépierre : Dictionnaire bibliographique de la garance* avec une préface par M. *Girardin* (J.).

M. *Dépierre* (Joseph), ingénieur-chimiste, maison Hazard, Horaist et comp., à Malaunaye, près Rouen (Seine-Inférieure) : *Traité du fixage de couleurs par la vapeur*, grand in-8°, 1879. (Arts chimiques.)

L'Institut du fer et de l'acier en Angleterre adresse à la Société d'encouragement des remercîments pour l'accueil qu'il en a reçu lors de la session que cet institut a tenue à Paris, en septembre dernier.

M. *Chevallier* (A.), membre du Conseil d'administration, fait hommage à la Société d'un exemplaire de la 5e édition de son dictionnaire des altérations et falsifications des substances alimentaires et médicamenteuses.

M. *Bon* (F. E.), ancien agriculteur, boulevard Magenta, 150, à Paris, recommande le triage des pepins de raisins dans le marc des vendanges, pour éviter la perte d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

graine utile, qui pourrait fournir huit à neuf litres par hectolitre d'une huile donnant un éclairage splendide. (Agriculture.)

M. *Balny*, instituteur, à Espaubourg (Oise). Notes supplémentaires au sujet du remède préventif qu'il a proposé pour la maladie des pommes de terre. (Agriculture.)

M. *Rouard*, route d'Asnières, 18, à Levallois-Perret (Seine), demande une première annuité de brevet pour un nouveau système de charrue. (Agriculture.)

M. *Vigreux* (L.), ingénieur civil, rue de Birague, 16, à Paris, a annoncé à la Société, le 21 septembre, la perte qu'elle a faite d'un de ses membres, M. *Callon* (Charles), professeur à l'École centrale des arts et manufactures et l'un des ingénieurs civils les plus distingués.

M. *Spiliotakis*, président de la Société hellénique d'encouragement pour l'industrie nationale, demande, au nom de cette Société, à entrer en relation avec la Société française et envoie la collection des ouvrages publiés par elle.

M. *Toulouse*, cité de la Chapelle, 8, Grande-Rue, 37, à la Chapelle-Paris. Nouveau genre d'exécution dans l'art de la peinture céramique. (Reaux-arts et constructions.)

M. le *Ministre des Travaux publics* envoie à la Société d'encouragement un exemplaire de la statistique générale des matériaux de construction de la France, dressée à l'occasion de l'Exposition, au Champ-de-Mars, de la collection lithologique.

M. *Huet* (E.), membre du Conseil d'administration, fait hommage à la Société d'un exemplaire du rapport qu'il a été chargé de faire sur le chemin de fer métropolitain de Londres.

M. *Tisserand* (Eugène), directeur de l'Institut national agronomique, envoie un exemplaire du 1er volume des Annales publiées par cet établissement.

M. le colonel *Goulier*, membre du Conseil d'administration, envoie à la bibliothèque de la Société :

1° La notice des objets déposés à l'Exposition universelle par le dépôt des fortifications dans la classe 15, instruments de précision, et dans la classe 16, géographie;

2° Une note sur l'organisation des études météorologiques en France et sur le concours que le club Alpin peut leur donner (extrait du *Bulletin* du club Alpin français).

M. *Gaiffe* (A.), mécanicien-électricien, rue Saint-André-des-Arts, 40. Notice sur quelques instruments et appareils exposés en 1878.

M. *Cauvy* (B.), professeur à l'Ecole supérieure de pharmacie de Montpellier. *Les vignes américaines et les vignes françaises;* brochure in-8°. (Agriculture.)

Rapports des comités. — *Conserves de légumes.* — M. *Personne* lit, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur les procédés de MM. *Lecourt* et *Guillemare*, pour substituer la chlorophylle aux sels de cuivre, employés jusqu'à présent dans la préparation des conserves de légumes verts.

Le comité des arts économiques propose de remercier MM. *Guillemare* et *Leeourt* de leurs persévérants efforts et d'insérer le présent Rapport au *Bulletin*. (Approuvé par le Conseil.) (Voy. plus haut, p. 641.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Gaz des cheminées d'usines. — M. Aimé *Girard* lit, au nom du comité des arts chimiques, un rapport 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.

Le comité des arts chimiques propose de remercier M. *Kuhlmann* fils de sa communication, et 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.)

Transport des liquides industriels. — M. Aimé *Girard* fait, au nom du même comité, un rapport sur les méthodes proposées par M. *Kuhlmann* fils, pour le transport de certains liquides industriels.

Le comité propose de remercier M. *Kuhlmann* fils de sa communication et d'autoriser l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin* de la Société. (Ces conclusions sont approuvées.)

COMMUNICATIONS. — *Condensateur chantant.* — M. *du Moncel* expose devant le Conseil les résultats téléphoniques obtenus par le condensateur chantant de MM. *Pollard* et *Garnier*. (Voy. plus haut, p. 651.)

Lampe électrique à niveau constant. — M. l'abbé *Lavaud de Lestrade*, professeur de physique, à Clermont-Ferrand, fait présenter par M. le comte *du Moncel,* une lampe électrique, système *Jablochkoff,* dans laquelle la bougie est portée par un support flottant sur du mercure, et muni de flotteurs en bois dur qui s'élèvent à mesure que le poids de la bougie diminue pendant la combustion. On conçoit qu'il est facile de régler le poids de l'appareil et les dispositions des flotteurs de manière à laisser le point lumineux à un niveau constant pendant la durée de la combustion de la bougie. Cette constance est d'une utilité absolue dans plusieurs circonstances, dans les phares, dans les appareils à projection, etc. (Comité des arts économiques.)

Orgues mus par des leviers pneumatiques. — MM. *Fermis* et *Persil* ont chargé M. le comte *du Moncel* de présenter, en leur nom, les modifications importantes qu'ils ont apportées aux parties essentielles des divers mouvements qu'on doit faire exécuter au mécanisme des grandes orgues.

Le principe fondamental de ces changements consiste dans la généralisation de l'emploi du levier pneumatique et dans le perfectionnement de ses applications. Il en est résulté plus de netteté, de précision dans le jeu de l'orgue, une grande simplification de mécanisme, avec une réduction importante dans le prix et une amélioration remarquable dans la qualité.

M. *du Moncel* entre dans quelques détails sur la construction si compliquée de cet admirable instrument, pour faire comprendre les avantages qui résultent du système adopté par MM. *Fermis* et *Persil*. (Renvoi au comité des arts économiques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Séance du 15 *novembre* 1878.

Présidence de M. l'amiral DE CHABANNES, vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Thomas* (Achille), ingénieur civil, à Kerjean, Brest (Finistère). Notice sur un appareil, qu'il nomme agitateur automatique, ayant pour objet le nettoiement des caisses où sont placées les jeunes huîtres, et le renouvellement de l'eau dans l'espace qui les entoure. (Agriculture.)

M. *Caussin*, rue de Sèvres, 47, à Paris, demande qu'on fasse une expérience pour réaliser son procédé de réduction de l'aluminium par le charbon et le carbonate de soude. (Arts chimiques.)

M. *Quentain* (Daniel), tanneur, à Lobbes (Belgique). Nouveau procédé expéditif pour la tannerie. (Arts chimiques.)

M. *Duez* (E.), teinturier, à Toulouse. Échantillons de saponine française et de teinture spéciale. (Arts chimiques.)

M. *Robin* (A.), avenue de la Tourelle, 10, à Saint-Mandé (Seine), envoie la description d'un petit moteur destiné au concours. (Arts mécaniques.)

M. *Potier* (Edmond), rue de Lille, 40, à Paris. Jeux instructifs pour enseigner la musique et autres connaissances aux enfants. (Arts économiques.)

M. *le Ministre de l'agriculture et du commerce* envoie deux exemplaires des numéros 3 et 4, première et deuxième parties du Catalogue des brevets d'invention en 1878, et deux exemplaires du tome LXXXIX de la collection des brevets d'invention.

M. *Briot* (Cyprien), rue Saint-Romain, 18, à Paris. Mémoire sur un excitateur de vapeur, destiné à procurer de grands avantages dans l'emploi des générateurs de vapeur. (Arts mécaniques.)

M. *Wilhelmy* (Pierre), passage Dulac, 15, à Vaugirard, Paris, présente une sourdine-diapason pour les instruments à cordes. (Arts économiques.)

M. *Panis* (B.), à Arles-sur-Tech (Pyrénées-Orientales). Nouvelle machine motrice. (Arts mécaniques.)

M. *Cresson* (A. J.), professeur au lycée de Rennes, présente à la Société une table de classe et diverses améliorations dans les moyens d'enseigner le dessin linéaire et le croquis. (Arts économiques.)

M. *Best-Penot*, ancien meunier, à Ulai, près Nemours, envoie à la Société des échantillons des divers produits qu'il retire du maïs : la partie grasse, la farine grosse, la farine fine, la semoule, tant pour le maïs jaune que pour le maïs blanc, et des échantillons de pain à moitié froment qui sont fabriqués avec ces farines. Tous ces produits sont déjà connus de la Société, qui a apprécié les progrès que M. *Best-Penot* a fait faire depuis longtemps à la mouture rationnelle du maïs. L'auteur de cet envoi, en rappelant les produits qu'il extrait du maïs, annonce qu'il continue ses études sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'emploi, dans l'élevage des veaux, de sa farine spéciale et qu'il obtient les meilleurs résultats. (Agriculture.)

MM. les *Secrétaires* signalent les pièces imprimées suivantes :

M. *Latapie* (J.), docteur-médecin, à Lourdes (Hautes-Pyrénées). Nouveau système de ventilation des hôpitaux. Lourdes, in-12.

Comptoir des forges suédoises. Expériences de la force de la traction sur des tôles suédoises. In-4°.

M. *Magnin*(Célestin), à Barfleur, près de Cherbourg. Céramique et science du moulage. Cherbourg, 1878, in-18.

Chambre de commerce de Lyon. Compte rendu de ses travaux en 1877. Lyon, 1878, grand in-8°.

M. *Navez*. Discussion sur la théorie du téléphone. In-8°.

Les houillères du Nord et les canaux de la Sambre. Réponse à M. *de Commines de Marsilly*. Amiens, 1878, in-8°.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Torréfaction du cacao*. — M. *de Luynes* lit, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur l'appareil inventé par M. *Devinck*, avec la coopération de M. *Lambert*, pour opérer, d'une manière continue, la torréfaction du cacao et d'autres graines analognes.

Le comité est d'avis qu'il y a lieu de remercier MM. *Devinck* et *Lambert* de leur intéressante communication, et d'ordonner l'insertion du présent Rapport, au *Bulletin*, avec le dessin de l'appareil.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Explosions causées par des poussières*. — M. *Laurence Smith*, professeur, à Louisville (Kentucky), correspondant de la Société pour les Arts chimiques, assiste à la séance et donne de nouveaux renseignements sur l'explosion qui a détruit cinq moulins à Minneapolis, auprès des chutes du Mississipi. Les causes de ce désastre inattendu, qui n'étaient même pas soupçonnées, ont été précisées par M. *Laurence Smith* dans une lettre à M. Dumas, qui a été analysée en France dans le compte rendu des séances de l'Académie des sciences, juillet 1878, et publiée en mai 1878 dans les Annales de physique et de chimie. Voir aussi la séance du 14 juin de la Société d'encouragement (cahier de septembre 1878, p. 523).

M. *Laurence Smith* rappelle d'abord qu'il s'agit d'une formidable explosion qui a eu lieu dans le moulin dit Washburn-Mill et, consécutivement, dans deux autres moulins, Humboldt-Mill et Diamant-Mill. Le premier est, probablement, la plus grande minoterie qui existe au monde : elle expédie par vingt-quatre heures, 1 800 barils de farine du poids de 190 livres chacun, c'est-à-dire 1 1/4 baril, ou 240 livres de farine par minute. L'explosion qui y a éclaté inopinément, en détruisant les moulins voisins et en faisant de nombreuses victimes, avait un caractère tout à fait extraordinaire et M. *Laurence Smith* fut appelé pour étudier la cause qui pouvait y avoir donné lieu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ses recherches à ce sujet lui donnèrent la conviction complète que cet événement était dû à la présence, dans l'air de la minoterie, d'une quantité importante de poussière combustible ayant un degré de ténuité et une inflammabilité suffisants pour agir comme l'aurait fait un gaz combustible mêlé avec l'air ambiant. L'inflammation de ce mélange explosif, d'un nouveau genre, a dû être produit par l'échauffement des meules tournant avec une rapidité extrême et ayant ainsi enflammé et fait brûler quelques parties de la farine, au milieu du nuage de poudre légère dans lequel elles sont plongées.

Depuis cette première visite générale, un examen des faits a eu lieu en présence d'un jury d'enquête, composé de MM. *Peck* et *Peckam*, professeurs éminents de l'Université de Minnesota, qui furent spécialement chargés de faire des expériences sur le caractère explosif des produits des minoteries, quand ils sont tenus en suspension dans l'air.

Dans ces expériences, on a divisé les matières en huit classes et, en réalité, on pouvait se borner à trois, savoir : le son, les diverses espèces de farines, et la poussière des moulins ou *folle-farine*.

Aucune de ces catégories de matières combustibles ne brûle vivement quand la flamme est mise en contact avec elles. Lorsqu'elles sont réunies en dépôt et se présentent en masse, par exemple lorsqu'elles sont jetées sur un brûleur de Bunsen, la flamme s'éteint rapidement avec peu ou point de combustion de la farine ; mais les choses se passent tout autrement quand la poudre légère est dispersée en forme de nuage dans l'air, et rencontre une flamme. Alors, et dans tous les cas, excepté quand on emploie le son, il y a une explosion plus ou moins forte. La présence de la flamme est nécessaire et on n'a pas pu déterminer la détonation par une étincelle électrique, par le platine incandescent ou par des charbons rouges.

Pour se rendre compte de l'effet dynamique de ces détonations, on plaça une petite lampe dans des boîtes de diverses dimensions, de 1/20 à 1/2 mètre cube. On insuffla dans ces espaces des mélanges d'air, contenant 30 à 50 grammes de poussière ou folle-farine, et l'explosion eut toujours lieu. Avec une des petites boîtes, le couvercle fut soulevé, malgré le poids de deux hommes qui se tenaient dessus, et la flamme s'échappa dans diverses directions. En se servant d'une des grandes boîtes solidement close, portant une espèce de soupape de sûreté, qui pouvait avoir un diamètre de un pouce et demi environ, la pression observée fut de 40 kilogrammes par pied carré. En remplaçant le poids de la soupape par celui d'une caisse solide, d'un pied cube environ, pesant 3 kilogrammes, et en faisant détoner dans la boîte 60 grammes de poussière parfaitement sèche, l'épreuve dans ces nouvelles conditions causa une explosion qui lança en l'air la petite caisse à une hauteur de 2 à 6 mètres, avec un vif dégagement de flamme par l'orifice.

Ces expériences furent variées de diverses manières et donnèrent au jury d'enquête la conviction qu'un courant d'air, entraînant un épais nuage de cette poussière, con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

stituait un très-grand danger lorsqu'il était exposé à rencontrer une flamme ; que cette inflammation pouvait se communiquer à d'autres matières analogues suspendues dans l'air, de manière à propager la détonation en une explosion générale capable de produire les plus grands désastres. C'est ainsi que l'explosion de Washburn-Mill s'est communiquée aux deux autres moulins, qui ne lui étaient pas contigus, et a produit les désastres qui les ont détruits, ainsi que les constructions voisines.

Le jury d'enquête constata ces résultats et conclut en disant, qu'à l'exception du son, tous les produits du traitement des farines dans les moulins pouvaient donner lieu, soit directement, soit consécutivement, à des détonations de ce genre, quand, étant bien secs, ils sont mis en suspension dans l'air. L'explosion pouvait même se réaliser spontanément, si les meules, avec une vitesse excessive, tournant mal, avaient fait brûler quelque part un peu de farine, avec production de flamme.

La découverte d'un nouveau danger auquel nos minoteries sont exposées n'aurait aucun résultat, si nous n'en tirions pas quelque moyen capable de prévenir de telles catastrophes. M. le professeur *Peck* termine l'exposé de ses recherches par des conseils sur les meilleurs moyens d'assurer à cette industrie la sécurité dont on l'avait cru dotée jusqu'à présent. Il recommande une aération convenable ; il prescrit de tenir avec soin toutes les flammes éloignées des ouvertures par lesquelles la farine s'échappe. Il demande aussi que ces ouvertures soient construites solidement, en fer, sur les trois faces tournées vers l'intérieur du bâtiment, et que la quatrième face soit mise du côté extérieur, fermée seulement par une cloison légère, pour que l'explosion, si elle avait lieu, pût exercer son effet du côté du vide, sans réaction grave. Les constructeurs de moulins ne manqueront pas de trouver d'autres moyens analogues pour se mettre à l'abri d'un danger qui est maintenant connu de tous.

Cobalt métallique. — M. *Gaiffe*, constructeur d'instruments de précision, rue Saint-André-des-Arts, 40, fait présenter, par M. *Troost*, membre du Conseil, les recherches qu'il a faites sur les dépôts électriques du cobalt. Ce métal, qui est regardé comme peu commun, et qui n'était employé que pour les couleurs que fournissent plusieurs de ses combinaisons, peut très-aisément être obtenu à l'état métallique par la galvanoplastie, et les nouvelles mines qu'on en a trouvées donnent l'assurance d'une production bien suffisante pour tous les usages auxquels il peut servir. (Arts chimiques.)

Machine à calculer. — M. le commandant *Sebert* présente et explique la machine à calculer de M. *Thomas de Bojano*. (Comité des arts économiques.)

Chemins de fer. — M. *de la Gournerie* rend compte d'une Note sur *le produit brut dans les concessions de chemins de fer*, qu'il a récemment publiée dans le *Journal des économistes*. (Cette note paraîtra au *Bulletin*.)

Appareils électriques divers. — M. le comte *du Moncel* présente, à la Société, trois appareils de MM. *Chardin* et *Prayer*, rue de Châteaudun, 5.

1° Le premier est un régulateur électrique du gaz d'eclairage, où un flotteur, placé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur un manomètre à mercure, à l'air libre, agit entre deux contacts qui permettent au courant d'une petite pile Leclanché d'agir sur des électro-aimants, qui déterminent la marche d'un mouvement d'horlogerie commandant la fermeture et l'ouverture de la vanne obturatrice. Il en résulte que le courant du gaz est réglé avec une grande précision; le mécanisme est, d'ailleurs, disposé de manière que la puissance de la pile agisse aussi pour remonter sans cesse le rouage d'horlogerie qui est ainsi toujours prêt à fonctionner.

2° Le deuxième appareil est une sonde exploratrice pour reconnaître par le microphone, la présence des calculs dans la vessie. Lorsque la sonde qui porte à son extrémité extérieure un microphone très-sensible vient à toucher un corps dur, on entend un son strident métallique tout spécial; le frottement sur les tissus ou les corps mous ne fait entendre, au contraire, qu'un son mat et obtus de toute autre nature. On parvient ainsi à reconnaître la présence de calculs très-petits comme la tête d'une petite épingle.

3° MM. *Chardin* et *Prayer* présentent aussi une trousse, très-bien disposée, contenant, en ordre et en place, toutes les pièces d'un condensateur téléphonique chantant. Une petite pile, toujours prête à agir, suffit pour établir le courant, et on peut ainsi, partout et à l'instant, reproduire cette très-curieuse expérience avec une longueur quelconque de fil transmetteur. (Comité des arts économiques.)

Séance du 29 novembre 1878.

Présidence de M. Dumas, président.

Nécrologie. — M. le *Président* annonce la perte que la Société vient de faire de M. *Devinck*, l'un des membres de la commission des fonds. Il retrace en peu de mots la vie de M. *Devinck*. Elle a été, dit-il, l'une des mieux remplies et des plus utiles dont puisse s'honorer notre époque.

Industriel éminent et jouissant de l'estime générale, ancien président du Tribunal de commerce de la Seine, ancien député, ancien vice-président du Conseil municipal sous le gouvernement précédent, M. *Devinck* a exercé une influence considérable et toujours utile dans toutes les commissions dont il a fait partie. Quant à moi, ajoute avec émotion M. *Dumas*, j'ai été trop longtemps son collègue et son ami pour que sa perte ne laisse pas dans mon cœur un douloureux souvenir qui ne s'effacera jamais.

Correspondance. — M. *Baillaud* (S. F. A.), menuisier, à Arbois (Jura); projet substituant à la vapeur l'expansion des gaz provenant des explosions. (Arts mécaniques.)

M. *Huard* (A.) fils, passage des Thermopyles, 12, à Paris; tour perfectionné pour la petite mécanique et l'horlogerie. (Arts mécaniques.)

MM. *Dumortier* et *Cuignet*, fabricants de draps, à Roubaix, demandent à être admis,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour les produits de leur fabrication, aux concours ouverts par la Société. (Arts mécaniques.)

M. *Rous* (Ermond), rue Descartes, 42, à Paris, présente un nouvel encrier pour les écoles. (Arts économiques.)

M. *Quertain*, tanneur, à Lobbez (Belgique), demande qu'on lui fasse connaître l'avis de la Société sur ses procédés de tannage. (Arts chimiques.)

M. l'abbé *Neel*, aumônier honoraire de la Marine, rue Secondat, 20, à Cherbourg et rue Milton, 16, à Paris, présente à la Société : 1° des appareils pour le service des amputés ayant perdu tout ou partie du bras ou pour d'autres cas chirurgicaux ; 2° un avertisseur électrique. (Arts économiques.)

M. *Suc* (A.), constructeur mécanicien, boulevard de la Villette, 59, à Paris, présente une machine pour essayer la résistance des matériaux à la traction. M. *Mangon*, membre du Conseil, explique le principe et les avantages des dispositions nouvelles introduites dans cette machine. (Arts mécaniques et constructions.)

Le même M. *Suc* présente des wagonnets à mouvements automatiques pour le chargement et le déchargement des matériaux. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Préjean*, verrier, attaché à la cristallerie de Sèvres, présente un siphon pour l'usage des boissons gazeuses, dans lequel toutes les pièces continues ou mobiles sont en cristal sans aucune partie métallique. — Cette disposition, qui exige la solution d'un problème pratique difficile de verrerie, permet de conserver et de consommer les boissons gazeuses, sans craindre la formation de sels de plomb et autres sels nuisibles à la santé. (Arts économiques.)

M. *Cauvy* (B.), professeur à l'école de pharmacie de Montpellier, envoie plusieurs articles qu'il a publiés dans le but de mettre bien en évidence le danger que fait courir à nos cépages français, la propagande qu'il voit se former pour la culture des vignes américaines. Il regarde cette introduction, sur notre sol, de vignes nécessairement phylloxérées, comme une acclimatation systématique du phylloxera, c'est-à-dire comme le plus grand malheur qu'on puisse craindre pour notre viticulture. (Agriculture.)

M. *Ferrand* (Stanislas), rue la Paix, 25, à Paris, fait présenter, par M. *E. Cacheux*, une brochure sur un système de constructions par lequel, pour 18 000 francs, il peut établir deux écoles de cinquante élèves chacune, avec logement de l'instituteur et une mairie. (Constructions et beaux-arts.)

M. *Lemoult* (E.), prepriétaire, à Aunou-le-Faucon (Orne), envoie pour concourir au prix d'Argenteuil et au prix pour l'emploi d'une matière minérale abondante, la description d'un procédé pour la préparation de l'alumine, extraite des argiles par un procédé économique. (Arts chimiques.)

MM. les *Secrétaires* signalent :

La *Revue des industries chimiques et agricoles*, rédacteur en chef M. *Lagarde*, rue rue Saint-Benoît, 7, à Paris.

RÉCOMPENSES OBTENUES A L'EXPOSITION UNIVERSELLE PAR LES MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. le *Président* signale les principales récompenses suivantes :

Soixante et une décorations, savoir : Une croix de Grand officier de la Légion d'honneur, 5 croix de Commandeur, 23 croix d'Officier et 32 croix de Chevalier.

Les grandes médailles décernées sont au nombre de 24.

Les médailles d'or au nombre de 116.

Ces chiffres montrent la part importante qui revient à la Société dans le développement de l'industrie, et la situation élevée qu'un grand nombre de ses membres occupent dans nos arts et notre commerce.

PAQUET CACHETÉ. — M. *Tallerie* dit *Laforest*, rue Bleue, 14, à Paris, dépose un paquet cacheté contenant un procédé pour la destruction complète du phylloxera.

RAPPORTS. — *Horloge mystérieuse.* — M. *Haton de la Goupillière* présente au Conseil, au nom du comité des Arts mécaniques, un rapport sur l'horloge mystérieuse de M. *Rosset* (E,), rue Neuve-Saint-Augustin, 33.

Le rapporteur propose de remercier M. Rosset de son intéressante communication et d'ordonner l'insertion du présent Rapport, dans le *Bulletin*, avec un dessin à l'appui. (Approuvé.)

Conditionnement des soies, laines, etc. — M. *Schutzenberger* lit, au nom du comité des arts chimiques, un Rapport sur l'ouvrage de M. *Persoz* (J.), intitulé : *Conditionnement, titrage et décreusage de la soie, etc.*

Le comité des arts chimiques propose de remercier M. J. *Persoz* de son importante publication et d'autoriser l'insertion du présent Rapport dans le *Bulletin*. (Approuvé.)

Comité des arts mécaniques. — M. *Tresca* fait, au nom du comité des arts mécaniques, un Rapport pour demander la déclaration d'un place vacante dans ce comité.

Le comité des arts mécaniques a fait plusieurs pertes depuis peu de temps; la mort de M. *Alcan* et celle de M. *Duméry*, entre autres, ont laissé des vides très-regrettables et, pour l'expédition des affaires, il est urgent de les combler. Le comité a l'intention de pourvoir, au plus tôt, à deux, au moins, de ces vacances et il demande que, conformément au règlement, le Conseil veuille bien déclarer officiellement la première de ces vacances.

Cette proposition, mise aux voix, est adoptée par le Conseil.

Le comité des arts mécaniques, dans sa plus prochaine réunion, aura à faire la liste de ses propositions; les titres des concurrents pour remplir cette vacance seront discutés en comité secret, et l'élection aura lieu dans la séance du Conseil du vendredi 13 décembre.

COMMUNICATIONS. — *Impression en noir d'aniline.* — M. *Grawitz* lit une Note sur la substitution des composés chromiques aux composés vanadiques dans la génération du noir par les chlorates, substitution commandée par la cherté du vanadium.

Les avantages de l'emploi des sels chromiques sont, d'après M. *Grawitz* :1° D'abord l'économie. Le bichromate de potasse vaut 1 franc le kilog; le bivanadate 1 500 francs le kilog.;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° La grande solubilité des sels chromiques qui permet d'obtenir une homogénéité parfaite dans le mélange, tandis que les sels vanadiques, peu solubles, donnent lieu à des concentrations de réactif par places, ce qui amène des accidents à l'impression;

3° La possibilité de vaporiser sans altérer le noir, comme avec le vanadium;

4° La possibilité de faire varier, au gré du fabricant, la rapidité du développement du noir, en augmentant proportionnellement la dose du réactif, sans crainte d'augmenter, en même temps, le prix de la couleur.

A 2 centigrammes de bivanadate par litre, le mélange coûte, en vanadium, 30 centimes.

A 2 grammes, il coûterait 3 francs de ce chef, ce qui est impraticable; tandis qu'avec 2 grammes de bichromate, il ne coûte que 2/10 de centimes.

En forçant ainsi la dose de chromate, on arrive à développer le noir presque instantanément et à en modifier très-heureusement les propriétés. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

Métallurgie. — M. *Gruner*, membre du Conseil, lit une note sur divers essais récents tendant à déphosphorer la fonte. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Séance du 13 *décembre* 1878.

Présidence de M. Dumas, Président.

Correspondance. — M. *Ronnin*, rue Esquirol, 27, à Paris. Système mécanique pour avertir un train en marche sur un chemin de fer, des manœuvres exécutées pour mouvoir les disques-signaux, soit que le brouillard empêche le mécanicien de voir ces signaux, soit qu'un accident les ait arrêtés. (Arts mécaniques.)

M. *Turpin* (Eugène), rue de Charonne, 166, à Paris, dépose à la Société un paquet cacheté contenant la description d'une nouvelle machine motrice qui est à l'étude, et pour laquelle il tient à prendre date.

Le même M. *Turpin*, propose à la Société, pour la destruction du phylloxera et d'autres insectes, l'emploi du sulfure de carbone additionné d'une petite quantité (1 à 2 pour 100) de chlorure de soufre. (Agriculture.)

M. *Przeciszewski* (Constantin), ancien professeur d'agriculture dans l'école agronomique de Czernichow (Autriche), rue de Vaugirard, 93, à Paris. Procédé pour fabriquer un engrais d'os à l'aide des alcalis et du tannin. (Agriculture.)

M. *Marlière* (A.), manufacturier, à Argenteuil, boulevard de Montmorency, 75, à Paris, présente les produits de sa fabrique consistant en broderies sur soie pour ameublements et ornements, exécutées au moyen du métier à broder suisse, qui n'est autre qu'une application de la mécanique *Heilmann*, récompensée par la Société d'encouragement. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Musin* (Alfred), rue du Château, 20, à Roubaix, soumet à l'examen de la So-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ciété un exemplaire de ses tables graduées abrégeant les calculs du conditionnement hygrométrique des matières textiles. (Arts chimiques.)

M. *Garnier* (Jules), place Delaborde, 6, envoie un exemplaire de la deuxième édition de son ouvrage intitulé : *le Fer*.

M. *Ladrey* (C.), correspondant de la Société, envoie un exemplaire de son Rapport au Ministre de l'agriculture et du commerce, sur l'invasion du phylloxera dans le département de la Côte-d'Or, brochure in-8, avec 5 planches et une carte.

M. *Jacquemier* (Raoul), lieutenant de vaisseau, envoie une brochure sur le cinémomètre, nouveau système d'indicateur de vitesse.

M. *Pâris,* fabricant d'émaux et de fer émaillé, au Bourget, présente divers objets nouveaux de sa fabrication : 1° Un isolateur pour la suspension des fils des lignes télégraphiques. La partie en verre de cet isolateur est tellement saisie par la pièce métallique, que toute disjonction est complétement impossible. (Comité des arts économiques.)

2° Des émaux pour mosaïque. M. *Pâris* a retrouvé ou remis en pratique les procédés anciens, notamment celui pour faire les ors qui, décrit autrefois par le moine Théophile, a été repris, complété et rendu d'une exécution courante.

3° Un petit appareil déjà ancien dans les ateliers de M. *Pâris*, mais qui y est toujours en usage avec un plein succès ; c'est un masque pour pulvérisateurs de matières vitreuses, qui protége la poitrine contre ces poussières délétères sans gêner la respiration. (Arts chimiques.)

M. le *Président* présente à la Société, de la part de M. Paul *Audouin*, ingénieur, les études qu'il a faites récemment pour obtenir des matières très-réfractaires.

Déjà, en 1867, M. *Audouin* avait montré que, parmi toutes les terres connues, la plus réfractaire était la *bauxite* qu'on trouve près de Tarascon et en plusieurs endroits de la Provence, et qui est remarquable par sa forte teneur en alumine pure ; le Conseil a pu voir les échantillons présentés à cette époque qui ont résisté au feu des huiles lourdes, tandis que toutes les autres matières étaient fondues. Mais la bauxite est très-difficile à mettre en œuvre, elle ne présente pas une composition constante, et elle a un retrait considérable qui s'accroît progressivement à chaque opération.

La magnésie est plus facile à employer, mais elle doit être complétement exempte de silice qui la fait fondre instantanément.

La chaux est déjà connue par les creusets qu'elle a fournis pour la fusion du platine, mais elle produit les mêmes accidents que la magnésie au contact de la silice, et elle est sujette à se désagréger par l'hydratation.

M. *Audouin*, dans ses divers essais, a fini par trouver une substance réfractaire qui donne les meilleurs résultats ; c'est l'*oxyde de chrome*.

Il résiste d'une manière absolue aux plus hautes températures connues. Il n'est pas corrodé par les oxydes de fer en fusion, pas plus que par la silice ; il ne prend pas de retrait comme les substances alumineuses, et, si son prix est, peut-être, élevé en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce moment, il est certain que les mines de chrome sont assez abondantes pour que le prix de l'oxyde doive s'abaisser rapidement, qnand il y aura un débouché nouveau pour cette matière.

M. le *Président* renvoie l'examen de cette communication au comité des arts chimiques.

Élection d'un membre du conseil pour les arts mécaniques. — M. le *Président* annonce que le Conseil va procéder à l'élection d'un membre pour le comité des arts mécaniques, conformément à la vacance qui a été déclarée dans la séance du 29 novembre. Il fait connaître la liste des candidats proposés par le comité et arrêtée par le Conseil. Ces candidats sont MM. Ch. *de Comberousse* et *Simon* (Édouard).

Le scrutin est ouvert et, au dépouillement, le Bureau constate que M. *de Comberousse* a obtenu l'unanimité des suffrages, au nombre de 25.

En conséquence, M. *de Comberousse* est élu membre du Conseil pour le comité des arts mécaniques. Cette élection devra être ratifiée par un vote en assemblée générale.

Rapports des comités. — M. le comte *du Moncel* fait, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur la *lampe électrique à incandescence* de M. E. *Reynier*.

Le comité propose que des remercîments soient adressés à M. E. *Reynier* et que le présent Rapport soit inséré au *Bulletin* avec les dessins de l'appareil. (Adopté.)

Machine à calcul, arithmomètre. — M. *Sebert* présente, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur la machine à calculer, dite arithmomètre, inventée par M. *Thomas* (de Colmar) et perfectionnée par M. *Thomas de Bojano*, 44, rue de Châteaudun.

Le comité propose de remercier M. *Thomas de Bojano*, et d'ordonner l'insertion du Rapport au *Bulletin*, avec la description et les plans de la machine.

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

Communications. — *Siliciure de fer.* — M. le *Président* donne communication, au nom de M. *Laurence Smith*, correspondant étranger de la Société, d'une Note sur un siliciure de fer nouveau, sur lequel il pense qu'il serait utile d'attirer l'attention des industriels.

C'est une pièce de fonte ayant la forme d'un lingot de haut fourneau, pesant à peu près trois kilogrammes, et qui n'est évidemment qu'une partie d'une masse plus considérable. La couleur de ce lingot est à peu près celle du platine ; sa pesanteur spécifique est de 6,50 ; il se casse facilement avec le marteau.

Ce n'est autre qu'un siliciure de fer contenant 15 à 16 pour 100 de siliciure qui, probablement, se sera formé accidentellement dans un haut-fourneau et aura ensuite été abandonné dans les champs. Ses propriétés sont remarquables. Inoxydable à l'air, il est inattaquable par l'acide nitrique concentré et à peu près par tous les réactifs, sauf l'acide fluorhydrique et les alcalis fondus, chauffés au rouge ; à la longue l'acide chlorhydrique en attaque légèrement le fer. Il fond, sans altération, à peu près comme le platine et l'or, à la température de la fusion de la fonte ; quand on chauffe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

davantage, il brûle avec une flamme très-vive. Il est certain que l'industrie tirera parti d'un corps doué de propriétés aussi importantes.

M. le *Président*, en remerciant M. *Laurence Smith* de la communication qu'il a bien voulu faire à la Société à ce sujet, engage le comité des arts chimiques à s'occuper des usages auxquels ce corps nouveau peut être appliqué.

Outillage des verriers. — M. *de Luynes*, membre du Conseil, présente, au nom de M. *Gadrat*, constructeur de machines à l'usage des verriers, rue de la Chapelle, 70, deux nouveaux instruments inventés par lui.

Le premier est un *pontil mécanique perfectionné*, destiné à soutenir pendant la fabrication, les objets en verre munis d'un pied, comme les verres à boire, par exemple. L'ancien pontil mécanique, connu sous le nom de *chassepot*, se composait d'une tige creuse, portant un plateau à l'une de ses extrémités. La tige creuse était traversée dans sa longueur par une tige pleine un peu plus longue, munie d'un ressort et terminée, du côté du plateau, par un cercle métallique échancré qui, sous l'action du ressort, venait presser, par leur circonférence, les objets placés sur le plateau. Pour introduire le pied d'un verre sur le plateau, on soulevait le cercle en poussant la tige intérieure à une hauteur de 8 à 10 centimètres; on introduisait la tige du verre par l'échancrure, et le cercle, s'abaissant sous l'action du ressort, maintenait le verre sur le plateau. Ce pontil présente les inconvénients suivants : la course de la tige intérieure est trop grande, le verre est touché par le cercle en un trop grand nombre de points, ce qui est une cause d'altération; enfin, il faut tourner le pontil du côté de l'échancrure, ce qui complique et retarde le travail. Le pontil perfectionné de M. Gadrat permet de diminuer considérablement le déplacement de la tige intérieure. Le cercle est remplacé par trois pièces, se levant au moyen de leviers, ne touchant le verre qu'en trois points et supprimant les inconvénients de l'échancrure.

Le second appareil, appelé par M. Gadrat *le gamin*, consiste en une planchette. Elle sert à obtenir les surfaces planes sur le verre mou. Cette planchette en bois, montée sur un pied en fer, peut être placée à la hauteur que désire le souffleur. Elle est à peu près ajustée au banc du verrier, au moyen de coulisses horizontales et verticales. Un levier à ressort permet au souffleur de la placer exactement sur la pièce de verre, et de la faire revenir avec une grande facilité à sa position première.

C'est généralement un très-jeune enfant, un gamin, qui, se tenant près du banc, manœuvre cette planchette. De là, le nom donné, par M. *Gadrat*, à sa nouvelle machine.

M. le *Président* remercie M. *de Luynes* et M. *Gadrat* de cette communication et en renvoie l'examen au comité des arts mécaniques, auquel M. *de Luynes* voudra bien s'adjoindre.

Décortication en vert de la ramie. — M. le *Président* rend compte, au nom de M. *Favier*, ancien officier du génie, propriétaire, en Algérie, des recherches que ce dernier a faites pour l'utilisation de l'*urtica utilis* ou *ramie*, dont la culture, en Algérie, pourrait être très-avantageuse, si on parvenait à en retirer facilement la fibre textile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des plantations assez importantes furent faites par M. *Favier* et par M. *de Richemond*, son voisin, à Baba-Ali, dans la plaine de la Métidja, et, lorsque, après divers tâtonnements, les planteurs furent arrivés à avoir des tiges exploitables en grande quantité et d'une manière courante, ils durent se préoccuper des moyens d'en tirer parti. La décortication, fournissant une filasse textile, a été toujours une opération difficile et pleine d'obstacles. Le gouvernement anglais a proposé dans l'Inde, pour cette opération, un prix de 5 000 livres ou 125 000 francs, en précisant quelques conditions nécessaires. Ce prix n'a pas été gagné et la question est remise au concours. En Europe, ce problème a été aussi l'objet de tentatives, mais sans résultat bien utile.

Les machines inventées, jusqu'à ce jour, sont de deux espèces : les unes traitent la ramie en vert, et les autres exigent qu'elle soit desséchée. Après un examen attentif, M. *Favier* a reconnu tous les inconvénients de la dernière méthode. La plante sèche, ne pouvant pas être décortiquée sur le sol, exige des frais de transport considérables pour être conduite à l'atelier de préparation, et dès lors est grevée de dépenses qui rendent sa culture improductive. La décortication en vert, faite sur le champ de récolte, au contraire, débarrasse la filasse d'un bois encombrant qui reste sur le sol et facilite ainsi l'expédition au loin du produit utile.

M. *Favier*, se fondant sur ce principe, a pensé qu'on pouvait faire subir à la plante, au moment de la récolte, une première opération qui séparerait la chènevotte, ou le bois, de l'ensemble de l'écorce et qui laisserait ensuite à l'industrie le soin de dégommer cette écorce et d'en séparer les fibres textiles pures. Le produit de ce premier décorticage donnerait donc une filasse grossière, facile à emballer et à expédier avec peu de frais.

Ce système sépare donc simplement l'exploitation agricole, arrivant jusqu'à un produit grossier facile à vendre et à emballer, du travail industriel qui, suivant le degré de perfection auquel il serait poussé, pourrait produire, soit de la toile grossière, soit les magnifiques tissus que la Chine sait faire avec les diverses qualités de *l'urtica*.

Cette manière de voir a conduit M. *Favier* à construire une machine simple et rustique, facile à établir, à réparer et à transporter dans les champs qui, pour un prix très-modéré (environ 4 à 5 francs par tonne de tiges), fait le décorticage de la ramie au moment de la récolte. Il pense que cette manière d'opérer simplifiera les conditions dans lesquelles cette matière textile est produite, et il s'adresse à la Société, en lui signalant le point où il est parvenu, et en lui demandant de provoquer les moyens de résoudre la seconde partie, toute industrielle (chimique ou mécanique), du problème, qui doit permettre de compléter le traitement de l'écorce de ces plantes précieuses. (Renvoi à une commission spéciale.)

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société : M. *Marlière* (Auguste), ancien préfet, à Paris; — M. *Roux* (Louis), directeur des poudres et salpêtres, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Séance générale du 27 décembre 1878. (Élections.)

CORRESPONDANCE. — M. *Thomas* (Achille), ingénieur, à Brest, boulevard de la Gare, envoie un exemplaire d'un travail qu'il a publié sous le titre de : *Art de se diriger la nuit en campagne*. C'est un enseignement mécanique, mettant l'étude de l'astronomie à la portée de toutes les intelligences. (Arts économiques.)

M. *Brisset* (Pierre), professeur de langues, boulevard Montmartre, 18, à Paris, présente une planchette et des cartons calligraphiques, disposés pour donner promptement aux élèves l'habitude des mouvements de la main propres à produire une bonne et régulière écriture. (Arts économiques.)

M. *Bourry*, rue Taitbout, 86, à Paris, présente une chaudière à tubes d'eau, qu'il nomme *chaudière polytubulaire*, et qui a, dit-il, de grands avantages. (Arts mécaniques.)

M. *Jacquemier* (Léon), lieutenant de vaisseau, rue Montmartre, 184, à Paris, soumet un appareil qu'il nomme cinémomètre, pour mesurer la vitesse d'une machine en marche, sans employer l'action de la force centrifuge. (Arts mécaniques.)

M. *Rous* (Ermond), mécanicien, rue Descartes, 42, à Paris, envoie une nouvelle construction perfectionnée du couvercle universel, pour le godet graisseur des machines, qu'il a déjà présenté à la Société. (Arts mécaniques.)

M. *Bard* (S.), à Gueures, envoie des considérations générales sur les forces en mouvement et la description d'un nouveau moteur. (Arts mécaniques.)

MM. *Georges* et *Defroy*, rue Mesnil, 14, à Passy-Paris. Système électrique pour empêcher les accidents de chevaux et voitures. (Agriculture.)

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* envoie deux exemplaires des numéros 5 et 6, première et deuxième partie, du Catalogue des brevets d'invention.

M. *Imbs* (Joseph), avenue Joséphine, 41, à Paris, envoie des pièces et des échantillons pour concourir au prix proposé en 1879 pour le peignage des fibres courtes. (Arts mécaniques.)

M. *Mignot* (Léon), chimiste, place Lafayette, 109, à Paris, propose, pour guérir la maladie de la vigne atteinte par le phylloxera, l'emploi de la silice soluble et de la potasse ou du sulfate de potasse. (Agriculture.)

M. *Rigal* (J. B.), avenue de la Grande-Armée, 77, demande à la Société d'examiner un projet de loi sur les brevets d'invention qu'il a présenté au Congrès international de la propriété industrielle. (Commerce.)

MM. les *Secrétaires* signalent parmi les pièces imprimées :

M. *Vuillemin* (E.), ingénieur. — Les *Mines de houille d'Aniche*, 1878, un volume grand in-8°, avec un atlas in-4° (*Dunod*, éditeur).

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce*. — *Statistique de la France*,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résultats généraux du dénombrement de 1876, un vol. grand in-8°, imprimerie nationale, 1878.

Revue des industries chimiques et agricoles, Paris, *Quantin*, éditeur, 1878, 2e numéro d'une revue bi-mensuelle in-8°.

Rapports des comités. — *Entretien des chemins de fer.* — M. *Baude* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un Rapport sur le polymètre, ou instrument servant à mesurer l'écartement, le surhaussement ou l'inclinaison des voies ferrées, de l'invention de M. *Couturier*, géomètre.

Le comité propose de remercier l'inventeur de sa communication et de faire insérer au *Bulletin* le présent Rapport avec le dessin qui l'accompagne.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Pile électrique. — M. *du Moncel* fait, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur la pile à bioxyde de manganèse et chlorure de zinc, de M. A. *Gaiffe*.

Le comité demande que des remercîments soient adressés à M. *Gaiffe* pour son intéressante communication, et que le présent Rapport soit inséré au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Levé des plans. — M. *Sebert* fait un Rapport, au nom du comité des arts économiques, sur le rapporteur de M. *Grandjean,* capitaine d'artillerie.

Le comité propose de remercier M. *Grandjean* de sa communication et d'ordonner l'insertion du présent Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées.

Communications. — *Nouveaux silos.* — M. *Bella*, membre du comité de l'agriculture, présente au Conseil le résultat de ses expériences sur la conservation des grains, et fait connaître les dispositions qu'il a adoptées depuis sept années pour la conservation de l'avoine et autres grains dans des conditions économiques. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Amortissement des vibrations. — M. le colonel *Goulier*, au nom de M. *Flandin*, fabricant d'articles de voyage, membre de la Société d'encouragement, rue Michel-le-Comte, 23, appelle l'attention du Conseil sur le fait suivant :

Ayant établi dans ses ateliers, rue Michel-le-Comte, 23, un outillage mécanique pour le travail du bois, comprenant une *raboteuse* et une *toupie*, M. *Flandin* provoqua les vives réclamations de ses voisins qui, jusqu'au troisième et au quatrième étages, étaient grandement incommodés par les trépidations que ces machines imprimaient à la maison. En particulier, l'un de ses co-locataires, fabricant d'orfévrerie religieuse, logé au troisième étage, constatait avec inquiétude que les ostensoirs et les ciboires se livraient, dans ses vitrines, à des oscillations désordonnées. M. *Flandin* se voyait donc sur le point de discontinuer chez lui le travail mécanique du bois, lorsque M. *Páris*, ingénieux emballeur de la rue des Petites-Écuries, lui signala, comme un remède qu'il avait appliqué dans des circonstances analogues, l'emploi du caoutchouc vulcanisé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Immédiatement, M. *Flandin* fit interposer, entre la plaque de sa raboteuse et le massif qui la supporte, une plaque de caoutchouc de 6 centimètres d'épaisseur, puis sous la toupie, une plaque plus mince.

Il prit, d'ailleurs, le soin de couvrir les bords de ces coussins avec de la tôle, afin de préserver le caoutchouc des atteintes de l'huile. Grâce à la présence de ces coussins, non-seulement les trépidations furent presque complétement annulées, mais encore le ronflement des outils fut tellement atténué que, pendant leur marche, avec une vitesse qui dépasse souvent trois mille tours par minute, les habitants de la maison ne sont plus aucunement gênés par le jeu des machines.

Quoique l'on ait souvent demandé au caoutchouc vulcanisé la solution de difficultés analogues à celle qu'il vient de résoudre, M. *Flandin* a pensé, en signalant ce fait à la Société, que si elle jugeait opportun de le publier, elle rendrait service aux industriels qui ont besoin d'établir, au cœur de Paris, des machines analogues aux siennes.

Compression des fourrages secs. — M. *Mangon*, membre du Conseil, présente une nouvelle machine à comprimer les fourrages, envoyée par M. *Pilter*, constructeur-mécanicien, fabricant de machines pour l'agriculture, rue Alibert, 24, à Paris.

Il rappelle d'abord que la Société s'est occupée, il y a quelques années, d'une presse de ce genre de M. *Leduc-Vic* (L.), auquel elle a décerné, à ce sujet, une de ses médailles (1).

M. *Pilter*, reprenant ce problème intéressant, a apporté, à sa solution, des modifications qui ont remédié aux inconvénients qu'on n'avait pas pu éviter dans une première machine. Au lieu d'agir par un mouvement alternatif qui faisait perdre beaucoup de temps et de force, il est parvenu à opérer par un mouvement continu. Un organe de sa machine réunit et comprime à part de petites masses de foin, dont chacune donne lieu à peu de résistance, de sorte qu'elles n'offrent pas la somme des réactions élastiques contre laquelle la puissance avait à lutter, lorsqu'elle devait agir à la fois sur un grand volume de foin avec une grande quantité de temps perdu. Ces petites masses, comprimées à part, se réunissent, au fur et à mesure, en un bloc cylindrique, où la compression est achevée, et cette forme finale elle-même est un avantage, parce qu'elle est plus maniable et plus commode pour l'arrimage que les parallélipipèdes de l'ancienne machine. (Agriculture.)

Balanciers de chronomètres. — M. *Haton de la Goupillière* présente et explique à la Société, au nom de M. *Callier*, horloger, boulevard du Palais, 5, à Paris, un balancier pour chronomètres, dans lequel la compensation des effets de la température est réalisée d'une manière plus complète qu'on n'avait pu le faire jusqu'ici. (Arts mécaniques.)

Dépouillement du scrutin pour les élections. — Le dépouillement amène à con-

(1) Voy. *Bulletin* de 1874, 3e série, t. I, p. 161.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

stater que le nombre de 100 votes, prescrit par le § 1er de l'art. 37 des statuts, n'a pas été atteint. En conséquence, M. le *Président* déclare que le vote sera annulé.

Il sera procédé à un nouveau scrutin dans la prochaine séance de la Société, le 10 janvier 1879, pour les mêmes élections, conformément aux § 3 et 4 du même article des statuts. Le résulat de ce scrutin sera définitif quel que soit le nombre des votants.

Nomination de membres. — Sont nommés membres de la Société : MM. *Payen*, ingénieur-mécanicien, à Paris ; *Lemerle* (Louis), ancien élève de l'école polytechnique, directeur de l'usine *Dumas-Frémy*, à Ivry.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE

DES NOUVEAUX MEMBRES ADMIS EN 1878

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

MM.

Bard (Louis-Stanislas), propriétaire à Gueurres, (Seine-Inférieure).
Bardy, directeur du laboratoire central des contributions indirectes, à Paris.
Berenger (Stanislas), juge au tribunal de commerce, à Elbeuf.
Bernard, fabricant d'enduit hydro-nitrofuge, à St-Denis.
Bertin, ingénieur de la marine, à Cherbourg.
Bluteau-Venier, fabricant d'articles de chasse et de voyage, à Loches.
Bordet, inspecteur des finances, à Paris.
Boullenot, chimiste, à Issy.
Brison, industriel, à Bois (Loire-Inférieure).
Carpentier, ancien élève de l'École polytechnique, successeur de M. Rhumkorff, à Paris.
Comberousse (*de*), professeur à l'École centrale des arts et manufactures, à Paris.
Denizart, négociant, à Beauvais.
Engel-Dollfus, manufacturier, à Mulhouse.
Farjon, fabricant de plumes métalliques, à Boulogne-sur-Mer.
Fermis et *Persil*, facteurs d'orgues, à Paris.
Fine (Claude), chimiste, à Rio-Janeiro.
Flandin, fabricant d'articles de voyage, à Paris.
Gonin, ingénieur-constructeur, à Paris.
Grare (Arthur), négociant, à Compiègne.
Grawitz, ingénieur-chimiste, à Paris.

MM.

Gury (Émile), ingénieur, à Cuisance (Doubs).
Hamoir, ingénieur civil, directeur de la fabrique de produits chimiques de MM. *Bloch*, à Louvroil (Nord).
Hétet, pharmacien en chef de la Marine, à Brest.
Jacquemart, pharmacien, à Paris.
Lacroix (Pierre), industriel, à Paris.
Lambert, ingénieur des poudres et salpêtres, à Paris.
Lecourt, fabricant de conserves alimentaires, à Paris.
Lemerle (Louis), ancien élève de l'École polytechnique, directeur de l'usine *Dumas-Frémy*, à Ivry.
Marlière, préfet en retraite, à Paris.
Montandon père, fabricant de ressorts de montre, à Rambouillet.
Montebello (marquis *de*), à Neuilly.
Parent (Victor), fabricant d'instruments de précision, à Paris.
Payen, ingénieur-mécanicien, à Paris.
Pellier, fabricant de conserves alimentaires, au Mans.
Périssé (Sylvain), ingénieur, à Paris,
Petitpierre-Pellion, ingénieur civil, à Logrono (Espagne).
Renard, raffineur de soufre, à Marseille.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM.

Rigal, membre de plusieurs Sociétés scientifiques et industrielles, à Paris.

Rosentiehl, chimiste à la fabrique de MM. *Poirrier* frères, à Saint-Denis.

Roux (Louis), directeur des poudres et salpêtres, à Paris.

MM.

Saussereau (Urbain), ingénieur civil, à Nantes.

Tollet (Charles), ingénieur civil, à Paris.

Turpin, manufacturier, à Paris.

Veve (Adolphe), minotier, à Monieux (Vaucluse).

Vivien, chimiste, à Saint-Quentin.

Walcker, négociant, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LA SOIXANTE ET DIX-SEPTIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

(*Troisième série — tome V.*)

(La lettre (P) à la suite d'un article indique qu'il ne s'agit que d'une présentation.)

A.

Audouin (*P.*). Emploi de l'oxyde de chrome comme matière très-réfractaire pour les hautes températures, 705.

B.

Babey. Fabrication mécanique des guipures, 169.
Barker. Son levier pneumatique pour les orgues, 72.
Barral. Rapport sur le concours ouvert en 1876 pour le meilleur emploi des eaux d'irrigation (P), 111.
— Discours prononcé sur la tombe de M. *Huzard*, 514.
Barrault. Tableau comparatif des brevets d'invention dans les principaux pays, 183.
Bashley Britten. Conversion du laitier de hauts fourneaux en verre à bouteilles, 61.
Basset (*N.*). Fixation chimique de l'azote de l'air, 584.
— Emploi des sels solubles d'aniline contre le phylloxera (P), 690.
Baude. Sur l'exploitation et l'adminisiration des chemins de fer de la Hollande, 527 (pl. 87).
Bazelaire. Système de fermetures, 172 (dessins sur bois).
Bell (*Graham*). Les principes de la construction de son téléphone, 220.
Bensusan (*S. L.*). Sur les procédés les plus récents pour le traitement des minerais de cuivre par la voie humide, 612.
Bérard. Rapport sur un nouveau procédé de dosage de l'extrait sec des vins de M. *Houdart*, 117.
— Rapport sur la méthode de MM. *Delachanal* et *Mermet* pour l'analyse des sulfocarbonates alcalins, 197.
Berenger (*S.*). Moyen pour mettre en mouvement le liquide des cuves de teinture (P), 576.
Bernard. Enduit hydro-nitrofuge (P), 277.
Berthaud. Impressions photographiques aux encres grasses, 180.
Bertin. Note sur la ventilation du transport l'*Annamile*, 445 (pl. 83 et 84).
Betz-Penot. Emploi de la farine de maïs pour l'élevage des veaux (P), 697.
Biardot (*A.*), *L. Possoz* et *E. Lecuyer*. Procédé pour maintenir la couleur verte aux conserves de légumes sans aucune espèce d'addition (P), 569.
Bielsky (*J. de*). Système de conservation des œufs (P), 330.
Bigot (*Y.*). Système de bascules-romaines (P), 462.
Bixio. Rapport sur les études d'alimentation des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chevaux de la Compagnie des omnibus de Paris (P), 331.
Blavier. De l'emploi de la dynamite dans l'exploitation des ardoisières d'Angers, 320.
Blomet. Enduit permettant d'appliquer directement la peinture sur bitume (P), 575.
Boillé. Nivelettes perfectionnées pour le tracé des pentes sur le terrain, 296.
Boissicat. Semoir mécanique, 89.
Boitel. Sur l'agriculture de la Corse et sur ses établissements pénitentiaires, 139.
Bon (*Adolphe*). Petite machine à vapeur rotative (P), 691.
Bon (*F. E.*). Fabrication d'un gaz d'éclairage avec les pepins de raisin (P), 694.
Boullenot (*Edouard*). Lampe autoxyde pour les mines (P), 576.
Bourdon. Horloge hydropneumatique, 3 (pl. 70).
Bourgade (*G.*). Système de chauffage pour wagon ou appartement (P), 327.
Bourry. Système de chaudière à vapeur à tubes d'eau (P), 709.
Bréval. Machine à drayer les peaux, 281 (pl. 79).
Briot (*C.*). Excitateur de vapeur pour les générateurs (P), 697.
Brisset (*P.*). Planchette pour apprendre facilement le tracé de l'écriture (P), 709.
Brossard de Corbigny. Sur l'emploi du zinc pour prévenir les incrustations des chaudières à vapeur, 150.
Brulé (*J. B.*) Temple mécanique à pinces élargisseuses (P). 277.
Brune. Rapport sur la planchette du perspecteur de M. *Lepage*, 122.
Buisson (*Léon*). Instrument pour faciliter le cubage des bois en grume (P), 166.
Burnichon. Instrument formé de quatre diapasons pour l'étude du timbre (P), 327.

C.

Cailletet (*L.*). De la condensation de l'oxygène et de l'oxyde de carbone, 132.
— Sur l'emploi des gaz sortant des foyers industriels, 165 (dessins sur bois).
Callon (*Charles*). Membre de la Société; sa mort, 695.
Camiolo (*A.*). Appareil destiné à régler l'accord des instruments à son fixe (P), 569.
Carré. Baratte pour faire rapidement le beurre (P), 516.
Chalanger. Moyen d'éviter les dangers résultants de l'emploi du gaz dans les appartements (P), 166.
Chambon. Appareils à cylindre pour faciliter les calculs de banque et de commerce, 88.
Chardin et *Prayer*. Régulateur électrique pour le gaz d'éclairage (P), 700.
Chardon (*A.*). Procédé de photographie par émulsion sèche, 216, 225.
Chassé et *Nottin*. Perfectionnements dans les boîtes en fer-blanc pour conserves (P), 327.
Chavinier. Système de fermeture de boutiques (P), 277.
Chéry (*J.*). Constructions en bois et en fer (P), 111.
Chevallier (frères). Fabrication des lisses métalliques pour le tissage, 115 (pl. 72).
Chevrot (*P*). Nouveau système de pompe (P), 214.
Church (*A. H.*). De l'action destructive du gaz d'éclairage sur la reliure en cuir des livres, 164.
Claudet. Procédé de traitement des minerais de cuivre par la voie humide, 617.
Cloëz. Rapport sur les procédés de M. *Jacquemart* pour déceler la présence de l'alcool dans les mélanges, 91.
— Rapport sur les couleurs inoffensives pour jouets d'enfants de M. *Turpin*, 465.
Clouet (*J.*). Sur la fabrication des pipes en terre et sur les pipes se culottant seules, 552.
— et *Depierre* (*A.*). Dictionnaire bibliographique de la garance (P), 694.
Collignon (*Édouard*). Rapport sur un chariot de M. *Folacci* servant au déchargement des gros blocs de pierres, 113 (pl. 72).
— Rapport sur la machine à essayer les huiles de MM. *Deprez* et *Napoli*, 289 (pl. 80).
— Recherches sur le mouvement épicycloïdal (P), 570.
— Rapport sur la voiture automobile à air comprimé de M. *Mékarsky*, 585 (pl. 88).
Combe d'Alma et *Ernest Constantin*. Emploi du liége comme mauvais conducteur de la chaleur (P), 516.
Comberousse (*Ch. de*). Son élection au comité des arts mécaniques, 706.
Cornu (*Max*). Études sur le phylloxera vastatrix (P), 463.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Corron (*César*). Procédé pour teindre mécaniquement la soie (P), **517**.
Cotelle (*A.*). Chemin de fer à rails flexibles pour l'agriculture (P), **569**.
Creissac. Emploi de l'acide salicylique contre les insectes nuisibles en agriculture (P), **329**.
Cresson (*A. J.*). Améliorations dans l'enseignement du dessin (P), **697**.
Cyrille (*H.*). Machine à coudre (P), **406**.

D.

Davanne. Sur les impressions photographiques aux encres grasses analogues à la lithographie, **174**.
— Rapport sur le procédé de photographie par émulsion sèche de M. *A. Chardon*, **216**.
— Rapport sur le papier sensible préparé par M. *Pellet* pour la reproduction des cartes, dessins et plans, **599**.
David (*J.*). Divers systèmes de fermeture (P), **329**.
Davioud. Sur l'édification du palais du Trocadéro, **231** (pl. **76** et **77**).
Debray. Discours au sujet de la mort de M. *Lamy*, **269**.
— Sur la passementerie métallique irisée de M. *Hélouis*, **335**.
— Sur un nouveau produit d'oxydation du plomb et sur quelques phénomènes de dissociation, **686**.
Defroy et *Georges*. Système électrique pour empêcher les accidents de chevaux et de voitures (P), **709**.
Degremont. Système d'enveloppe pour tuyaux de vapeur, **591**.
Delachanal et *Mermet*. Méthode pour l'analyse des sulfocarbonates alcalins et autres produits industriels analogues, **197**.
Delattre et *Febvre*. Procédé pour la désinfection instantanée des fosses et cabinets d'aisance (P), **570**.
Denain (*A. V.*). Machine à faire les briquettes combustibles (P), **692**.
Depierre (*J.*). Traité du fixage des couleurs par la vapeur (P), **694**.
— et *J. Clouet*. Dictionnaire bibliographique de la garance (P), **694**.
Deprez (*Marcel*) et *Napoli*. Machine à essayer les huiles, **289** (pl. **80**).
Dernoncourt et *Ch. Thauvoye*. Registre automatique pour foyers industriels (P), **522**.
Desarran d'Allard. Frein automoteur pour voitures (P), **576**.
Desnoyers (*A.*). Machine portative pour rebattre et parer les briques (P), **518**.
Devinck. Membre de la commission des fonds ; sa mort, **701**.
Douglas et *Hunt*. Procédé de traitement des minerais de cuivre par la voie humide, **614**.
Dubrunfaut. Le sucre (P), **694**.
Ducousso (*Th.*). Système pour opérer la transmission automatique des signaux électriques aux trains en marche (P), **522**.
Duez (*E.*). Procédé de teinture spéciale (P), **697**.
Dufour. Foyer fumivore (P), **406**.
Dufresne. Rapport sur la fabrication des crayons de M. *Gilbert fils*, **426**.
Dumas (président). Sur les procédés de liquéfaction des gaz de M. *L. Cailletet* et de M. *Raoul Pictet*, **129**.
— Sur la présence de l'oxygène dans l'argent métallique, **246**.
— Remarques au sujet de l'importance que peuvent avoir, au point de vue des explosions, les recherches faites sur les limites de combustibilité des gaz, **324**.
— Communication sur l'emploi de l'iodure de potassium fait par M. *Melsens*, pour combattre les intoxications produites par les métaux vénéneux, **332**.
— Rapport présenté à M. le Président de la République sur les résultats obtenus par l'application de la loi sur le travail des enfants dans l'industrie, **436**.
— Son opinion sur la question d'épuration du gaz d'éclairage et du service de vérification organisé à Paris, **456**.
— Communication sur l'emploi de l'oxyde de chrome comme matière réfractaire pour les hautes températures, **705**.
— Sur un curieux siliciure de fer, présenté par M. *Laurence Smith*, **706**.
— Communication au sujet des recherches de M. *Favier* sur l'utilisation de la Ramie d'Algérie, **707**.
Dumas (*Ernest*). Traduction d'un Mémoire de M. *Wichandler Roberts* sur la fusibilité, la liquation et la densité de certains alliages d'argent et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de cuivre, d'or et de cuivre, **351** (dessins sur bois).
Duméry. Rapport sur la machine à drayer les peaux de M. *Bréval*, **281** (pl. **79**).
— Sa mort, **462**.
Du Moncel (comte *Th.*). Sur un perfectionnement apporté au téléphone par MM. *Pollard* et *Garnier*, **202**.
— Sur le phonographe d'*Edison*, **298** (dessins sur bois).
— Communication sur le moteur à vide d'air de M. *Regge*, **407**.
— Communication sur le système de relais pour longues lignes télégraphiques de M. *Tommasi*, **408**.
— Sur le microphone de *Hughes*, **520**.
— Communication sur les nouveaux éléments de pile au peroxyde de manganèse de M. *Gaiffe*, **581**.
— Rapport sur la plume électrique de M. *Edison*, **595** (dessins sur bois).
— Sur le condensateur chantant, **651** (dessin sur bois).
Durand-Claye (*Alfred*). État de la question des eaux d'égout en France et à l'étranger, **62**.

E.

Edison (*Thomas, Elva*). Description de son phonographe par M. *du Moncel*, **298** (dessins sur bois).
— Sa plume électrique, **595** (dessins sur bois).
Emmens (*Stephen*). Procédé de traitement des minerais de cuivre par la voie humide, **616**.
Engel (*Gustave*) et *Kopp*. Sur la composition des étains en feuille pour les fabriques de chocolat, **251**.
Erismann (*Fried.*). Du prix des différents modes d'éclairage de la ville de Munich, **321**.
Exeli (*A.*). Four pour le traitement des minerais de mercure, **500**.

F.

Fairbairn (*W.*). Ses expériences sur la résistance des chaudières à vapeur, **258**.
Faucheux (*L.*). Nouveau procédé de fabrication de la soude (P), **694**.
Faure. Machine à fabriquer automatiquement les assiettes en porcelaine, **525** (pl. **86**).
Faussereau (*Urbain*). Système de four pour la préparation des conserves de poissons (P), **570**.
Favier. Recherches pour l'utilisation de la Ramie d'Algérie, **707**.
Febvre et *Delattre*. Procédé pour la désinfection instantanée des fosses et cabinets d'aisance (P), **570**.
Fermis et *Persil*. Perfectionnements aux mécanismes des grandes orgues (P), **696**.
Field (*John*). Note sur les usines à gaz de Londres, leur passé et leur présent, **312**.
Flourens (*G.*). Etude sur la cristallisation du sucre et la fabrication du sucre candi, **653** (dessins sur bois).
Folacci. Chariot pour décharger les gros blocs de pierres, **113** (pl. **72**).
Fourman-Piot. Boîtes pour la conservation des montres (P), **110**.
Frankland. Recueil de ses Mémoires (P), **167**.
Fréminville (*de*). Étude sur les machines à vapeur du système *Compound*, leur rendement économique et les conditions générales de leur fonctionnement, **11** (dessins sur bois).
— Rapport sur l'organisation et les travaux de l'association des propriétaires de chaudières à vapeur à Paris, **473**.
— Rapport sur les pompes pneumatiques de M. *Lacroix*, **592** (dessins sur bois).
Fromm (*F.*). Appareil pour prévenir les accidents provenant des scies circulaires (P), **517**.

G.

Gadrat. Nouveaux outils à l'usage du verrier, **707**.
Gaiffe (*A.*). Nouveaux éléments de pile au peroxyde de manganèse, **581**.
Galloway (*W*). De l'influence de la poussière de charbon dans les explosions de grisou, **33** (dessins sur bois).
Ganne (*J. B.*). Appareil pour garantir les ouvriers contre les accidents causés par les scies circulaires, **337** (dessin sur bois).
Garnier et *Pollard*. Perfectionnement apporté au téléphone, **202**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Garnier et *Pollard*. Leur condensateur chantant, 651 (dessin sur bois).
Gauche (*L.*). Unification du numérotage des fils, 348.
Gaudin (*Marie-Antoine*). Sa part dans l'invention du procédé de photographie par émulsion sèche de M. *Chardon*, 227.
Georges et *Dofroy*. Système électrique pour empêcher les accidents de chevaux et de voitures (P), 709.
Gilbert (*fils*). Fabrique de crayons à Givet, 426.
Gonin (*E.*). Manuel pratique du constructeur (P), 111.
— Étude sur les petits chemins de fer agricoles (P), 330.
Goulier (colonel). Sur la transmission de l'heure à plusieurs cadrans éloignés, au moyen d'une canalisation dans laquelle on fait varier la pression, 8.
— Correction du défaut capital des pompes dans lesquelles la force est transmise par des colonnes liquides, 94 (dessins sur bois).
— Observations relatives aux nivelettes employées pour le tracé des pentes sur le terrain, 297.
— Rapport sur les baromètres monumentaux et enregistreurs de M. *Redier*, 409 (pl. 82).
— Communication sur l'emploi du caoutchouc pour amortir les vibrations des machines, 710.
Gournerie (*de la*). Sur l'exploitation des chemins de fer français, 100.
Gouttmann (*J.*). Machine soufflante à pédale (P), 669.
Gros (*C.*). Télégraphe hydrostatique pour enregistrer les variations de niveau de l'eau (P), 693.
Grouchy (*de*). Rapport sur la demande adressée à la Société de participer à la souscription ouverte en faveur de M. *Barker*, inventeur du levier pneumatique, 71.
Grawitz (*S.*). Procédés pour la teinture en cuve au noir d'aniline, 579.
— Substitution des sels de chrome aux sels de vanadium dans la teinture en noir, 703.
Gruner. Traité de métallurgie générale (2e vol.) (P), 328.
Gueyraud. Méthode pour combattre le phylloxera, 333.
Guiguet. Cours élémentaire et pratique de dessin industriel (P), 278.
Guillemare et *Lecourt*. Procédé ayant pour but de substituer la chlorophylle aux sels de cuivre dans la préparation des conserves de fruits, de légumes verts, etc., 641.
Guimet (*E.*). Sur la formation des outremers et leur coloration, 562.
Gury (*Émile*). Machine à nettoyer les grains (P), 327.

H.

Harding. Sa locomotive pour tramways, 244 (pl. 78).
Haton de la Goupillière. Rapport sur l'horloge hydropneumatique de M. *Bourdon*, 3 (pl. 70).
— Rapport sur les moyens propres à prévenir les explosions de grisou (P), 517.
Heller (*F. G.*). Appareil pour prévenir les accidents provenant des scies circulaires (P), 517.
Hélouis. Passementerie métallique irisée, 335.
Hemptine (*de*). Esquisse historique sur les applications des forces vives de la vapeur, de l'air et de l'eau, etc. (P), 328.
Hérardin (*Léon*). Appareils de sauvetage (P), 110.
Hersent. Amélioration du port d'Anvers et autres travaux (P), 570.
Hetet (*F.*) et *Risbec*. Méthode pour le traitement des eaux grasses et leur purification par l'emploi d'une dissolution aqueuse de chaux, avec appareil automatique, 543 (dessins sur bois).
Heurtebise (*E.*). Appareil pour empêcher les accidents qui peuvent arriver avec les ascenseurs hydrauliques (P), 517.
Heuzé. Etudes sur le doryphora et sur la maladie de la pomme de terre, 581.
— Sur les fromageries de la Franche-Comté, 603.
Heuzé (*Louis*). Projet de chemin de fer transversal à Paris, reliant la gare Montparnasse à celles du Nord et de l'Est (P), 215.
Hobson (*Henry*). Fabrication des briques à froid avec certains laitiers de hauts fourneaux sans addition de chaux, 60.
Houdart. Nouveau procédé de dosage de l'extrait sec des vins, 117.
Huart (*A.*). Tour pour l'horlogerie (P), 701.
Hughes. Le microphone, 520.
Hunt et *Douglas*. Procédé pour le traitement des minerais de cuivre par la voie humide, 614.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Husson (*C.*). Recherche des corps gras introduits frauduleusement dans le beurre, **157**.
Hulner et *Scott*. Four pour le traitement des minerais de mercure, **511**.
Huzard. Doyen des membres du Conseil ; sa mort, **331** ; discours de M. *Barral*, **514**.

J.

Jacqmin (*F.*). Sur les chemins de fer dans les principaux États de l'Europe, **376**.
Jacqmin (*A.*). Mémoire sur les chemins de fer de la Hollande, **527**.
Jacquemart. Procédés pour déceler la présence de l'alcool dans les mélanges, **91**.
Jacquemier (*L.*). Appareil pour mesurer la vitesse d'une machine en marche (P), **709**.
Jaubert (*L.*). Télescope à miroir parabolique à court foyer (P), **576**.
Joly (*Alph.*). Plinthe creuse pour la ventilation des appartements (P), **327**.
— Système pour la décharge automatique des lignes télégraphiques et des câbles sans relais, (P), **569**.

K.

Knox. Four pour le traitement des minerais de mercure, **495**.
Kopp et *G. Engel*. Sur la composition des étains en feuille pour les fabriques de chocolat, **251**.
Kuhlmann (*F.* fils). Expériences pour mesurer le tirage des cheminées d'usines (P), **215**.

L.

Laboulaye (*de*). Rapport sur la fabrication des lisses métalliques de MM. *Chevallier* frères, **115** (pl. **72**).
Laboulaye (*de*). Rapport sur la fabrication mécanique des guipures de M. *Babey*, **169**.
— Sur la gazette officielle des patentes aux Etats-Unis, **646** (dessin).
Labourdette (*J.*). Rapport sur le commerce des fers, fontes et aciers dans la Grande-Bretagne (P), **111**.
Lacroix (*P.*). Système de pompe pneumatique, **592** (dessins sur bois).
Lagillardaie (*E. de*). Procédés de fabrication des sardines à l'huile, **216**.
Lambert. Appareil pour la torréfaction continue du cacao (P), **463**.
Lamy. Membre du comité des arts chimiques. Sa mort, **269**.
Latry. Jeu de cartes pour l'enseignement de l'histoire de France (P), **278**.
Lavaud de Lestrade. Lampe électrique à niveau constant (P), **696**.
Lavollée (*C.*). Rapport sur les publications relatives aux brevets d'invention faites par M. *Ch. Thirion* et *Emile Barrault*, **183**.
Le Blanc (*F.*). Sur la méthode d'essai du pouvoir éclairant et de la bonne épuration du gaz à Paris, **308** (dessins sur bois).
Le Chalas. Emploi du chlorhydrate de chaux pour l'entretien des chaussées empierrées (P), **521**.
Le Chapelain. Etudes sur la création des sources artificielles (P), **690**.
Lecourt et *Guillemare*. Procédé ayant pour but de substituer la chlorophylle aux sels de cuivre dans la préparation des conserves de fruits, de légumes verts, etc., **641**.
Lecuyer (*P.*), *L. Possoz* et *A. Biardot*. Procédé pour maintenir la couleur verte aux conserves de légumes sans aucune espèce d'addition (P), **569**.
Le Doré. Emploi pour les engrais des eaux-mères des salines (P), **323**.
Legendre. Moteur au moyen de galets mobiles (P), **327**.
Lemoine (*F.*). Etudes relatives au sauvetage (P), **692**.
Lemoult (*E.*). Procédé économique d'extraction de l'alumine des argiles (P), **702**.
Lencauchez (*A.*). Etudes sur les combustibles et sur leur emploi au chauffage par le gaz (P), **583**.
Léon. De la monnaie d'or comme monnaie internationale, **323**.
Lepage. Planchette du perspecteur, **122**.
Lesueur. Son procédé d'emploi du zinc comme désincrustant, **150**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Tellier et *Verstraet*. Presseurs en caoutchouc pour l'impression des tissus (P), **462**.
Leyris. Piles électriques (P), **522**.
Lœbnitz. Fabrication de faïences décoratives, **325**.
Lissajous. Rapport sur le levier pneumatique appliqué aux orgues de M. *Barker*, **72**.
Livermore. Four pour le traitement des minerais de mercure, **506**.
Loua (*T.*). Les grands faits économiques et sociaux (P), **330**.
Loubat. Première application des tramways à Paris en **1853**, **235**.
Lussan. Nouvelle machine à visser la chaussure (P), **166**.
Luynes (*V. de*). Communication sur les faïences décoratives de M. *Lœbnitz*, **325**.
— Communication sur les nouveaux outils à l'usage du verrier de M. *Gadrat*, **707**.

M.

Mac Lean. Nouveau ciment (P), **110**.
Magniny (*L.*) Cuivrage galvanique de tous objets (P). **693**.
Maistrasse (*A.*). Moyen de reconnaître de suite si l'étain d'étamage est ou non un alliage (P), **517**.
Mangon (*Hervé*). Du commerce de la viande fraîche en Amérique, **125**.
— Communication sur les procédés de fabrication des sardines à l'huile de M. *de Lagillardaie*, **216**.
— Communication sur les expériences faites en vue de constater les dangers d'explosion de la nitroglycérine, **571**.
— Communication sur la nouvelle presse à comprimer les fourrages de M. *Pilter*, **711**.
Maréchal fils et *Tessié du Motay*. Lithographie sur cuivre au moyen de la photographie, **177**.
Marlière (*A.*). Broderies sur soie à la mécanique (P), **704**.
Marque. Fourneau hygiénique et économique (P), **166**.
Marquise-Chavance. Fabrication de crayons (P), **329**.
Matisse (*J.*). Système de boulon pour la fermeture des devantures de boutiques (P), **110**.
— Serrure incrochetable (P), **406**.
Mauguin. Étude historique sur l'administration de l'agriculture en France (P), **277**.
Mékarsky. Voiture automobile à air comprimé, **585** (pl. **88**).
Melsens. Sur l'emploi de l'iodure de potassium pour combattre les intoxications produites par les métaux vénéneux, **332**.
Mennesson-Lebon. Graphite artificiel (P), **462**.
Meray (*Ph.*). Navire insubmersible (P), **692**.
Mermet et *Delachanal*. Méthode pour l'analyse des sulfocarbonates alcalins et autres produits industriels analogues, **197**.
Michel (*Francisque*). Système d'essai des paratonnerres (P), **330**.
Mignot (*L.*). Remèdes proposés contre le phylloxera (P), **709**.
Miller (*Ladislas*). Presse horizontale hydraulique pour le travail des sucreries (P), **692**.
Milton (*J.*). Sur la force de résistance des chaudières à vapeur, **258**.
Mindeleff. Procédé de traitement des minerais de cuivre par la voie humide, **618**.
Moll. Rapport sur le semoir de M. *Boissicat*, **89**.
Montandon. Fabrication des ressorts d'horlogerie (P), **522**.
Montebello (*de*). Fabrication du papier avec le *Diss* en Algérie (P), **331**.
Morane (*P.*). Nouvelle machine pour la lithographie (P), **522**.
— Machine à mouler les bougies (P), **569**.
Morin (*A.*). Petit moteur pour atelier en chambre (P), **215**.
Morin (général). Rapport sur une note de M. *Bertin* relative à la ventilation du transport l'*Annamite*, **443**.
Morinière (*de la*). Ancien membre du comité des arts mécaniques; sa mort, **331**.
Moser (*R.*). Sur la valeur des différents procédés de conservation des traverses de chemins de fer, **640**.
Musin (*A.*). Tables graduées pour le calcul rapide du conditionnement hygrométrique des matières textiles (P), **704**.

N.

Napoli et *Deprez*. Machine à essayer les huiles, **289** (pl. **80**).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Neel (l'abbé). Appareils pour le service des amputés (P), 702.
Niaudet. Sur les principes de la construction du téléphone, 220.
Nottin et *Chassé*. Perfectionnements dans les boîtes en fer-blanc pour conserves (P), 327.

P.

Paliard. Rapport sur les divers appareils proposés pour le sauvetage des personnes, pendant les incendies, 468.
— Rapport sur le procédé de M. *Quequet* pour l'extinction des feux de cheminée par le sulfure de carbone, 644.
Paquelin. Système de fer à souder, 577.
Pâris. Fabrication d'émaux pour mosaïque (P), 705.
Peck et *Peckam*. Expériences sur les explosions des minoteries d'Amérique, 697.
Pellet (*H.*). Procédés pour reproduire photographiquement en traits bleus les dessins industriels, 279, 599.
Penenprat (*de*). Procédé pour la reproduction sur cuivre de la gravure sur pierre (P), 327.
Perret (*Michel*). Foyer à étages multiples pour brûler les combustibles pulvérulents et pauvres, 371 (pl. 81).
Persil et *Fermis*. Perfectionnements aux mécanismes des grandes orgues (P), 696.
Personne. Rapport sur le procédé de MM. *Lecourt* et *Guillemare* pour substituer la chlorophylle aux sels de cuivre dans la préparation des conserves de fruits, de légumes verts, etc., 641.
Persoz (*J.*). Essai sur le conditionnement, le titrage et le décreusage de la soie (P), 522.
— Réclamation au sujet du procédé de teinture en noir d'aniline en cuve, présenté par M. *Grawitz*, 694.
Petit (*Jules*) et *Pinson*. Moyen pratique pour graduer les alcoomètres de Gay-Lussac (P), 215.
Picot. Système pour assurer la conservation des nouveaux plants de vigne et la reconstitution des vieilles souches (P), 330.
Pictet (*Raoul*). Expériences sur la liquéfaction de l'oxygène et de l'hydrogène, 133 (dessins sur bois).
— Sur la densité de l'oxygène liquide, 137.
Pierre (colonel). Rapport sur la machine à écrire de M. *Remington*, 79 (pl. 71 et dessin sur bois).
Pihet. Rapport sur le système de fermeture de M. *Bazelaire*, 172 (dessins sur bois).
— Rapport sur le godet graisseur de M. *Saurel*, 294 (dessin sur bois).
— Rapport sur un appareil de M. *Ganne* destiné à garantir les ouvriers contre les accidents causés par les scies circulaires, 337 (dessin sur bois).
— Rapport sur les enveloppes de tuyaux de vapeur M. *Degremont*, 591.
Pilter. Nouvelle presse à comprimer les fourrages, 711.
Pinson et *Jules Petit*. Moyen pratique pour graduer les alcoomètres de Gay-Lussac (P), 215.
Plicque (*J. F.*). Expériences relatives à la fabrication de l'outremer artificiel, 255.
Poirier (*A.*). Note sur les brevets d'invention (P), 694.
Poitevin. Ses travaux en photographie, 176.
Pollard et *Garnier*. Perfectionnement apporté au téléphone, 202.
— Leur condensateur chantant, 651 (dessin sur bois).
Ponche (*N.*). Du travail de la laine et de sa production, 668.
Possoz (*L.*), *P. Lecuyer* et *A. Biardot*. Procédé pour maintenir la couleur verte aux conserves de légumes sans aucune espèce d'addition (P). 569.
Potier (*Edmond*). Jeu de dés pour apprendre la lecture et l'écriture (P), 690.
Prayer et *Chardin*. Régulateur électrique pour le gaz d'éclairage (P), 700.
Préjean. Fabrication d'un siphon à eaux gazeuses tout en verre (P), 702.
Przeciszewski. Fabrication d'un engrais d'os à l'aide des alcalis et du tannin (P), 704.

Q.

Quertain. Procédé de tannage (P), 702.
Quequet. Extinction des feux de cheminées par le sulfure de carbone, 644.
Quinsac. Impressions photographiques aux encres grasses, 180.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

R.

Ratte (*F.*). Sur les roches et gisements métallifères de la Nouvelle-Calédonie (P), **584.**
Recordon (*E.*). Appareil pour faciliter la lecture, l'écriture, etc., aux aveugles (P), **572.**
Redier. Baromètres monumentaux et enregistreurs, **409** (pl. **82**).
Regge. Nouveau moteur à vide d'air, **407.**
Remington. Machine à écrire, **79** (pl. **71** et dessin sur bois).
Reynier. Crayons perfectionnés pour l'éclairage électrique (P), **464, 519.**
Rigal. Projet de loi sur les brevets d'invention (P), **694.**
Risbec et *F. Hetet*. Méthode chimique pour le traitement des eaux grasses et leur purification par l'emploi d'une dissolution aqueuse de chaux, avec appareil automatique, **543** (dessins sur bois).
Robert (*Ed.*). Mode d'application des sulfocarbonates contre le phylloxera (P), **327.**
Roberts (*Wichandler*). Sur la fusibilité, la liquation et la densité de certains alliages d'argent et de cuivre, d'or et de cuivre, **351** (dessins sur bois).
Robin (*A.*). Nouveau petit moteur (P), **697.**
Rolland (*G.*). La métallurgie du mercure en Californie, **487** (pl. **85**).
Ronnin. Système pour avertir un train en marche des manœuvres des disques-signaux, (P), **704.**
Rosentiehl. De l'influence des couleurs complémentaires dans la décoration, **622.**
Rouaix (*A.*). Palette pour l'essai instantané des huiles d'olive (P), **690.**
Rouard. Nouveau système de charrue (P), **695.**
Rous (*Ermond*). Couvercles perfectionnés pour les godets graisseurs (P), **709.**
Rousselle. Sur les tramways établis à Paris et dans le département de la Seine, **235** (pl. **78**).
— Rapport sur les nivelettes perfectionnées de M. *Boillé* pour le tracé des pentes sur le terrain, **296.**
Roux (*Louis*). Expériences pour constater les dangers d'explosion de la nitroglycérine, **571.**
Roy (*Gustave*). Rapport sur la question d'unification du numérotage des fils, **348.**

S.

Salvetat. Rapport sur les machines de M. *Faure* pour fabriquer automatiquement les assiettes en porcelaine. **525** (pl. **86**).
Saurel. Système de godet graisseur, **294** (dessin sur bois).
Sauvajon (*J.*). Appareil automatique pour prévenir la rencontre des trains de chemins de fer (P), **463.**
Schutzenberger. Rapport sur un mémoire de M. *Vincent* relatif à la fabrication du chlorure de méthyle, **430.**
— Communication sur une machine à torréfier le cacao d'une manière continue, **463.**
— Sur les limites de combustibilité des gaz, **480.**
— Recherches sur les divers états moléculaires des métaux, **539.**
Scorbiac (*J. de*). Joug articulé pour le labourage des terrains en pente (P), **689.**
Scott et *Hutner*. Four pour le traitement des minerais de mercure, **511.**
Sebert. Rapport sur la fabrique de pianos de la maison *Pleyel-Wolff*, **339.**
— Communication sur le fer à souder de M. *Paquelin*, **577.**
Siemens (*C. William*). Sur la production du fer et de l'acier par procédé direct, **145.**
— Sur les applications les plus récentes de l'électricité autres que celles relatives à la télégraphie, **205.**
Smith (*Laurence*). Sur une explosion violente survenue dans une minoterie en Amérique, **523, 698.**
— Présentation d'un curieux siliciure de fer, **706.**
Suc. Machine pour essayer la résistance des matériaux à la traction (P), **702.**

T.

Telliez. Nouvelles suspensions pour le gaz d'éclairage (P), **689.**
Tessié du Motay et *Maréchal fils*. Lithographie sur cuivre au moyen de la photographie, **177.**
Thacher. Lettre adressée au congrès international

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tenu à Vienne, en 1873, au sujet des brevets d'invention, 189.
Théodore. Nouvelle pendule mystérieuse (P), 335.
Thiel. Impressions photographiques aux encres grasses, 181.
Thiriet (N.). Moteur hydraulique universel (P), 575.
Thirion (Charles). Publication relative aux brevets d'invention, 183.
Thollois. Méthode d'enseignement élémentaire (P). 522.
Thomas (Achille). Appareil servant à l'élevage des jeunes huîtres (P), 697.
— De l'art de se diriger la nuit en campagne (P), 709.
Tommasi. Système de relais pour longues lignes télégraphiques, 408.
Tourault (A.). Cours théorique et pratique de sténographie (P), 690.
Troncet (L.). Appareil à calculer (P), 569.
Tulin (Ch.). Machine préparant économiquement le crin végétal (P), 516.
Tulpin. Nouvelle machine pour l'encollage des chaînes du tissage (P), 215.
Turpin. Préparation de couleurs inoffensives pour décoration des jouets d'enfants, 465.

V.

Vallée (L.). Les impôts et les chemins de fer (P), 328.
Varley. Son condensateur chantant, 651.
Verstraet et *Le Tellier*. Presseurs en caoutchouc pour l'impression des tissus (P), 462.
Vergne (de la). Résultats de ses expériences sur l'emploi du sulfocarbonate contre le phylloxera, 572.
Vève (Adolphe). Machine pour nettoyer, laver et sécher instantanémennt les blés (P), 576.
Vidal. Présentation de ses travaux de photochromie, 325.
Vincent (C.). Fabrication en grand du chlorure de méthyle, 430.
— Expériences faites avec le chlorure de méthyle, 464.
Violette. Discours prononcé sur la tombe de M. *Lamy*, 272.
Vuillemin. Les mines de houille d'Aniche (P), 709.

W.

Waefelaer (F.). Compteur d'eau (P), 329.
Whilhelmy. Sourdine-diapason pour les instruments à cordes (P), 697.
Wibaux-Florin. Reclamation au sujet du procédé de teinture au noir d'aniline en cuve, présenté par M. *Grawitz* (P), 583.
Wolff. Rapport sur les appareils à cylindre de M. *Chambon* pour faciliter les calculs de banque et de commerce, 88.
— Appareils pour la dessication des bois employés dans sa fabrique de pianos, 339.
Wood (Charles). De l'utilisation des laitiers de hauts fourneaux, 58.
Woodward. Emploi des laitiers de hauts fourneaux pour fabriquer des dalles de trottoir, 61.
Woolnough (C. W.). De l'art de marbrer le papier et la tranche des livres, 307.
Woyciechowsky. Moteur rotatif (P), 462.
Wurtz. Agenda des chimistes (P), 328.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE

ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA SOIXANTE ET DIX-SEPTIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

(*Troisième série — tome V.*)

(La lettre (**P**) à la suite d'un article indique qu'il ne s'agit que d'une présentation.)

A.

Accidents. Appareils pour garantir les ouvriers contre les, des scies circulaires, par M. *J. B. Ganne*; rapport de M. *Pihet*, 337 (dessin sur bois).
— Appareil pour empêcher les, qui peuvent arriver avec les ascenseurs hydrauliques, par M. *E. Heurtebise* (P), 517.
— Appareil pour prévenir les, provenant des scies circulaires, par M. *F. Fromm* (P), 517.
— Autre appareil du même genre, par M. *F. G. Heller* (P), 517.
Acide salicylique. Emploi de l', en agriculture contre les insectes nuisibles, par M. *Creissac* (P), 329.
Acier. Sur la production du fer et de l', par procédé direct, par M. *William Siemens*, 145.
— Renseignements statistiques sur la fabrication de l', Bessemer en Europe et en Amérique, 319.
Acoustique. Sur le phonographe de M. *Thomas Elva Edison*, par M. *du Moncel*, 298 (dessins sur bois).
— Instrument formé de quatre diapasons pour l'étude du timbre, par M. *H. Burnichon* (P), 327.
Agriculture. Sur l', de la Corse et sur ses établissements pénitentiaires, par M. *Boitel*, 139.
— Chemin de fer à rails flexibles pour l', par M. *A. Cotelle* (P), 569.
— Etudes sur le doryphora et sur la maladie de la pomme de terre, par M. *Heuzé*, 581.
— Joug articulé pour le labourage des terrains en pente, par M. *J. de Scorbiac* (P), 689.
Alcool. Procédés pour déceler la présence de l', dans les mélanges, par M. *Jacquemart;* rapport de M. *Cloëz*, 91.
Alliages. Sur la fusibilité, la liquation et la densité de certains, d'or et de cuivre, d'argent et de cuivre, par M. *Wichandler Roberts*, 351 (dessins sur bois).
— Moyen de reconnaître de suite si l'étain d'étamage est ou non un, par M. *A. Maistrasse* (P), 517.
Alumine. Procédé économique d'extraction de l', des argiles, par M. *E. Lemoult* (P), 702.
Aniline. Procédé pour la teinture en cuve au noir d', par M. *S. Grawitz*, 579.
— Emploi des sels solubles d', contre le phylloxera, M. *N. Bassel* (A), 690.
Appareils. Système à cylindre pour faciliter

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les calculs de banque et de commerce, par M. *Chambon;* rapport de M. *Wolff*, 88.
Appareils. Planchette du perspecteur, par M. *Lepage;* rapport de M. *Brune*, 122.
— Pour garantir les ouvriers contre les accidents des scies circulaires, par M. *J. B. Ganne;* rapport de M. *Pihet*, 337 (dessins sur bois).
— Système d', à calculer, par M. *L. Troncet* (P), 569.
— A mouler les bougies, par M. *P. Morane* (P), 569.
— Pour faciliter la lecture, l'écriture, etc. aux aveugles, par M. *E. Recordon* (P), 572.
— Pour le service des amputés, par M. l'abbé *Neel* (P), 702.
— Pour mesurer la vitesse d'une machine en marche, par M. *L. Jacquemier* (P), 709.
Ardoisières. De l'emploi de la dynamite dans l'exploitation des, d'Angers, par M. *Blavier*, 320.
Argent. Méthode employée en Californie pour la séparation de l'or et de l', 53; dissolution de la grenaille dans des pots de fonte, 54; dépôt de la dissolution dans les réservoirs, 55; cristallisation du sulfate d'argent, *ib.;* décomposition du sulfate d'argent par le sulfate de fer, 56; préparation, pression et fusion de l'argent, *ib.;* traitement de l'or restant dans les pots, 57; traitement des résidus des réservoirs de dépôt, *ib.;* traitement du sulfate de sesquioxyde de fer, 58.
— Sur la présence de l'oxygène dans l', métallique, par M. *Dumas*, 246.
— Sur la fusibilité, la liquation et la densité de certains alliages d', et de cuivre, d'or et de cuivre, par M. *Wichandler Roberts* (dessins sur bois); alliages d'argent et de cuivre, 351; alliages d'or et de cuivre, 366.
Assainissement. État de la question des eaux d'égout en France et à l'étranger, par M. *Durand-Claye*, 62.
Aveugles. Appareils pour faciliter la lecture, l'écriture, etc. aux, par M. *E. Recordon* (P), 572.
Azote. Fixation chimique de l', de l'air; communication de M. *Basset*, 584.

B.

Balances. Système de, dites romaines-bascules, par M. *V. Bigot* (P), 462.
Baromètres. Construction de, monumentaux et enregistreurs, par M. *Redier;* rapport de M. *Goulier*, 409 (pl. 82).
Beurre. Recherches des corps gras introduits frauduleusement dans le, par M. *C. Husson*, 157.
— Baratte pour faire rapidement le, par M. *Carré* (P), 516.
Bibliographie. Rapport sur le commerce des fontes, fers et aciers dans la Grande-Bretagne, par M. *J. Labourdette*, 111.
— Manuel pratique de construction, par M. *E. Gonin*, 111.
— Constructions en bois et en fer, par M. *J. Chéry*, 111.
— Rapport de M. *Barral* sur le concours ouvert en 1876 pour le meilleur emploi des eaux d'irrigation, 111.
— *The Miller*, journal de la meunerie en Angleterre, 167.
— Recueil des Mémoires de M. *Frankland*, 167.
— Études historiques sur l'administration de l'agriculture en France, par M. *Mauguin*, 277.
— Cours élémentaire et pratique de dessin industriel, par M. *Guiguet*, 278.
— Les impôts et les chemins de fer, par M. *L. Vallée*, 328.
— Esquisse historique sur les applications des forces vives de la vapeur, de l'air et de l'eau, etc., par M. *de Hemptine*, 328.
— Agenda des chimistes, par M. *Wurtz*, 328.
— Traité de métallurgie générale (2e vol.), par M. *Gruner*, 328.
— Les grands faits économiques et sociaux, par M. *T. Loua*, 330.
— Étude sur les petits chemins de fer agricoles, par M. *Ed. Gonin*, 330.
— Rapport sur les études d'alimentation des chevaux de la compagnie des omnibus de Paris, par M. *Bixio*, 331.
— Unification du numérotage des fils, par M. *L. Gauche;* rapport de M. *Gustave Roy*, 348.
— Études sur le phylloxera vastatrix, par M. *Max Cornu*, 463.
— Rapport sur les moyens propres à prévenir les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

explosions de grisou, par M. *Haton de la Goupillière*, 517.
Bibliographie. Annuaire statistique de la France, 570.
— Recherches sur le mouvement épicycloïdal, par M. *Ed. Collignon*, 570.
— Étude sur les combustibles et sur leur emploi au chauffage par le gaz, par M. *A. Lencauchez*, 583.
— Sur les roches et gisements métallifères de la Nouvelle-Calédonie, par M. *F. Ratte*, 584.
— Revue générale des chemins de fer, 693.
— Le sucre (t. II[e]), par M. *Dubrunfant*, 694.
— Dictionnaire bibliographique de la garance, par MM. *Clouet* et *Depierre*, 694.
— Traité du fixage des couleurs par la vapeur, par M. *J. Depierre*, 694.
— Statistique générale des matériaux de construction de la France, 695.
— Rapport sur le chemin de fer métropolitain de Londres, par M. *Huet*, 695.
— Annales de l'Institut national agronomique, 695.
— Revue des industries chimiques et agricoles, 702.
— De l'art de se diriger la nuit en campagne, par M. *Achille Thomas*, 709.
— Les mines de houille d'Aniche, par M. *Vuillemin*, 709.
Bois. Instrument pour faciliter le cubage des, en grume, par M. *Léon Buisson* (P), 166.
— Appareils pour la dessiccation des, par M. *Wolff*; rapport de M. *Sebert*, 339.
Boîtes. Système de, pour la conservation des montres, par M. *Fourman-Piot* (P), 110.
— Amélioration dans les, en fer-blanc pour conserves, par MM. *Nottin* et *Chassé* (P), 327.
Bougies. Appareil à mouler les, par M. *P. Morane* (P), 569.
Bouteilles. Conversion des laitiers de hauts fourneaux en verre à, par M. *Bashley Britten*, 61.
Brevets d'invention. Publications relatives aux, faites par MM. *Charles Thirion* et *Emile Barrault*; rapport de M. *Lavollée*, 183.
— Résolutions votées par le Congrès international relatif aux, tenu à Vienne pendant l'Exposition de 1873, 187.
— Sur la gazette officielle des, aux Etats-Unis, par M. *de Laboulaye*, 646 (dessin).
— Projet de loi sur les, par M. *Rigal* (P), 694.
— Note sur les, par M. *A. Poirrier* (P), 694.
Briques. Fabrication des, à froid avec le laitier de hauts fourneaux, par M. *Charles Wood*, 58.
— Machine portative pour rebattre et parer les, par M. *Desnoyers* (P), 518.
Broderies. Production de, sur soie à la mécanique, par M. *A. Marlière* (P), 704.

C.

Cacao. Appareil pour la torréfaction continue du, par M. *Lambert*; communication de M. *Schutzenberger*, 463.
Calcul. Appareils à cylindre pour faciliter tout, de banque et de commerce, par M. *Chambon*; rapport de M. *Wolff*, 88.
— Appareil pour faire le, par M. *L. Troncet* (P), 569.
— Tables graduées pour le, rapide du conditionnement hygrométrique des matières textiles, par M. *A. Musin* (P), 704.
Caoutchouc. Emploi du, pour amortir les vibrations des machines; communication de M. le colonel *Goulier*, 710.
Carbone. De la condensation de l'oxygène et de l'oxyde de, par M. *L. Cailletet*, 132.
— De l'emploi du sulfure de, pour l'extinction des feux de cheminées, par M. *Quequet*; rapport de M. *Paliard*, 644.
Céramique. Faïences décoratives, par M. *Lœbnitz*; communication de M. *de Luynes*, 325.
— Machines pour fabriquer automatiquement les assiettes en porcelaine, par M. *Faure*; Rapport de M. *Salvetat*, 525 (pl. 86).
— Sur la fabrication des pipes en terre et sur les pipes se culottant seules, par M. *J. Clouet*, 552.
Chariot. Système de, propre à faciliter le déchargement des gros blocs de pierre, par M. *Folacci*; rapport de M. *Ed. Collignon*, 113 (pl. 72).
Chaudières à vapeur. Sur l'emploi du zinc contre les incrustations des, par M. *Brossard de Corbigny*, 150.
— Sur la force de résistance des, par M. *J. Milton*, 258.
— Rapport de M. *de Fréminville* sur l'organisation et les travaux de l'association des propriétaires de, à Paris, 473.
— Excitateur de vapeur pour les, par M. *C. Briot* (P), 697.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chaudières à vapeur. Système de, à tubes d'eau, par M. *Bourry* (P), 709.
Chauffage. Fourneau économique et hygiénique, par M. *Marque* (P), 166.
— Système de, pour wagon ou appartement, par M. *J. Bourgade* (P), 327.
— Registre automatique pour foyers industriels, par MM. *C. Thauvoye* et *Dernoncourt* (P), 522.
Chaussure. Nouvelle machine à visser la, par M. *Lussan* (P), 166.
Chaux. Emploi du chlorhydrate de, pour l'entretien des chaussées empierrées, par M. *Le Chalas* (P), 521.
— Méthode chimique pour le traitement des eaux grasses et leur purification par l'emploi d'une dissolution aqueuse de, avec appareil automatique, par MM. *F. Hetet* et *Risbec*, 543 (dessins sur bois).
Cheminées. Expériences pour mesurer le tirage des, d'usines, par M. *F. Kuhlmann fils* (P), 215.
— Procédé pour l'extinction rapide des feux de, par M. *Quequet;* rapport de M. *Paliard*, 644.
Chemins de fer. Sur l'exploitation des, français, par M. *de la Gournerie*, 100.
— Projet de, transversal à Paris reliant la gare Montparnasse à celles du Nord et de l'Est, par M. *Louis Heuzé* (P), 215.
— Système de chauffage des wagons de, par M. *J. Bourgade* (P), 327.
— Sur les, dans les principaux États de l'Europe, par M. *F. Jacqmin;* France, 376; Pays-Bas, 378; Empire d'Allemagne, 379; Empire Austro-Hongrois, 382; Confédération suisse, 384; Royaume d'Italie, 385; longueur totale des chemins de fer dans le monde entier, 387.
— Appareil automatique pour prévenir la rencontre des trains de, par M. *J. Sauvajon* (P), 463.
— Système pour opérer la transmission automatique des signaux électriques aux trains de, en marche, par MM. *J.* et *Th. Ducousso* (P), 522.
— Sur l'exploitation et l'administration des, de la Hollande, par M. *Baude*, 527 (pl. 87).
— Système de, à rails flexibles pour l'agriculture, par M. *A. Cotelle* (P), 569.
— Sur la valeur des différents procédés de conservation des traverses de, par M. *R. Moser*, 640.
— Système pour avertir un train en marche des manœuvres des disques-signaux, par M. *Ronnin* (P), 704.
Cheveux. Le commerce des, 639.
Chlorophylle. Procédé ayant pour but de substituer la, aux sels de cuivre dans la préparation des conserves de fruits, de légumes verts, etc., par MM. *Lecourt* et *Guillemare;* rapport de M. *Personne*, 641.
Chlorure de méthyle. Fabrication en grand du, par M. *C. Vincent;* rapport de M. *Schutzenberger*, 430.
Chrome. Sur l'emploi des sels de, dans la teinture en noir, par M. *Grawitz*, 703.
— Emploi de l'oxyde de, comme matière très-réfractaire pour les hautes températures, par M. *Audouin;* communication de M. *Dumas*, 705.
Ciment. Nouveau, pour enduit, par M. *Mac Lean* (P), 110.
Combustibles. Foyer à étages multiples pour brûler les, pulvérulents et pauvres, par M. *Michel Perret*, 371 (pl. 81).
— Machine à faire les briquettes, par M. *A. V. Denain* (P), 692.
Compteur. Système de, d'eau, par M. *F. Waefelaer* (P), 329.
Congrès. Résolutions votées par le, international relatif aux brevets d'invention, tenu à Vienne en 1873, 187; lettre adressée à ce Congrès par M. *Thacher*, commissaire-adjoint des patentes aux États-Unis d'Amérique, 189.
Conseil d'administration. Liste des membres titulaires et des membres honoraires composant le, pour l'année 1878, 65.
Conservation. Procédés de, des sardines à l'huile, par M. *E. de Lagillardaie;* communication de M. *Hervé Mangon*, 216.
— Amélioration dans les boîtes de fer-blanc pour la, des substances alimentaires, par MM. *Nottin* et *Chassé* (P), 327.
— Système de, des œufs, par M. *J. de Bielsky* (P), 330.
— Procédé pour maintenir la couleur verte aux légumes sans aucune espèce d'addition dans l'opération de la, par MM. *L. Possoz*, *P. Lecuyer* et *A. Biardot* (P), 569.
— Sur la valeur des différents procédés de, des traverses de chemins de fer, par M. *R. Moser*, 640.
— Procédé ayant pour but de substituer la chlorophylle au sels de cuivre dans la préparation pour la, des fruits, légumes verts, etc., par MM. *Lecourt* et *Guillemare;* rapport de M. *Personne*, 641.
Coton. Nouveau tissu fait avec le, parcheminé, 323.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Couleurs. Expériences relatives à la formation de l'outremer artificiel, par M. *J. F. Plicque*, 255.
— De l'art de produire des, marbrées sur le papier et la tranche des livres, par M. *C. W. Woolnough*, 307.
— Préparation de, inoffensives pour la décoration des jouets d'enfants, par M. *Turpin;* rapport de M. *Cloez*, 465.
— Sur la formation des outremers et leur coloration, par M. *E. Guimet*, 562.
— Teinture en cuve au noir d'aniline, par M. *J. Grawitz*, 579.
— De l'influence des, complémentaires dans la décoration, par M. *Rosenthiel*, 622; détermination des couleurs complémentaires, 623; manière dont se modifie l'aspect d'une matière colorante quand on la rabat par du noir ou qu'on l'éclaircit par du blanc matériel, 625; manière dont la couleur se modifie quand on mêle la lumière colorée qu'elle émet avec la lumière blanche ou avec le noir absolu, 627; valeur du bleu ayant servi de point de départ, 630; de l'harmonie des couleurs, 633.
Crayons. Fabrication de, par M. *Marquise-Chavance* (P), 329.
— Manufacture de, de M. *Gilbert;* rapport de M. *Dufresne*, 426.
— Graphite artificiel pour les, par M. *Mennesson-Lebon* (P), 462.
Crin. Machine préparant économiquement le, végétal, par M. *Ch. Tulin* (P), 516.
Cuivre. Sur la fusibilité, la liquation et la densité de certains alliages d'argent et de, d'or et de, par M. *Wichandler Roberts*, 351 (dessins sur bois).
— Sur les procédés les plus récents pour le traitement des minerais de, par la voie humide, par M. *S. L. Bensusan*, 612.

D.

Désinfection. Procédé pour la, instantanée des fosses d'aisances, par MM. *Delattre* et *Febvre* (P), 570.
Dessin. Appareil dit planchette du perspecteur pour le, par M. *Lepage;* rapport de M. *Brune*, 122.
Discours de M. *Debray* au sujet de la mort de M. *Lamy*, membre du Conseil, 269.
— de M. *Violette* au même sujet, 272.
— prononcé par M. *Barral* sur la tombe de M. *Huzard*, membre du Conseil, 514.
Dynamite. De l'emploi de la, dans l'exploitation des ardoisières d'Angers, par M. *Blavier*, 320.

E.

Eaux. État de la question des, d'égout en France et à l'étranger, par M. *Alfred Durand-Claye*, 62.
— Méthode chimique pour le traitement des, grasses et leur purification par l'emploi d'une dissolution aqueuse de chaux, avec appareil automatique, par MM. *Hetet* et *Risbec*, 543 (dessins sur bois); application de la méthode au dégraissage des eaux d'alimentation des machines, soit fixes, soit marines, munies de condenseurs à surface, 545; application de la méthode à la purification des eaux destinées à la boisson ou autres usages, 551.
— Etudes sur la création de sources artificielles, par M. *le Chapelain* (P), 690.
Éclairage. Du prix des différents modes d', de la ville de Munich, par M. *Fried. Erismann*, 321.
— Crayons perfectionnés pour l', électrique, par M. *Reynier* (P), 464, 519.
— Note sur le phare d'Ar-Men (Finistère), 556.
— Lampe autoxyde pour l', des mines, par M. *A. Edouard Boullenot* (P), 576.
— Lampe électrique à niveau constant, par M. *Lavaud de Lestrade* (P), 696.
Écriture. Machine pour l', par M. *Remington;* rapport de M. le colonel *Pierre*, 79 (pl. 71 et dessin sur bois).
— Plume électrique pour l', par M. *Edison*; Rapport de M. *du Moncel*, 595 (dessins sur bois).
Égout. État de la question des eaux d', en France et à l'étranger, par M. *Alfred Durand-Claye*, 62.
Électricité. Sur les applications les plus récentes de l', autres que celles relatives à la télégraphie, par M. *Siemens*, 205.
— Système de piles, par M. *Legris* (P), 522.
— Nouveaux éléments de pile au peroxyde de man-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ganèse, par M. *A. Gaiffe;* communication de M. *du Moncel*, 581.
— Cuivrage de tous objets par l'électricité, par M. *L. Magniny* (P), 693.
— Emploi de l', pour empêcher les accidents de chevaux et de voitures, par MM. *Georges* et *Defroy* (P), 709.
Emaux. Fabrication d', pour mosaïque par M. *Páris* (P), 705.
Enduit. Préparation d'un, hydro-nitrofuge, par M. *Bernard* (P), 277.
— Système d', pour appliquer directement la peinture sur bitume, par M. *Blomet* (P), 575.
Enfants. Rapport présenté à M. le Président de la République par M. *Dumas*, sur les résultats obtenus par l'application de la loi sur le travail des, dans l'industrie, 436.
Engrais. Emploi des eaux-mères des salines pour les, par M. *Le Doré* (P), 323.
— Fabrication d'un, d'os à l'aide des alcalis et du tannin, par M. *Przeciszewski* (P), 704.
Enseignement. Jeu de cartes pour l', de l'histoire de France, par M. *Latry* (P), 278.
— Méthode pour l', de la lecture, l'écriture et l'orthographe, par M. *Thollois* (P), 522.
— Cours théorique et pratique de sténographie, par M. *A. Tourrault* (P), 690.
— Jeu de dés pour apprendre la lecture, l'écriture. etc., par M. *Edmond Potier* (P), 690.
— Amélioration dans l', du dessin, par M. *A. J. Cresson* (P), 697.
— Planchette pour l', facile de l'écriture, par M. *P. Brissel* (P), 709.
Étain. Sur la composition des différentes sortes d', en feuilles pour les fabriques de chocolat, par *Charles Kopp* et *Gustave Engel*, 251.
— Moyen de reconnaître rapidement si l', d'un étamage est pur ou non, par M. *A. Maistrasse* (P), 517.
Explosions. De l'influence de la poussière de houille dans les, de grisou, par M. *W. Galloway*, 33 (dessins sur bois).
— Remarques de M. *Dumas* au sujet de l'importance que peuvent avoir au point de vue des, de grisou les recherches faites sur les limites de combustibilité des gaz, 324.
— Sur une, violente survenue dans une minoterie en Amérique; lettre de M. *Laurence Smith*, 523; communication *du même*, 698.
— Expériences pour constater les dangers d', de la nitroglycérine, par M. *Louis Roux;* communication de M. *Hervé Mangon*, 571.
Exposition universelle. Sur l'édification du Palais du Trocadéro à l', de 1878, par M. *Davioud*, 231 (pl. 76 et 77).
— Liste des membres du jury international de l', de 1878, 388.
— Hautes récompenses obtenues à l', de 1878, par les membres de la Société d'encouragement, 702.

F.

Faïences. Fabrication de, décoratives, par M. *Lœbnitz*; communication de M. *de Luynes*, 325.
Falsifications. Recherches des, du beurre, par M. *C. Husson*, 157.
Fer. Sur la production du, et de l'acier par procédé direct, par M. *William Siemens*, 145.
— L'industrie du, chez les Kouys du royaume de Siam, 274.
— Sur un curieux siliciure de fer présenté par *Laurence Smith;* communication de M. *Dumas*, 706.
Fer à souder. Système de, par M. *Paquelin;* communication de M. *Sebert*, 577.
Fermeture. Système de boulon pour la, des devantures de boutiques, par M. *J. Matisse* (P), 110.
— Système de, par M. *Bazelaire;* rapport de M. *Pihet*, 172 (dessins sur bois).
— Nouveau système de, des boutiques, par M. *Chavinier* (P), 277.
— Divers systèmes de, par M. *J. David* (P). 329.
Fils. Rapport sur l'unification du numérotage des, par M. *Gustave Roy*, 348.
Fosses d'aisances. Procédé pour la désinfection instantanée des, par MM. *Delattre* et *Febvre* (P), 570.
Four. Système de, pour la préparation des conserves de poissons, par M. *Urbain Faussereau* (P), 576.
Foyer. Système de, à étages multiples pour brûler les combustibles pulvérulents et pauvres, par M. *Michel Perret*, 371 (pl. 81).
— Système de, fumivore, par M. *Dufour* (P), 406.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Frein. Système de, automoteur pour voitures, par M. *Desarran d'Allard* (P), 576.
Fromages. Sur la fabrication des, de la Franche-Comté, par M. *Heuzé*, 603.

G.

Gaz. Sur les procédés de liquéfaction des, de M. *L. Cailletet* et de M. *Raoul Pictet*, par M. *Dumas*, 129 ; de la condensation de l'oxygène et de l'oxyde de carbone, par M. *L. Cailletet*, 132 ; expériences de M. *Raoul Pictet* sur la liquéfaction de l'oxygène et de l'hydrogène, 133 (dessins sur bois) ; densité de l'oxygène liquide, 136.
— Sur l'emploi des, sortant des foyers industriels, par M. *L. Cailletet*, 165 (dessins sur bois).
— Remarques de M. *Dumas* au sujet de l'importance que peuvent avoir au point de vue des explosions, les recherches faites sur les limites de combustibilité des, 324.
— Sur les limites de combustibilité des, par M. *Schutzenberger*, 480.
Gaz d'éclairage. De l'action destructive du, sur la reliure en cuir des livres, par M. *A. H. Church*, 164.
— Moyen d'éviter les dangers résultant de l'emploi du, dans les appartements, par M. *Chalanger* (P), 166.
— Sur la méthode d'essai du pouvoir éclairant et de la bonne épuration du, à Paris, par M. *F. Le Blanc*, 308 (dessins sur bois).
— Note sur les usines à, de Londres, leur passé et leur présent, par M. *John Field*, 312.
— Opinion de M. *Dumas* sur la question d'épuration du, et du service de vérification organisé à Paris, 456.
— Nouvelles suspensions pour le, par M. *Telliez*, (P), 689.
— Régulateur électrique pour le, par MM. *Chardin* et *Prayer* (P), 700.
Graissage. Godet pour le, des poulies folles, par M. *Saurel ;* rapport de M. *Pihet*, 294 (dessin sur bois).
— Couvercle perfectionné pour les godets de, par M. *Ermond Rous* (P), 709.
Graphite. Production du, artificiel, par M. *Mennesson-Lebon* (P), 462.
Gravure. Procédé pour la reproduction sur cuivre de la, faite sur pierre, par M. *de Penenprat* (P), 327.
Guipures. Fabrication mécanique des, par M. *Babey ;* rapport de M. *Laboulaye*, 169.

H.

Hauts fourneaux. De l'utilisation des laitiers de, par M. *Charles Wood*, 58.
Horlogerie. Système d'horloge hydropneumatique, par M. *Bourdon ;* rapport de M. *Haton de la Goupillière*, 3 (pl. 70).
— Sur la transmission de l'heure à plusieurs cadrans éloignés au moyen d'une canalisation dans laquelle on fait varier la pression, par M. *Goulier*, 8.
— Boîtes-étuis pour la conservation des montres, par M. *Fourman-Piot* (P), 110.
— Nouvelle pendule mystérieuse par M. *Théodore ;* communication de M. *Henri Robert*, 335.
— Fabrication des ressorts d', par M. *Montandon* (P), 522.
— Tour pour l', par M. *A. Huard* (P), 701.
Houille. De l'influence de la poussière de, dans les explosions de grisou, par M. *W. Galloway*, 33 (dessins sur bois).
— Foyer à étages multiples pour brûler la, pulvérulente et pauvre, par M. *Michel Perrel*, 371 (pl. 81).
Huiles. Machine à essayer les, par MM. *Deprez* et *Napoli ;* rapport de M. *Collignon*, 289 (pl. 80).
— Palette pour l'essai instantané des, d'olive, par M. *H. Rouaix* (P), 690.
— Fabrication d'une, d'éclairage avec les pépins de raisin, par M. *F. E. Bon*, 694.
Huîtres. Appareil servant à l'élevage des jeunes, par M. *Achille Thomas* (P), 697.
Hydrogène. Expériences sur la liquéfaction de l'oxygène et de l', par M. *Raoul Pictet*, 133 (dessins sur bois).

I.

Impression. Sur l', photographique aux encres grasses analogue à la lithographie, par M. *Davanne*, 174.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Impression des tissus. Presseurs en caoutchouc pour l', par MM. *Le Tellier* et *Verstraet* (P), 462.
Incendies. Rapport de M. *Paliard* sur les divers appareils proposés pour le sauvetage des personnes en danger pendant les, 468.
Incrustations. Sur l'emploi du zinc contre les, des chaudières à vapeur, par M. *Brossard de Corbigny*, 150.
Insectes nuisibles. Emploi de l'acide salicylique pour préserver les cultures des, par M. *Creissac* (P), 329.
— Communication sur le doryphora et la maladie de la pomme de terre, par M. *Heuzé*, 581.
Instruments de précision. Instruments pour le cubage des bois en grume, par M. *Léon Buisson* (P), 166.
— Moyens pratiques pour graduer les alcoomètres de Gay-Lussac, par MM. *Jules Pictet* et *Pinson* (P), 215.
— Nivelettes perfectionnées pour le tracé des pentes sur le terrain, par M. *Boillé;* rapport de M. *Rousselle*, 296; observations de M. le colonel *Goulier*, 297.
— Baromètres monumentaux et enregistreurs par M. *Redier;* rapport de M. *Goulier*, 469 (pl. 82).
— Télescopes à miroir parabolique à court foyer, par M. *L. Jaubert* (P), 576.
Instruments de musique. Installation de la fabrique de pianos de la maison *Pleyel-Wolff;* rapport de M. *Sebert*, 339.
— Appareil destiné à régler l'accord des, à son fixe, par M. *A. Camiolo* (P), 569.
— Perfectionnements aux mécanismes des grandes orgues, par MM. *Fermis* et *Persil* (P). 696.
— Sourdine-diapason pour les instruments à cordes, par M. *P. Whilhelmy* (P), 697.
Iodure de potassium. Sur l'emploi fait par M. *Melsens* de l', pour combattre les intoxications produites par les métaux vénéneux; communication de M. *Dumas*, 332.

J.

Jouets. Importation des, américains en Europe, 321.
— Couleurs inoffensives pour la décoration des, d'enfants, par M. *Turpin;* rapport de M. *Cloez*, 465.
— Dés pour apprendre la lecture, l'écriture, etc., par M. *Edmond Potier* (P), 690.

L.

Laine. Du travail et de la production de la, par M. *N. Ponche*, 668.
Laitiers. De l'utilisation des, de hauts fourneaux, par M. *Charles Wood*, 58.
Liége. Emploi du, comme mauvais conducteur de la chaleur, par MM. *Combe d'Alma* et *Er. Constantin* (P), 516.
Liste. Des membres titulaires et des membres honoraires du Conseil d'administration de la Société, arrêtée dans la séance du 14 décembre 1877, 65.
— Des membres du jury international de l'Exposition de 1878, 388.
— Des nouveaux membres admis, en 1878, à faire partie de la Société d'encouragement, 713.
Lithographie. Sur les impressions photographiques aux encres grasses analogues à la, par M. *Davanne*, 174.
— Nouvelle machine pour la, par M. *P. Morane* (P), 522.
Lumière. Crayons perfectionnés pour la, électrique, par M. *Reynier* (P), 464, 519.

M.

Machines agricoles. Semoir mécanique, par M. *Boissicat*; rapport de M. *Moll*, 89.
— Machine à nettoyer les grains, par M. *Emile Gury* (P), 327.
— Machine à nettoyer, laver et sécher instantanément les blés, par M. *Adolphe Vève* (P), 576.
— Joug articulé pour le labourage dans les terrains en pente, par M. *J. de Scorbiac* (P), 689.
— Nouveau système de charrue par M. *Rouard* (P), 695.
Machines à vapeur. Étude sur les, du système *Compound*, leur rendement économique et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les conditions générales de leur fonctionnement, par M. *A. de Fréminville*, 11 (dessins sur bois).
— Petite, rotative, par M. *Adolphe Bon* (P), 691.
Machines diverses. Machine à écrire, par M. *Remington*; rapport de M. le colonel *Pierre*, 79 (pl. 71 et dessin sur bois).
— Nouvelle machine à visser la chaussure, par M. *Lussan* (P), 166.
— Machine à drayer les peaux, par M. *Bréval*; rapport de M. *Duméry*, 281 (pl. 79).
— Machine à essayer les huiles, par MM. *Deprez* et *Napoli*; rapport de M. *Collignon*, 289 (pl. 80).
— Système de machine à coudre, par M. *H. Cyrille* (P), 406.
— Machine préparant économiquement le crin végétal, par M. *Charles Tulin* (P), 516.
— Machine portative pour rebattre et parer les briques, par M. *A. Desnoyers* (P), 518.
— Nouvelle machine lithographique, par M. *P. Morane* (P), 522.
— Machines pour fabriquer automatiquement les assiettes en porcelaine, par M. *Faure*; rapport de M. *Salvetat*, 525 (pl. 86).
— Machine soufflante à pédale, par M. *J. Goultmann* (P), 569.
— Machines pour tailler les cristaux de table, par M. *L. Jaubert* (P), 576.
— Machine à faire les briquettes combustibles, par M. *A. V. Denain* (P), 692.
— Machine pour essayer la résistance des matériaux à la traction, par M. *Suc* (P), 702.
Maïs. Emploi de la farine de, pour l'élevage des veaux, par *Betz-Penot* (P), 697.
Marteau. Sur le plus gros, à vapeur, du monde entier, 318.
Mercure. La métallurgie du, en Californie, par M. *G. Rolland*, 487 (pl. 85); fours intermittents, 491; fours continus, 494.
— Production des mines de, d'Almaden, 640.
Mélasse. Observation sur la composition de la, de candi et sur l'influence mélassigène du sucre incristallisable, par M. *G. Flourens*, 666.
Métallurgie. Sur la production du fer et de l'acier par procédé direct, par M. *William Siemens*, 145.
— Sur l'emploi des gaz sortant des foyers industriels, par M. *L. Cailletet*, 165 (dessins sur bois).
— L'industrie du fer chez les Kouys du royaume de Siam, 274.
— De la, du mercure en Californie, par M. *G. Rolland*, 487 (pl. 85).
— Recherches sur les divers états moléculaires des métaux, par *Schutzenberger*, 539.
— Sur les procédés les plus récents pour le traitement des minerais de cuivre par la voie humide, par *S. L. Bensusan*; procédé à l'acide sulfurique, 612; procédé à la chaux, 613; procédé *Hunt* et *Douglas*, 614; procédé *Stephen Emmens*, 616; procédé *Claudet*, 617; procédé *Mendeleff*, 618; procédé à l'ammoniaque, 619; autres procédés 620.
Microphone. Communication sur le, de *Hughes*, par M. *du Moncel*, 520.
— Sonde pour reconnaître au moyen du, les calculs dans la vessie, par MM. *Chardin* et *Prayer* (P), 701.
Mines. De l'influence de la poussière de charbon dans les explosions de grisou, par M. *W. Galloway*, 33 (dessins sur bois).
— Remarques de M. *Dumas* au sujet de l'importance que peuvent avoir au point de vue des explosions de, les recherches faites sur les limites de combustibilité des gaz, 324.
— Lampe autoxyde pour l'éclairage des, par M. *A. Edouard Boullenot* (P), 576.
Minoteries. Sur les explosions des, de Minneapolis (Etats-Unis), par M. *Laurence Smith*, 523, 698.
Monnaie. De la, d'or comme seule monnaie internationale, projet présenté par M. *Léon*, 323.
Mosaïque. Fabrication d'émaux pour, par M. *Pâris* (P), 705.
Moteur. Système de petit, pour ateliers en chambre, par M. *A. Morin* (P), 215.
— Système de, au moyen de galets mobiles, par M. *Legendre* (P), 327.
— Nouveau, à vide d'air, par M. *Regge*; communication de M. *du Moncel*, 407.
— Projet de, rotatif, par M. *Woyciechowsky* (P), 462.
— Système de, hydraulique universel, par M. *Thiriet* (P), 575.
— Nouveau petit, par M. *A. Robin* (P), 697.
Musique. Installation de la fabrique de pianos de la maison *Pleyel-Wolff*; rapport de M. *Sebert*, 339.
— Appareil destiné à régler l'accord des instruments à son fixe, par M. *A. Camiolo* (P), 569.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

N.

Navires. Rapport de M. le général *Morin* sur une note de M. *Bertin* relative à la ventilation du, de transport l'*Annamite*, 443. — Note de M. *Bertin*, 445 (pl. 83 et 84).
— Système de, insubmersible, par M. *Ph. Meray* (P), 692.
Nécrologie. Mort de M. *Lamy*, membre du comité des arts chimiques, 269; discours de M. *Debray*, *ib.*; discours de M. *Violette*, doyen de la Faculté des sciences de Lille, 272.
— Mort de M. *de la Morinière*, ancien membre du comité des arts mécaniques, 331.
— Mort de M. *Huzard*, doyen des membres du Conseil de la Société d'encouragement, 331; discours de M. *Barral*, 514.
— Mort de M. *Duméry*, membre du comité des arts mécaniques, 462.
— Mort de M. *Charles Callon*, membre de la Société, 695.
— Mort de M. *Devinck*, membre de la commission des fonds, 701.
Nettoyage. Appareil pour le, des grains, par M. *Émile Gury* (P), 327, 576.
— Machine pour le, instantané des blés, par M. *Adolphe Vève* (P), 576.
Nitroglycérine. Expériences pour constater les dangers de la, par M. *Louis Roux*; communication de M. *Hervé Mangon*, 571.
Noir. Teinture en cuve au, d'aniline, par M. *S. Grawitz*, 579.

O.

Œufs. Système de conservation des, par M. *J. de Bielsky* (P), 330.
Or. Méthode employée en Californie pour la séparation de l', et de l'argent, 53.
— Sur la fusibilité, la liquation et la densité de certains alliages d'argent et de cuivre, d', et de cuivre, par M. *Wichandler Roberts*, 351 (dessins sur bois).
Orgues. Rapport de M. *de Grouchy* sur la demande adressée à la Société de participer à la souscription ouverte en faveur de M. *Barker*, inventeur du levier pneumatique, 71.
— Rapport de M. *Lissajous* sur le levier pneumatique de M. *Barker*, 72.
— Perfectionnements aux mécanismes des grandes, par MM. *Fermis* et *Persil* (P), 696.
Outremer. Expériences relatives à la formation de l', artificiel, par M. *J. F. Plicque*, 255.
— Sur la formation des différentes espèces d', et leur coloration, par M. *E. Guimet*, 562.
Oxygène. De la condensation de l', et de l'oxyde de carbone, par M. *L. Cailletet*, 132.
— Expériences sur la liquéfaction de l', et de l'hydrogène, par M. *Raout Pictet*, 133 (dessins sur bois).
— Sur la densité de l', liquide, par M. *Raoul Pictet*, 137.
— Sur la présence d', dans l'argent métallique, par M. *Dumas*, 246.

P.

Papier. De l'art de marbrer le, et les tranches des livres, par M. *Woolnough*, 307.
— Fabrication du, avec le *Diss* en Algérie, par par M. *de Montebello* (P), 331.
— Fabrication d'un, sensible pour la reproduction des cartes, dessins et plans, par M. *Pellet*; rapport de M. *Davanne*, 599.
Paratonnerres. Système d'essai des, par M. *Francisque Michel* (P), 330.
Passementerie. Sur la, métallique irisée de M. *Hélouis*; communication de M. *Debray*, 335.
Peaux. Machine à drayer les, par M. *Bréval*; rapport de M. *Duméry*, 281 (pl. 79).
Phare. Note sur le, d'Ar-Men (Finistère), 556.
Phylloxera. Méthode pour l'analyse des sulfocarbonates alcalins employés contre le, par MM. *Delachanal* et *Mermet*; rapport de M. *Bérard*, 197.
— Mode d'application des sulfocarbonates contre le, par M. *Ed. Robert* (P), 327.
— Méthode pour combattre le, par M. *Gueyraud*, 333.
— Résultats de l'emploi du sulfocarbonate contre le; communication de M. *de la Vergne*, 572.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Emploi des sels solubles d'aniline contre le, par M. *N. Basset*, 690.
— Remèdes proposés contre le, par M. *L. Mignot* (P). 709.
Phonographe. Sur le, de M. *Thomas Elva Edison*, par M. *du Moncel*, 298 (dessins sur bois).
Photochromie. Présentation par M. *Vidal* de ses travaux de, 325.
Photographie. Sur les impressions de, aux encres grasses analogues à la lithographie, par M. *Davanne*, 174.
— Procédés de, par émulsion sèche, par M. *Alfred Chardon*; rapport de M. *Davanne*, 225.
— Procédé de M. *H. Pellet* pour reproduire en traits bleus, par la, les dessins industriels, 279.
Pianos. Installation de la fabrique de, de la maison *Pleyel-Wolff*; rapport de M. *Sebert*, 339.
Pierres. Chariot propre à faciliter le déchargement des gros blocs de, par M. *Folacci*; rapport de M. *Ed. Collignon*, 113 (pl. 72).
Piles. Système de, par M. *Leyris* (P), 522.
— Nouveaux éléments de, au peroxyde de manganèse, par M. *A. Gaiffe*; communication de M. *du Moncel*, 581.
Pipes. Sur la fabrication des, en terre et sur les pipes se culottant seules, par M. *J. Clouet*, 552.
Plomb. Sur un nouveau produit d'oxydation du, et sur quelques phénomènes de dissociation, par M. *H. Debray*, 686.
Plume à écrire. Système de, électrique par M. *Édison*; rapport de M. *du Moncel*, 595 (dessins sur bois).
Pompes. Correction du défaut capital des, dans lesquelles la force est transmise par des colonnes liquides, par M. *Goulier*, 94 (dessins sur bois).
— Nouveau système de, par *P. Chevrot* (P), 215.
— Système de, pneumatiques, par M. *P. Lacroix*; rapport de M. *de Fréminville*, 592 (dessins sur bois).
Porcelaine. Machines pour fabriquer automatiquement les assiettes en, par M. *Faure*; rapport de M. *Salvetat*, 525 (pl. 86).
Poulies. Godet graisseur pour, folles, par M. *Saurel*; rapport de M. *Pihet*, 294 (dessin sur bois).
Presse. Système de, horizontale hydraulique pour le travail des sucreries, par M. *Ladislas Miller* (P), 692.
— Nouvelle, à comprimer les fourrages, par M. *Piller*; communication de M. *Hervé-Mangon*, 711,
Prix. Sur le prix de 10 000 francs décerné en Belgique à M. *Melsens* pour sa méthode curative des intoxications produites par les émanations ou par l'absorption des métaux vénéneux; communication de M. *Dumas*, 332.
Procès-verbaux du Conseil d'administration. Séance ordinaire du 11 janvier 1878, 110; — du 25 janvier, 166; — du 8 février, 215; — du 22 février, 277; — du 8 mars, 323; — du 22 mars, 327; — du 12 avril, 329; — du 26 avril, 406; — du 10 mai, 462; — du 24 mai, 516; — du 14 juin, 521; — du 28 juin, 569; — du 12 juillet, 575; — du 26 juillet, 583; — du 9 août, 689; — du 25 octobre, 692; — du 15 novembre, 697; — du 29 novembre, 701; — du 13 décembre, 704; — du 27 décembre, 709.

R.

Ramie. Sur les recherches faites par M. *Favier*, pour l'utilisation de la, ou *urtica utilis* de l'Algérie, par M. *Dumas*, 707.
Réclamation. Adressée à la Société par M. *Wibaux-Florin* au sujet du procédé de teinture en noir d'aniline en cuve, présenté par M. *Grawitz* (P), 583.
— Autre, adressée par M. *Persoz* sur le même sujet, 694.
Récompenses. Principales, obtenues à l'Exposition universelle de 1878, par les membres de la Société d'encouragement, 702.
Réfrigération. Expériences de, avec le chlorure de méthyle, par M. *C. Vincent*, 464.
Régulateur. Système de, électrique du gaz d'éclairage, par MM. *Chardin* et *Prayer* (P), 700.
Reliure. De l'action destructive du gaz d'éclairage sur la, en cuir des livres, par M. *A. H. Church*, 164.

S.

Sauvetage. Appareils de, par M. *Léon Hérardin* (P), 110.
— Rapport de M. *Paliard* sur les divers appareils

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

proposés pour le, des personnes en danger pendant les incendies, 468.
— Etudes relatives au, par M. *F. Lemoine* (P), 692.
Scies. Appareil pour garantir les ouvriers contre les accidents des, circulaires, par M. *J. B. Ganne;* rapport de M. *Pihet*, 337 (dessin sur bois).
— Autre appareil du même genre par M. *F. Fromm* (P), 517.
— Autre appareil du même genre, par M. *F. G. Heller* (P), 517.
Séances du Conseil d'administration. (Voy. **Procès-Verbaux**.)
Séchage. Appareils pour le, des bois, par M. *Wolff;* rapport de M. *Sebert*, 339.
Semoir. Système de, mécanique, par M. *Boissicat;* rapport de M. *Moll*, 89.
Serrure. Système de, incrochetable, par M. *J. Matisse* (P), 406.
Soie. Procédé pour opérer mécaniquement la teinture de la, par M. *César Corron* (P), 517.
— Essai sur le conditionnement, le titrage et le décreusage de la, par M. *J. Persoz* (P), 522.
Sonde. Système de, électrique pour reconnaître au moyen du microphone les calculs dans la vessie, par MM. *Chardin* et *Prayer* (P), 701.
Soude. Nouveau procédé de fabrication de la, par M. *L. Faucheux* (P), 694.
Souscription. Rapport de M. *de Grouchy* sur la demande adressée à la Société de participer à la, ouverte en faveur de M. *Barker*, inventeur du levier pneumatique, 71.
Statistique. Du commerce de la viande fraîche en Amérique, par M. *Hervé-Mangon*, 125.
— Renseignements de, sur la fabrication de l'acier Bessemer en Europe et en Amérique, 319.
— Importation des jouets américains en Europe, 321.
— Sur le commerce des cheveux, 639.
— Production des mines de mercure d'Almaden, 640.
— Production de la laine, par M. *N. Ponche*, 677.
Substances alimentaires. Fabrication de conserves de sardines à l'huile, par M. *E. de Lagillardaie;* communication de M. *Hervé Mangon*, 216.
— Substitution de la chlorophylle aux sels de cuivre dans la préparation des conserves de légumes verts, par M. *F. Lecourt* et *Guillemare;* rapport de M. *Personne*, 641.
— Procédé pour conserver la couleur verte naturelle aux conserves de légumes sans addition d'aucune matière colorante, par MM. *L. Possoz*, *P. Lecuyer* et *A. Biardot* (P), 569.
— Four pour la fabrication des conserves de poissons, par M. *Urbain Faussereau* (P), 576.
Sucre. Etude sur la cristallisation du, et la fabrication du sucre candi, par M. *G. Flourens*, 653 (dessins sur bois).
Sulfocarbonates. Méthode pour l'analyse des, alcalins et autres produits industriels analogues, présentée par MM. *Delachanal* et *Mermet;* rapport de M. *Bérard*, 197.
— Pal distributeur pour les injections de, par M. *Ed. Robert* (P), 327.
— Mode d'application des, par M. *Gueyraud*, 333.
— Résultat obtenu par l'emploi des, contre le phylloxera; communication de M. *de la Vergne*, 572. (*Voy.* **Phylloxera**).
Sulfure de carbone. De l'emploi du, pour l'extinction des feux de cheminée, par M. *Quequet;* rapport de *Paliard*, 644.

T.

Tannage. Procédés de, par M. *Quertain* (P), 702.
Teinture. Procédé pour opérer mécaniquement la, de la soie, par M. *César Corron* (P), 517.
— Procédés pour la, en cuve en noir d'aniline, par M. *S. Grawitz*, 579.
— Moyen pour mettre en mouvement le liquide des cuves de, par *S. Berenger* (P), 576.
— Procédé de, spéciale, par M. *E. Duez* (P), 697.
— Sur l'emploi des sels de chrome dans la teinture en noir, par M. *Grawitz*, 703.
Télégraphie électrique. Système de relais pour longues lignes, par M. *Tommasi;* communication de M. *du Moncel*, 408.
— Système pour opérer la transmission automatique des signaux électriques aux trains en marche, par MM. *J.* et *Th. Ducousso* (P), 532.
— Système pour la décharge automatique des lignes télégraphiques et des câbles, sans relais, par M. *Alph. Joly* (P), 569.
— Système de, hydrostatique pour enregistrer les variations de niveau de l'eau, par M. *C. Gros* (P), 693.
— Système d'avertisseur, par M. l'abbé *Neel* (P), 702.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Isolateurs nouveaux en verre, par M. *Pâris* (P), 705.
Téléphone. Sur un perfectionnement apporté au, par MM. *Pollard* et *Garnier*; note de M. *du Moncel*, 202.
— Sur les principes de la construction du, par M. *Niaudet*, 220.
— Modification du, sous le nom de microphone, par M. *Hughes*; communication de M. *du Moncel*, 520.
— Modification au, condensateur chantant, par M. *du Moncel*, 651 (dessins sur bois).
— Trousse contenant le, et le condensateur chantant, par MM. *Chardin* et *Prayer* (P), 701.
Tissage. Fabrication des lisses métalliques pour le, par MM. *Chevallier*; rapport de M. *Laboulaye*, 115 (pl. 72).
— Nouvelle machine pour l'encollage des chaînes du, par MM. *Tulpin* (P), 215.
— Temple mécanique à pinces élargisseuses, par M. *J. B. Brulé* (P), 277.
Tissus. Fabrication mécanique des tulles-guipures, par M. *Babey*; rapport de M. *Laboulaye*, 169.
— Nouveau, fait avec le coton parcheminé, 323.
— Presseurs en caoutchouc pour l'impression des, par MM. *Le Tellier* et *Verstraet* (P), 462.
Torréfaction. Appareil à action continue pour la, du cacao, par M. *Lambert*; communication de M. *Schutzenberger*, 463.
Tramways. Sur les, établis à Paris et dans le département de la Seine, par M. *Rousselle*, 235 (pl. 78).
— Voiture automobile à air comprimé pour, par M. *Mékarsky*; rapport de M. *Ed. Collignon*, 585 (pl. 88).
Transport. Chariot propre à faciliter le déchargement des gros blocs de pierres, par M. *Folacci*; rapport de M. *Ed. Collignon*, 113 (pl. 72).
Travaux publics. Note sur le phare d'Ar-Men (Finistère), 556.
— Amélioration du port d'Anvers, par M. *Hersent* (P), 570.
Tuyaux. Système d'enveloppe pour les, de vapeur, par M. *Degremont*; rapport de M. *Pihet*, 591.

V.

Vapeur. Système d'enveloppe pour les tuyaux de, par M. *Degremont*; rapport de M. *Pihet*, 591.
— Excitateur de, pour les générateurs, par M. *C. Briot* (P), 697.
Ventilation. Plinthe creuse pour la, des appartements, par M. *Alph. Joly* (P), 327.
— Rapport de M. le général *Morin* sur la, du transport l'*Annamite*, exécutée sur les plans de M. *Bertin*, ingénieur des constructions navales, 442.
— Note sur la, de l'*Annamite*, par M. *Bertin*, 445 (pl. 83 et 84).
— Machine soufflante à pédale pour la, par M. *J. Gouttmann* (P), 569.
Verre. Fabrication d'un siphon pour eaux gazeuses tout en, par M. *Préjean* (P), 702.
— Isolateurs en, pour fils télégraphiques, par M. *Pâris* (P), 705.
— Nouveaux outils pour la fabrication du, par M. *Gadrat*; communication de M. *de Luynes*, 707.
Viande. Note sur le commerce de la, fraîche en Amérique, par M. *Hervé Mangon*, 125.
Vibrations. Emploi du caoutchouc pour amortir les, des machines; communication de M. le colonel *Goulier*, 710.
Vins. Nouveau procédé de dosage pour l'extrait sec des, par M. *Houdart*; rapport de M. *Bérard*, 117.
Viticulture. Méthode de MM. *Delachanal* et *Mermet* pour l'analyse des sulfocarbonates alcalins employés en, rapport de M. *Bérard*, 197.
— Pal distributeur pour les injections de sulfocarbonates, par M. *Ed. Robert* (P), 327.
— Système pour assurer la conservation des nouveaux plants de vigne et la reconstitution des vieilles souches, par M. *Picot* (P), 330.
— Méthode de traitement de la vigne en vue de combattre le phylloxera, par M. *Gueyraud*, 333.
— Résultats obtenus par l'emploi des sulfocarbonates contre le phylloxera; communication de M. *de la Vergne*, 572.
Voiture. Système de, automobile à air comprimé par M. *Mékarski*; rapport de M. *E. Collignon*, 585 (pl. 88).
— Système électrique pour empêcher les accidents de, par MM. *Georges* et *Defroy* (P), 709.

Z.

Zinc. Sur l'emploi du, comme désincrustant, par M. *Brossard de Corbigny*, 150.

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. 70, *triple*. Horloge hydro-pneumatique, par M. Bourdon. 7
Pl. 71, *triple*. Machine à écrire dite *Type-Writer*, par M. Remington. 87
Pl. 72, *double*. A. Chariot pour les gros blocs de pierre, par M. Folacci. — B. Fabrication des lisses métalliques, par MM. Chevallier. 117
Pl. 73, *photographie*. Hôtel-de-Ville de Dreux. 181
Pl. 74, *photographie*. Reproduction d'un bouclier. . . . . *Ibid.*
Pl. 75, *photographie*. Ancien hôtel dit Hôtel-de-Pierre de Toulouse. . . . . *Ibid.*
Pl. 76, *photographie hors cadre*. Palais du Trocadéro. 233
Pl. 77, *lithographie hors cadre*. Plan général de l'Exposition universelle internationale de 1878. . . . . *Ibid.*
Pl. 78, *double*. Locomotive Harding pour le service des tramways. 245
Pl. 79, *triple*. Machine à drayer les peaux et presse à sécher la tannée, par M. Bréval. . . . 287
Pl. 80, *triple*. Machine à essayer les huiles, par MM. Deprez et Napoli. 293
Pl. 81, *simple*. Foyer à étages multiples, par M. Michel Perret. 375
Pl. 82, *triple*. Baromètres monumentaux et enregistreurs, par M. Redier. 425
Pl. 83, *triple*. Ventilation de l'*Annamite*. 455
Pl. 84, *triple*. Id. id. . . . . *Ibid.*
Pl. 85, *triple*. Métallurgie du mercure en Californie. 513
Pl. 86, *double*. Machine automatique à fabriquer les assiettes en porcelaine, par M. Faure. . 527
Pl. 87, *double*. Carte des Pays-Bas. 539
Pl. 88, *double*. Voiture automobile à air comprimé, par M. Mékarsky. 589
Fac-simile photographique d'une page de la gazette officielle des patentes aux États-Unis. . 646

DESSINS.

Etudes sur les machines *Compound*, etc., par M. de Fréminville. — 9 figures. 13, 17, 23, 24, 26, 27, 29, 30 et. 31
Influence de la poussière de charbon dans les explosions de grisou, par M. Galloway. — 11 figures. . . . . 35, 39, 42, 43, 44, 45, 51 et 52
Machine à écrire de Remington. — 1 figure. 83
Correction du défaut capital des pompes, etc., par M. Goulier. — 3 figures. . . . 95, 97 et 98
Liquéfaction de l'oxygène et de l'hydrogène, par M. Raoul Pictet. — 2 figures. . . . 133 et 136

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Emploi des gaz sortant des foyers industriels, par M. Cailletet. — 2 figures. 165
Système de fermeture, par M. Bazelaire. — 4 figures. 173
Méthode d'essai du pouvoir éclairant du gaz, etc., par M. Le Blanc. — 5 figures. . . 211 et 212
Presse à sécher la tannée, par M. Bréval. — 1 figure. 284
Godet graisseur, par M. Saurel. — 1 figure. 295
Phonographe, par M. Edison. — 4 figures. . . . . 303 et 304
Appareil pour garantir les ouvriers des scies circulaires, par M. Ganne. — 1 figure. 339
Fusibilité, liquation et densité des alliages d'argent et de cuivre, d'or et de cuivre, par M. Roberts. — 9 figures. . . . . 358, 360, 361, 362, 363, 364 et 369
Métallurgie du mercure en Californie, par M. Rolland. — 7 figures. . . . . 502, 503 et 506
Traitement et purification des eaux grasses, par MM. Hétet et Risbec. — 4 figures. . . 547, 549 et. 552
Pompes pneumatiques, par M. Lacroix. — 2 figures. 594
Plume électrique d'Edison. — 5 figures. . . . . 596 et 598
Condensateur chantant de MM. Pollard et Garnier. — 1 figure. 652
Fabrication du sucre candi, par M. Flourens. — 8 figures. . . . . 656, 658, 662 et 663

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