Conditions d’utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

Leur réutilisation s’inscrit dans le cadre de la loi nº 78-753 du 17 juillet 1978 :

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

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

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

4- Pour obtenir la reproduction numérique d’un document du Cnum en haute définition, contacter cnum(at)cnam.fr

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

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

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

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

VOLUME TÉLÉCHARGÉ	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	1911. 2e semestre
Adresse	Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1911
Collation	1 vol. (548 p.) : ill. ; 26 cm
Nombre de vues	552
Cote	BSPI 117
Sujet(s)	Progrès scientifique et technique Innovations -- France -- 1900-1945
Thématique(s)	Machines & instrumentation scientifique
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	30/11/2009
Date de génération du PDF	02/02/2026
Notice complète	https://www.sudoc.fr/037924427
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.117

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.**

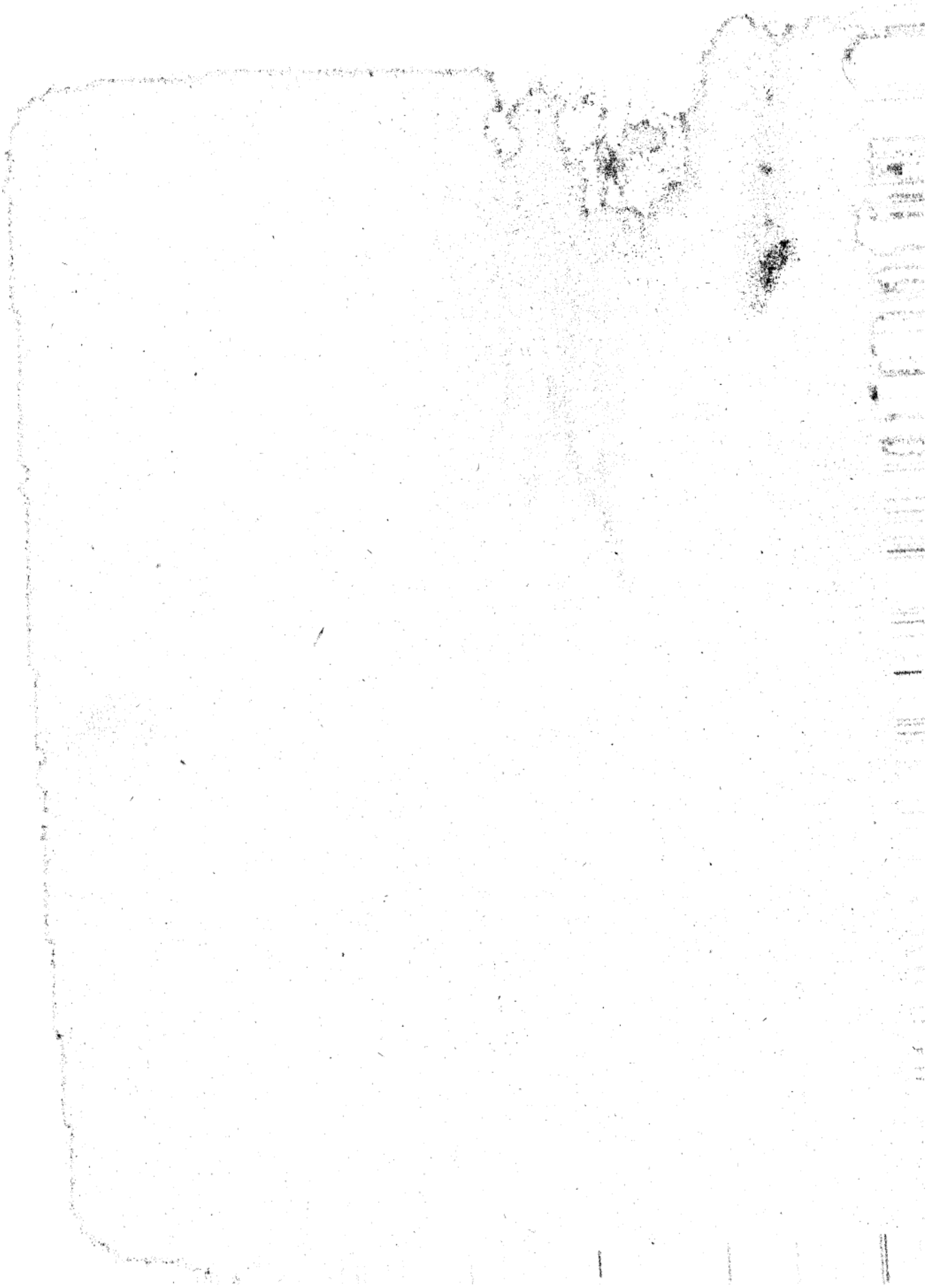
Voir le catalogue et accèder aux volumes numérisés

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

BSPI 117

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR

L'INDUSTRIE NATIONALE

PUBLIÉ

SOUS LA DIRECTION DES SECRÉTAIRES DE LA SOCIÉTÉ

MM. HITIER & TOULON

1911

DEUXIÈME SEMESTRE

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

(*Extrait du Règlement.*)



PARIS

SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ, RUE DE RENNES, 44

—

1911

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ

RÉDACTION DU BULLETIN

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

111e ANNÉE. — 2e SEMESTRE. JUILLET 1911.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

ARTS CHIMIQUES

RAPPORT présenté au nom du *Comité des Arts Chimiques*, par **M. Haller**, SUR L'APPAREIL A DISTILLER DANS LE VIDE A OBTURATION AUTOMATIQUE système ROBERT.

Il s'agit d'un appareil industriel et de laboratoire permettant de faire toutes les opérations distillatoires à la pression ordinaire ou dans le vide, et en particulier les distillations fractionnées dans le vide.

Cet appareil se compose (fig. 1) de trois parties principales :

1° L'alambic en cuivre.

2° Le col de cygne en verre.

3° Le réfrigérant et son robinet distributeur.

L'alambic en cuivre est constitué par un corps cylindrique terminé par deux calottes sphériques, dont l'inférieure porte, en son centre, une partie légèrement concave de même diamètre que le fourneau à gaz servant de source calorifique.

Le chauffage de l'alambic peut se faire soit à feu nu, au moyen d'un fourneau à gaz, soit à la vapeur, grâce à un bain-marie à vapeur détendue; ces deux modes de chauffage sont interchangeables.

La distillation et le fractionnement des produits peuvent s'effectuer dans le vide au moyen d'une série de dispositifs ingénieusement combinés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et qui permettent de séparer les différentes portions des liquides distillés.

En raison de la robustesse des organes principaux, de leur judicieux agencement, cet appareil, de dimensions relativement faibles, se prête merveilleusement à la rectification des produits délicats et sensibles à l'action de la chaleur, de la lumière et des agents atmosphériques, comme le sont par exemple les essences qu'on retire des différents organes des plantes.

Suivant ses dimensions, il peut être employé dans des laboratoires de recherches ou dans des usines où il rendra les plus grands services, car il réalise le type le plus simple et, par suite, le plus pratique d'appareil de distillation dans le vide.

Votre rapporteur est, en conséquence, d'avis que le mémoire descriptif de l'auteur soit publié dans le Bulletin, avec la figure qui l'accompagne.

Signé : A. HALLER, *rapporteur.*

Lu et approuvé en séance, le 23 juin 1911.

A. — DESCRIPTION DE L'APPAREIL.

L'appareil à distiller dans le vide, système J. Robert, se compose (fig. 1) de trois parties principales :

1° L'alambic en cuivre;
2° Le col de cygne en verre;
3° Le réfrigérant et son robinet-distributeur.

I. — *Alambic.* — L'alambic en cuivre est constitué par un corps cylindrique terminé par deux calottes sphériques.

La calotte sphérique inférieure porte, en son centre, une partie légèrement concave de même diamètre que le fourneau à gaz servant de source calorifique; lorsqu'il ne reste plus que peu de liquide dans l'alambic, en fin de distillation, ce liquide se trouve rassemblé exactement à la partie chauffée de l'alambic; on évite ainsi la chauffe directe des parois à sec et par suite la surchauffe et la décomposition des vapeurs. Cette forme spéciale du fond assure, de plus, la stabilité de l'appareil lorsqu'il est posé sur une table.

Le chauffage de l'alambic peut se faire, soit à feu nu, au moyen d'un fourneau à gaz, soit à la vapeur, grâce à un bain-marie à vapeur détendue; ces deux modes de chauffage sont interchangeables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La partie cylindrique de l'alambic est surbaissée afin de diminuer le trajet des vapeurs et pour éviter autant que possible la surchauffe.

La calotte supérieure, emmanchée à recouvrement et brasée sur la partie cylindrique, porte sur le côté une tubulure fermée par un bouchon tronconique de bronze tourné et ajusté ; ce bouchon porte :

1° Un tube coudé descendant au fond de l'alambic et fermé à sa partie supérieure

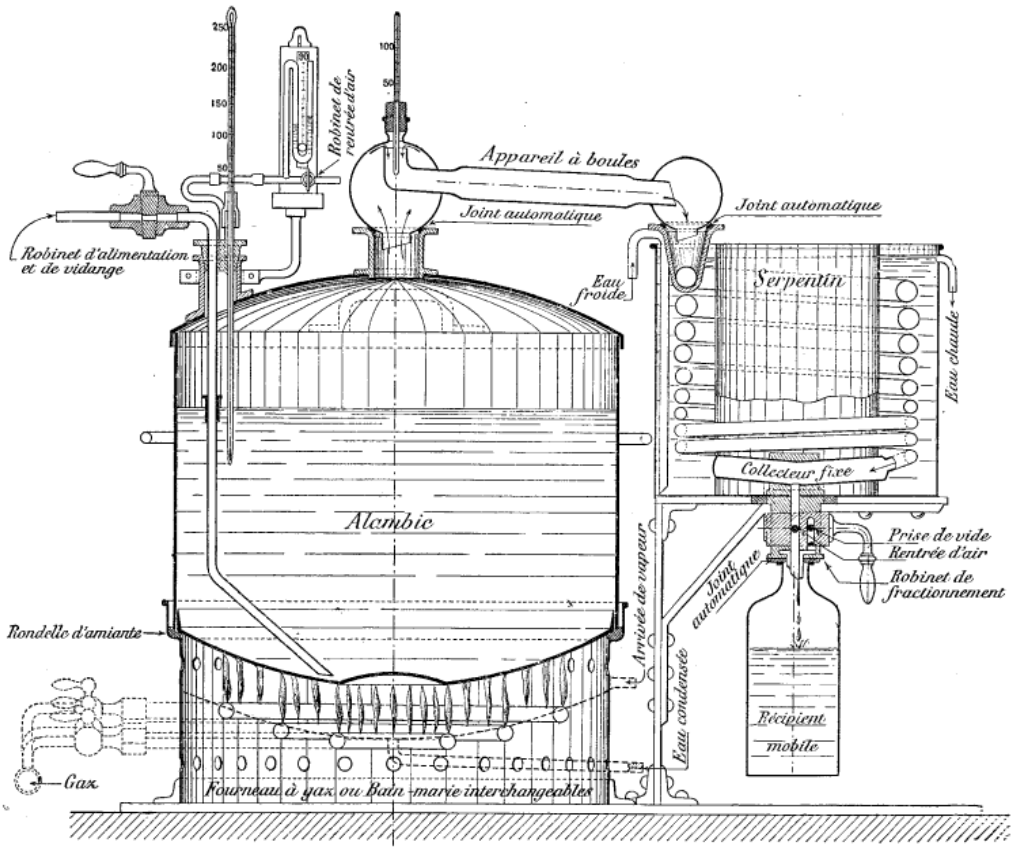


Fig. 1. — Appareil à distiller *Robert*.

par un robinet. Ce tube est destiné à alimenter l'alambic en produit à distiller et sert aussi à décharger sur place, dans les grands appareils, les résidus de distillation.

2° Un tube droit donnant passage à un thermomètre servant à prendre la température de la masse en travail.

3° Une tubulure coudée reliée au manomètre indicateur de vide.

Au centre de la calotte supérieure, se trouve le col en bronze tourné.

Ce col se termine, à sa partie supérieure, par un méplat horizontal raccordé à la partie conique par un plan incliné présentant une légère convexité; c'est sur cette partie déclive qu'est placée une rondelle mobile de liège souple ou de caout-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chouc qui sert d'intermédiaire élastique entre l'alambic à vide et le col de cygne.

La pression atmosphérique s'exerçant sur la boule de verre comprime celle-ci contre la rondelle élastique et assure ainsi une obturation automatique, immédiate et complète.

Lorsque l'on veut obtenir certains fractionnements délicats, le col est modifié par l'adjonction d'une circulation d'eau extérieure et par le barbotage des vapeurs dans le liquide condensé, grâce à un appareil à billes monté à l'intérieur.

II. — *Col de cygne en verre.* — Il se compose de deux sphères de verre réunies par un tube coudé à l'intérieur de la boule reposant sur l'alambic. Cette disposition du tube de dégagement permet la séparation complète des vapeurs des parties plus lourdes condensées et entraînées mécaniquement qui retombent dans l'alambic.

Une petite tubulure, à la partie supérieure de la première boule, livre passage au thermomètre indiquant la température de distillation des vapeurs (dispositif Berthelot).

III. — *Serpentin et robinet-distributeur.* — Le serpentin est en étain et de diamètre décroissant de l'entrée des vapeurs à la sortie des produits condensés; il est plongé dans un bac circulaire où l'on établit une circulation d'eau.

Il est terminé à sa partie supérieure par un col analogue à celui de l'alambic; ce col permet également la fermeture automatique de l'appareil par la pression atmosphérique.

Au bas du serpentin, se trouve soudé un robinet permettant le changement des flacons récepteurs sans interrompre la distillation.

Le boisseau du robinet porte à sa partie inférieure une bague plate entourant le tube d'évacuation des liquides condensés.

Contre cette bague, avec l'intermédiaire d'un anneau plat de caoutchouc, vient s'appliquer la collerette plate et lisse des flacons récepteurs. Quand le vide est établi dans le flacon récepteur, celui-ci se trouve maintenu contre la collerette par la pression atmosphérique : le principe d'auto-fermeture employé pour le col de cygne trouve encore ici son application.

La clef du robinet est construite de telle sorte que, lorsque sa poignée se trouve dans la position verticale, le flacon maintenu contre sa collerette et l'appareil à distiller sont en relation avec la pompe à vide : c'est la position normale pendant la distillation.

Si nous levons la poignée du robinet de façon qu'elle soit horizontale, l'appareil à distiller se trouve fermé sur lui-même ; mais, par suite de l'étanchéité de notre appareil, le vide s'y maintient et la distillation continue, les liquides condensés restant dans le serpentin. Dans cette position, le tube d'arrivée de vide se trouve également fermé; en même temps, un orifice permettant la rentrée de l'air dans le flacon récepteur se trouve ouvert; ce flacon n'est plus maintenu par la pression atmosphérique, il se détache et on peut alors le remplacer par un autre qu'on applique contre la collerette.

En abaissant le robinet dans une position intermédiaire repérée, l'orifice de rentrée d'air se trouve fermé; la pompe à vide qui se trouve en même temps remise en relation avec le flacon y fait le vide. Dans cette position intermédiaire, l'appareil à vide est encore fermé sur lui-même.

La clef ramenée dans sa position verticale remet l'appareil en ordre normal de marche.

Ces diverses opérations se font sans que le vide soit changé dans l'appareil et sans interrompre la distillation. Le temps nécessaire pour un changement de flacon est très court : 4 à 6 secondes, suivant l'habileté de l'ouvrier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B. — QUALITÉS ET AVANTAGES DE L'APPAREIL.

Dimensions d'encombrement très faibles pour une grande puissance de production.

Combinaison judicieuse de l'emploi du métal pour les parties exposées aux chocs et à la chaleur, et de l'emploi du verre pour la surveillance visuelle du travail.

Fermeture de l'appareil automatique et absolument hermétique : le vide établi dans l'alambic ne doit pas baisser de plus de un demi-millimètre en un quart d'heure si l'on interrompt la communication avec la pompe.

Modes de chauffage interchangeables : gaz ou vapeur.

Simplicité de principes et de construction.

Installation des plus commodes ne demandant pas d'agencements spéciaux.

Démontage, transport et nettoyage faciles de chaque partie de l'appareil.

Organes ayant une stabilité suffisante pour ne nécessiter l'emploi d'aucun support, pinces ou autres accessoires.

Toutes les manœuvres : alimentation, mise en marche, changements de flacons, prélèvements d'échantillons en marche, etc., sont très simples et se font en quelques secondes.

Distillation continue, rapide et régulière avec facilité de fractionnement.

Minimum de surchauffe du produit distillé grâce à la faible hauteur de l'alambic et à la forme spéciale donnée au fond de celui-ci.

Réduction des résidus au strict minimum, et augmentation sensible des rendements grâce à la distillation continue et à l'absence de surchauffe.

Amélioration de la qualité des produits distillés par suite de la diminution de durée des distillations et de l'absence de surchauffe.

Possibilité de vérifier chaque portion de fractionnement au fur et à mesure de sa distillation, en pleine marche et sans ralentir l'opération.

Possibilité de mettre l'appareil entre les mains d'un ouvrier quelconque, même dépourvu de connaissances techniques spéciales.

Cet appareil, dont des exemplaires industriels fonctionnent depuis plusieurs années, est destiné à rendre de grands services aux industries chimiques, car il réalise le type le plus simple et, par suite, le plus pratique d'appareil de distillation dans le vide.

CARACTÉRISTIQUES DE QUELQUES TYPES D'APPAREILS.

Contenance de l'alambic.	Charge en kil. de produit à distiller.	Débit à l'heure en distillation fractionnée.	Débit à l'heure en distillation simple.	Hauteur totale de l'alambic avec le col.	Diamètre de l'alambic.
litres.	kil.	kil.	kil.	millim.	millim.
17	10 à 11	4 à 6	10 à 12	360	300
68	45 à 55	10 à 15	30 à 35	540	480
136	100 à 110	17 à 22	50 à 60	750	570

RÉSULTATS INDUSTRIELS.

Nous donnons dans le tableau ci-dessous quelques exemples des résultats obtenus dans la distillation de quelques huiles essentielles odorantes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces chiffres sont ceux obtenus dans la pratique industrielle, c'est-à-dire par le traitement rapide et continu de grandes quantités de matières et par l'emploi exclusif de la main-d'œuvre ouvrière.

	Rendements p. 100				
Nature des distillations.	Eau.	Produits distillés.	Résidus.	Pertes.	Produit commercial.
Rectification de girofle brute pour blanchir. .	0,25	97	2,7	0,2	97
Fractionnement de citronellol brut	»	94,1	5,1	0,8	»
Fractionnement de citronelle pour géraniol. .	»	97,6	1,6	0,8	»
Rectification de thym rouge pour blanchir. .	0,63	97,27	1,9	0,16	97

Les prix de revient des rectifications continues dans le vide, — obtenues au moyen de cet appareil, — comparés aux prix de revient des rectifications des mêmes huiles essentielles par la méthode actuelle — entraînement par la vapeur d'eau — représentent une économie de plus de 80 p. 100, économie qui peut atteindre et même dépasser 90 p. 100.

EMPLOIS DE L'APPAREIL DANS LES LABORATOIRES.

Les premières applications caractéristiques de l'appareil ont été faites tout d'abord dans plusieurs laboratoires.

Les difficultés de montage des distillations simples dans le vide sont bien connues des chimistes et l'on sait combien la conduite de ces distillations est délicate et exige de soins et d'attention.

Quant aux distillations fractionnées continues dans le vide, ces opérations présentent de telles difficultés pratiques que la plupart des chimistes s'en abstiennent et se privent ainsi, dans beaucoup de cas, d'une précieuse et rapide méthode de préparations de recherches et même d'analyses.

Les appareils de laboratoire d'une contenance variant de 2 ou 3 kilos jusqu'à 10 à 15 kilos et au delà occupent une largeur d'environ 60 centimètres en ordre de marche, c'est-à-dire avec le fourneau ou le bain-marie, l'alambic et le réfrigérant. De plus, toutes les observations et mesures de pressions et de températures se font directement à la hauteur de l'œil avec la même facilité que toutes les autres manœuvres opératoires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES

RAPPORT présenté par **M. A. Livache**, au nom du *Comité des Arts chimiques*, sur une étude de **M. L. Greilsamer : *Le vernis de Crémone.***

On s'est bien souvent demandé quelle était la composition du vernis qu'employaient les luthiers du XVI^e^ siècle, car on prétend généralement que les qualités remarquables de leurs instruments sont dues à ce vernis ; mais jusqu'à présent on n'a pas de renseignements précis à cet égard.

Ce que l'on sait bien, c'est qu'un violon *en blanc*, c'est-à-dire non verni, à un son assez fort, mais diffus et sans qualité, qui va bientôt en s'affaiblissant. Si, au contraire, ce violon est enduit d'un vernis, ses qualités de son sont complètement modifiées ; mais ce vernis doit avoir des qualités toutes spéciales, car, ont remarqué les luthiers les plus expérimentés, s'il est trop dur, il produit des sons secs et criards ; si, au contraire, il est trop pâteux ou trop épais, les sons sont sourds et sans éclat.

M. L. Greilsamer, qui a une grande compétence en lutherie, publie une étude des plus documentées en vue de retrouver la composition de ce vernis. Si l'on est un peu déçu en n'y trouvant aucune conclusion ferme, on doit toutefois reconnaître que, pour la première fois, on a un résumé des plus complets sur tout ce qui a été tenté jusqu'ici pour retrouver le vernis de Crémone.

M. Greilsamer commence par établir, d'après les contemporains des grands luthiers Sigismond Maler et Stradivarius, dont les violons sont si célèbres, qu'ils ne faisaient pas eux-mêmes leur vernis, mais qu'ils laissaient à leurs aides le soin de le préparer ; ils ne semblaient donc pas lui attribuer une énorme importance. Il fait également remarquer que, dans les documents de l'époque, il y a un manque complet de renseignements sur les anciens vernis italiens ; aucun ouvrage, jusqu'à la fin du XVIII^e^ siècle, ne donne de formule de vernis pour les violons, quoique l'on y trouve des recettes pour les emplois les plus variés ; et il arrive naturellement à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conclusion que c'est dans un procédé commun du temps que s'est prise la formule des vernis à instruments à archet.

L'auteur est donc amené à étudier les drogues sèches ou liquides alors employées et la manière de les mélanger pour en faire du vernis. Cette étude, bien documentée, est très curieuse, d'autant plus qu'elle est complétée par les recettes des vernis les plus anciens relevés dans le traité du moine Théophile, au XII^e^ siècle, et d'autres vieux ouvrages où les luthiers pourraient les avoir rencontrés. Nous voyons ainsi les recettes données par Alexis Piémontais, en 1550, dans les *Secrets des Arts*, par Fioravanti, en 1564, dans le *Miroir universel des Arts et des Sciences*, par le F. Dominique Anda, en 1663, dans son *Recueil des Secrets Merveilleux*, par Zahn, en 1685, dans son *Oculus Artificialis*, etc., etc. Mais il faut avouer que l'on n'y trouve aucune recette pouvant donner un vernis à propriétés particulières.

La question, à vrai dire, avait déjà fait l'objet de nombreuses recherches, au XIX^e^ siècle, de la part de Lupot, de Savart, de Mailand, de Grivet, de Reade, etc., et M. Greilsamer n'a pas négligé d'étudier les vernis recommandés par ces auteurs.

Il a étudié d'une façon toute particulière le procédé de Mailand qui, en 1859, avait annoncé qu'il avait retrouvé le vernis de Crémone. Mailand partait des deux principes suivants : le premier, que les vernis anciens étaient à base d'essence, et le second, que leurs colorants étaient des résines naturellement colorées. Les essences devaient être celles de lavande, d'aspic et de romarin, et les matières résineuses devaient être le sang dragon, le santal rouge et la gomme gutte, la dissolution se faisant par l'intermédiaire d'alcool.

Que donnerait une telle recette, il est difficile de s'en rendre compte. Du reste, Mailand, y apportant de nombreuses modifications, s'est finalement arrêté à un vernis composé d'essence de térébenthine oxydée à l'air, de matières résineuses colorantes choisies suivant la couleur que l'on désire avoir, d'une résine ordinaire soluble dans l'essence, telle que le mastic en larmes (qui, cependant, ne se dissout totalement qu'à chaud) et le Dammar friable, enfin d'une petite quantité d'huile de lin non cuite ayant au moins une année de fabrication; avant d'appliquer ce vernis, Mailand faisait un encollage avec une solution de gomme gutte. Depuis, M. Fry, en modifiant un peu cette recette, a pu obtenir le dichroïsme que possède le vernis italien de la bonne époque.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A propos de ce vernis, M. Greilsamer fait remarquer que l'expérience et le temps pourront seuls faire connaître sa valeur, mais il ajoute, avec raison selon nous, qu'il ne voit guère de différence entre la pâte d'un vernis ainsi obtenu et celle de n'importe quel vernis courant à l'essence et à l'huile de lin.

Nous espérions que la question, qui n'avait pas encore été élucidée, allait enfin l'être par M. Greilsamer, car, en débutant, il annonçait avoir trouvé un vernis qu'il considérait comme identique à celui dont se sont servis les anciens luthiers italiens; malheureusement, il se borne à dire qu'une telle publication trouvera plus tard son heure.

Mais, si M. Greilsamer ne nous donne pas encore la composition du vernis de Crémone, il faut reconnaître, néanmoins, que cette étude historique et critique réunit tous les documents pouvant mener à une solution, si tant est que le secret soit dans la composition du vernis et non dans la manière de l'appliquer.

Pour cette raison, votre Comité des Arts Chimiques vous demande de voter l'insertion du présent rapport dans le Bulletin de la Société.

Signé : A. Livache, *rapporteur.*

Lu et approuvé en séance le 23 juin 1911.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES

FILTRES A PATES POREUSES ET BOUGIES COLLODIONNÉES

par **M. Francisque Grenet** (1).

MESSIEURS,

Je vais avoir l'honneur de vous entretenir de quelques particularités concernant les bougies filtrantes en terres poreuses, en porcelaine, que les travaux de Charles Chamberland ont introduites dans la pratique courante.

De tout temps, les peuples se sont préoccupés de la qualité des eaux et de la préservation de leur pureté.

Dans ces trente dernières années, des efforts continus ont été faits par de nombreux observateurs et savants pour déterminer les impuretés des eaux et arriver à y remédier.

Les résultats qui ont été obtenus donnent toute satisfaction.

Chaque innovation, soit scientifique, soit industrielle, a des précédents; il en est de même des inventions destinées à purifier les eaux, aucune d'elles n'est absolument neuve. Chamberland, qui a fait entrer dans la pratique l'appareil qui porte son nom et qui tient une si grande place dans l'hygiène moderne, a eu, lui aussi, des précurseurs.

Ainsi, par exemple, sans remonter plus haut, je citerai les essais de Nadault de Buffon en 1857, qui se servait de cylindres en pâte poreuse, filtrant du dehors en dedans, pour, disait-il, améliorer les eaux; à cette époque, il n'était pas question de microbes.

Plus tard, le professeur Hoppe-Seyler, M. Armand Gautier, ont eu également l'idée d'appliquer à la filtration des liquides des parois poreuses en porcelaine dégourdie; bien antérieurement déjà, au laboratoire de Pasteur, on se servait dans le même but de plaques en plâtre et notamment M. le docteur Roux en 1876 employait de gros tuyaux de pipe pour la filtration de liquides chargés de microbes; mais c'est Charles Chamberland, dans le but spécial de la puri-

(1) Communication faite en séance le 10 février 1911.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fication des eaux potables, qui, guidé par les idées et les travaux du grand Maître, a résolu pratiquement cette question et c'est avec juste raison que le filtre porte son nom.

Charles Chamberland était un esprit des plus distingués; doué d'une grande instruction, il cultivait avec la même facilité les mathématiques, les sciences physiques, la microbiologie; il excellait dans l'art de concevoir les appareils scientifiques, dans leur construction et surtout il les rendait pratiques, ce qui est l'essentiel.

Il fit ainsi pour sa bougie filtrante; à voir ce petit instrument si simple, on ne se doute guère de la somme de travail, des essais sans nombre, de la persévérance et de l'ingéniosité déployées pour arriver à l'établir.

Il reçut l'approbation de Pasteur et cette bougie s'est répandue dans le monde entier où elle a rendu et rend de grands services.

Par quel mécanisme les parois poreuses de ces bougies arrêtent-elles les microorganismes?

Feu l'éminent Émile Duclaux, dont je m'honore d'avoir été le préparateur avant d'entrer chez M. Pasteur, émettait l'hypothèse que les infiniment petits étaient retenus par attraction capillaire dans cette masse poreuse puisqu'on constatait leur absence dans le liquide filtré, et que d'autre part, au bout d'un temps plus ou moins long suivant les circonstances, on les voyait apparaître dans ce même liquide.

Il avait parfaitement raison, mais nous verrons par la suite qu'on peut retenir ces organismes par filtration directe, mécanique.

Avant de poursuivre mon exposé, je me permets de rappeler une expérience instructive sous ce rapport que nous faisait répéter dans un autre but M. Pasteur vers 1873-74, alors qu'il reprenait ses travaux de 1862 sur le vibrion butyrique à propos de ses Études sur la Bière, avec un nouveau dispositif, celui des ballons à deux cols qui se prêtent à maintes modifications et si pratiques pour la culture et la propagation des levures pures, ballons qu'il venait d'imaginer. Voici cet appareil spécial (fig. 1) : B est un ballon à deux cols, T tube plongeant soudé à une des branches et muni d'un robinet R, F petit tube de culture relié au tube T par un caoutchouc et armé d'un tube sinueux A et d'un tube d'ensemencement. Le ballon B, la capsule C et le petit vase F reçoivent un liquide nutritif contenant du lactate de chaux, quelques sels, des cendres de levure; on amène à l'ébullition B et C, de même le liquide de F, ce dernier avec une lampe à alcool. Je passe sur les détails d'une telle manipulation; finalement B est complètement rempli de liquide froid, stérile et privé d'air; on ensemence F au moyen d'une culture précédente, puis en temps voulu B, en manœuvrant le robinet R.

Dès que la fermentation est en pleine activité, on enlève le tube de culture F,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on ajoute en C du mercure, ce qui permet, en obturant le tube de dégage-

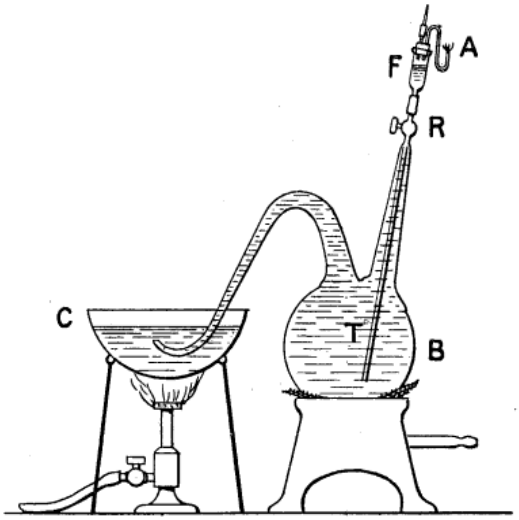


Fig. 1.

ment, d'établir une pression en B, puis on adapte à l'extrémité du robinet R

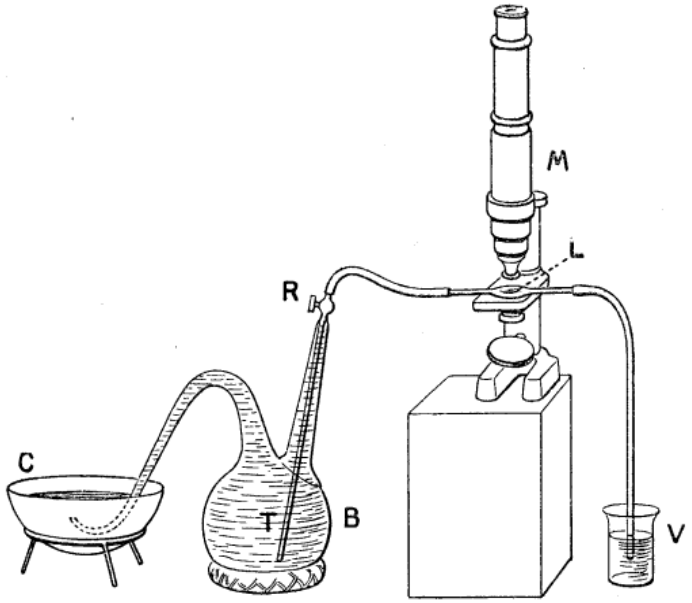


Fig. 2.

(fig. 2) une lentille de Pasteur (fig. 3) en verre extra-mince, que l'on dispose sur la platine d'un microscope; on ouvre le robinet R; sous l'influence de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pression, le liquide s'écoule avec force, remplit la lentille, entraînant débris minéraux et vibrions ; le vase V reçoit l'excédent de la liqueur ; on ferme le robinet R, l'équilibre se rétablit et on observe les vibrions dans leurs évolutions ; dans le champ se trouvent également de petits îlots constitués par des phosphates terreux, du carbonate de chaux, etc., et si un vibrion s'approche par trop près d'une de ces petites masses poreuses, il est happé et retenu.

C'est bien là une vérification de l'hypothèse de Duclaux. Ces observations vont nous servir dans un instant.

En passant, je dois faire remarquer combien cette lentille de Pasteur est commode et pratique pour l'observation au microscope des anaérobies, grâce à sa disposition et à la minceur de ses parois en C; elle constitue également une chambre humide pour les aérobies en ne laissant au centre qu'une pastille de liquide ; on peut y faire circuler à volonté de l'air, des gaz, etc.

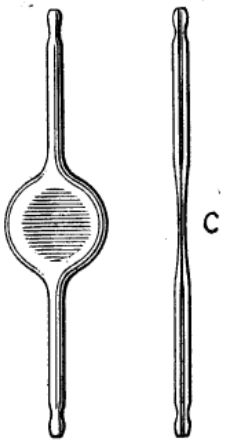


Fig. 3.

Je me suis consacré depuis plusieurs années exclusivement à l'étude des bougies, des matières premières qui entrent dans leur composition, de leur fabrication, à l'essai de nombreuses pâtes et des propriétés spéciales qui en découlent.

Vers la fin de l'année 1908, en expérimentant des bougies stérilisées, froides et sèches, munies à leur téton d'une capsule obturante en caoutchouc et que je plongeais dans de l'eau distillée froide, il me sembla qu'au moment où je dégageais avec précaution la dite capsule, elle était repoussée ; je vérifiai le fait dénotant une pression intérieure. J'adaptai alors (fig. 4) au téton d'une bougie sèche un tube abducteur au moyen de cire Golaz et je la plongeai dans l'eau : instantanément j'observai un dégagement gazeux.

En plaçant une petite cloche graduée sur le tube abducteur jusqu'à cessation de dégagement, puis retranchant le volume de l'eau qui a pénétré dans la bougie de la quantité d'air mesuré, on peut apprécier la capacité poreuse de la bougie. Depuis, j'ai établi toute une technique pour les essais des matières céramiques poreuses dans le détail de laquelle il serait trop long d'entrer.

Voici une bougie sèche (fig. 5) coiffée d'une petite vessie flasque en baudruche, je la plonge dans l'eau et immédiatement la vessie se gonfle.

Poursuivant mes expériences, je fixai au téton d'une bougie sèche (fig. 6) un tube à trois branches de 2 à 3 millimètres de diamètre intérieur, contenant du mercure ; on a ainsi un manomètre à air libre. Plongeant cette bougie ainsi armée dans l'eau, on voit s'élever rapidement la colonne mercurielle dans la grande branche, refoulée par la pression de l'air intérieur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si on opère sur des bougies de pâtes poreuses variées, on observe des ascensions mercurielles plus ou moins rapides et de hauteurs différentes.

La figure 7 représente en coupe (et je reviendrai sur ce dispositif) une bougie sèche remplie de mercure, munie d'un tube plongeant, capillaire, mastiqué au têton et surmonté d'un tube abducteur.

En plongeant dans l'eau la bougie, le mercure s'élève aussitôt et s'écoule au dehors en un jet intense.

De même que dans ce petit verre à pied contenant de l'eau colorée où je

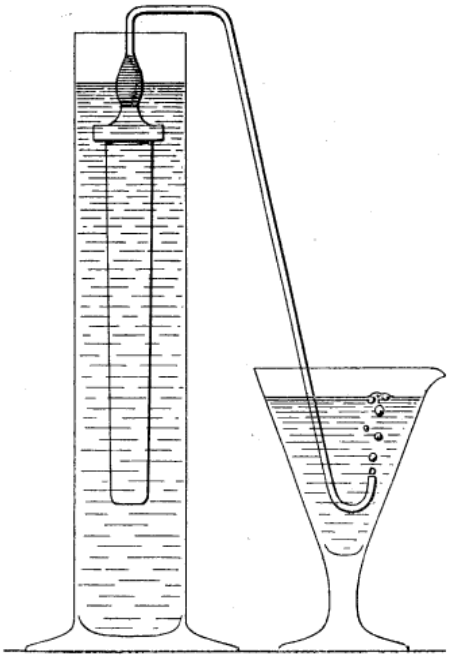


Fig. 4.

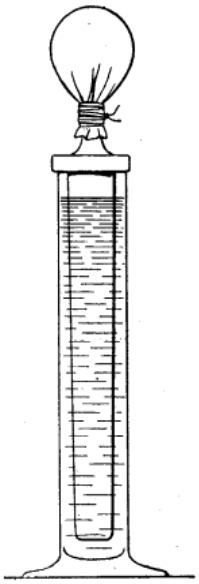


Fig. 5.

plonge ce faisceau de tubes capillaires de différents diamètres (fig. 8) et où nous voyons le liquide ascensionner plus ou moins rapidement et à des hauteurs variables suivant le diamètre des capillaires; de même, dans les bougies filtrantes et d'après les expériences précédentes, nous avons la sensation réelle de la pénétration rapide et impétueuse de l'eau dans la masse poreuse des bougies : liquides et microbes sont entraînés comme dans l'expérience du ballon à deux cols citée plus haut; les causes d'entraînement, certes, ne sont pas les mêmes, bien entendu, mais le résultat est semblable, le phénomène d'attraction capillaire est annihilé. Nous devons en conclure qu'une bougie, pour remplir intégralement sa fonction de bougie filtrante, doit être au préalable com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plètement imbibée d'eau stérilisée et qu'il est plus prudent de ne lui donner

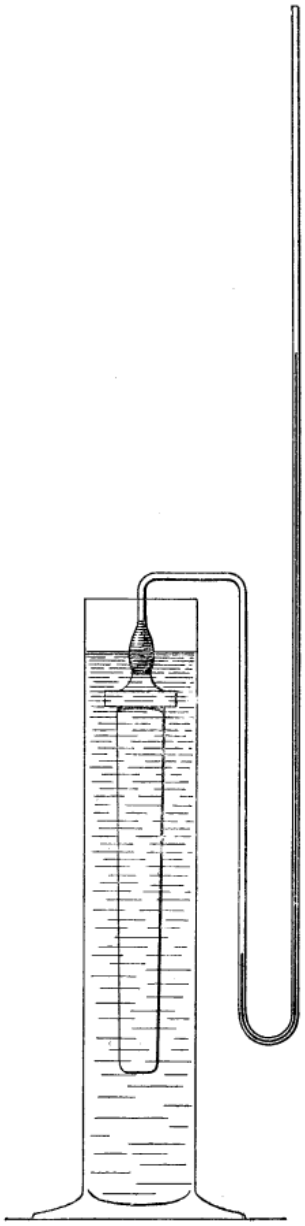


Fig. 6.

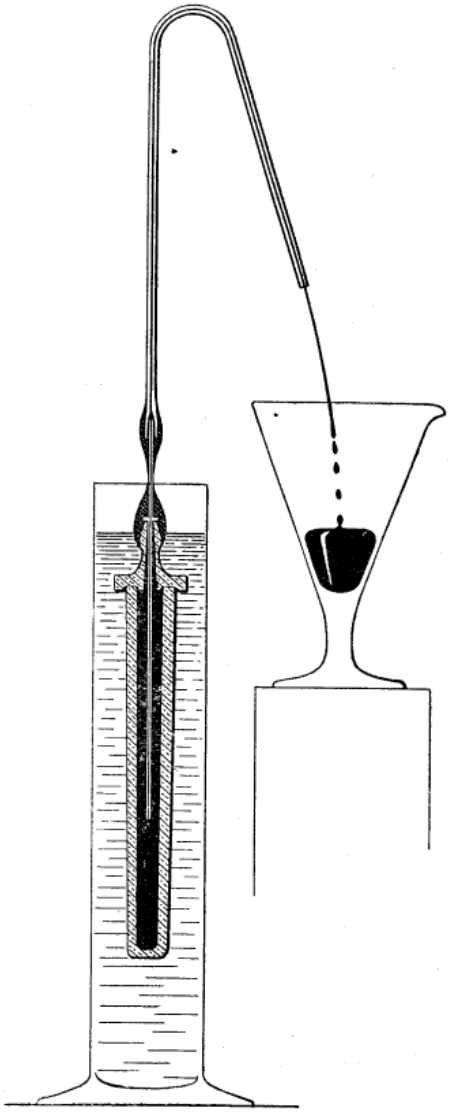


Fig. 7.

la charge ou pression maximum du liquide à filtrer que progressivement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des expériences comparatives, toutes choses égales d'ailleurs, effectuées sur des bougies stérilisées au four, donc sèches, à l'autoclave Chamberland, enfin dûment imbibées d'eau stérile ont démontré l'exactitude du fait. Ces considérations nous donnent l'explication très simple d'une des propriétés

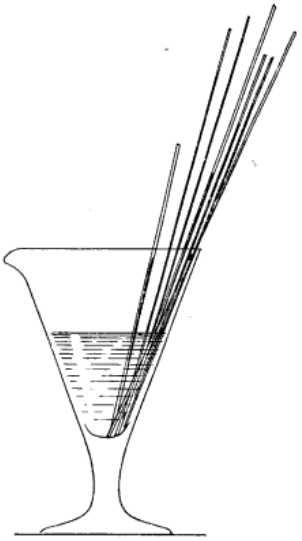


Fig. 8.

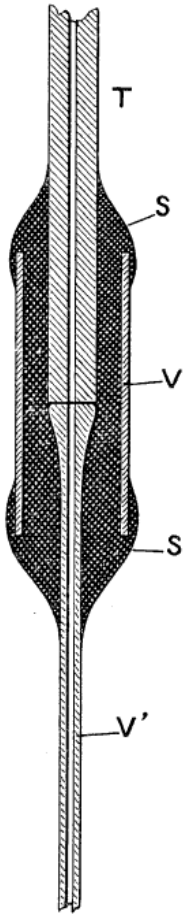


Fig. 9.

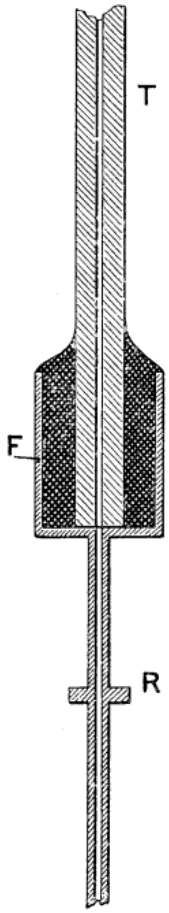


Fig. 10.

caractéristiques des argiles et kaolins. On dit que ces corps happent à la langue : si en effet on en applique un morceau sec ou cuit sur la muqueuse de la langue, l'humidité de cette dernière est aspirée violemment par les canaux capillaires de ces corps, d'où succion ou phénomène de happement.

Pour l'asséchement des plaies, on a employé et on emploie parfois des substances de diverses natures ; certaines de ces terres poreuses, et j'en ai expérimenté qui absorbent jusqu'à 70 p. 100 de leur poids de liquide, pour-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

raient très bien convenir pour cet usage, elles ont cet avantage sur les matières organiques employées dans ce but de pouvoir être calcinées à des centaines de degrés, offrant par conséquent avec sécurité toute facilité de manipulation.

Ascensions mercurielles. — Les variations de la colonne mercurielle dans le tube à trois branches, observées au début sur de nombreuses bougies, m'avaient donné de très utiles indications, mais le volume d'air de l'intérieur de la bougie par rapport à celui occlus dans la paroi poreuse avait un pouvoir amortisseur trop considérable; j'eus alors l'idée de remplir complètement de mercure une bougie sèche, d'y plonger à l'intérieur à mi-hauteur un tube capillaire mastiqué au téton et se prolongeant à l'extérieur, puis d'immerger verticalement cette bougie dans l'eau et d'observer l'ascension manifestée.

Après de nombreux tâtonnements, j'adoptai le tube de 1 millimètre de diamètre intérieur; dans un tel tube, 1 centimètre cube de mercure occupe une longueur de 117 cm. 5.

Au début (et je donne ces détails pour les personnes qui occasionnellement désireraient procéder à un essai), le tube plongeant V′ provenait d'une canne de verre étirée (fig. 9); pour pouvoir pénétrer par le col du téton de la bougie, il était réuni au moyen d'un manchon en verre V et de mastic Golaz S,S au tube d'ascension T. Ce dispositif susceptible de déformation est assez difficile à réaliser.

J'eus alors recours à une sorte de cupule cylindrique en verre à laquelle était soudé le tube plongeant et scellé le tube capillaire.

Peu après (fig. 10), je substituai au verre une armature en fer F ; R est une petite rondelle métallique pour former arrêt sur l'orifice du téton.

Néanmoins ce modèle plus résistant offrait encore des difficultés pour l'obtention d'un centrage exact des deux tubes capillaires et d'une étanchéité parfaite malgré les différents mastics et ciments essayés.

Enfin, je pus réaliser un mode opératoire simple et pratique : on souffle une sorte de réservoir thermométrique à une extrémité du tube capillaire (fig. 11), puis on en sectionne une partie ; on y fixe un tube d'acier B (fig. 12) de 1 millimètre de diamètre intérieur et de 3 millimètres d'épaisseur au moyen de mastic Golaz D ; on obtient ainsi des tubes ascensionnels (fig. 12 *bis*) pouvant servir à de nombreux essais.

La figure 13 montre en grandeur naturelle l'appareil prêt à fonctionner : T, tube capillaire manométrique de $1^m,25$ centimètres à $2^m,30$ centimètres de longueur auquel est fixé en D au moyen de mastic S′ le tube en acier, plongeant jusque vers la moitié environ de la hauteur intérieure de la bougie sèche C,C remplie de mercure; R est la petite rondelle d'acier formant arrêt à l'extrémité du téton B ; S,S mastic assurant l'obturation absolue du système.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour effectuer cette manipulation, on prend la bougie sèche, on enrobe à

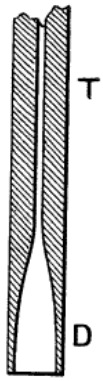


Fig. 11.

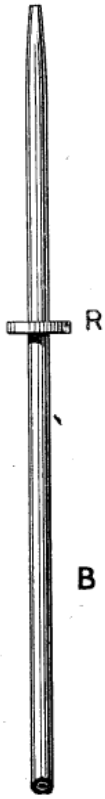


Fig. 12.

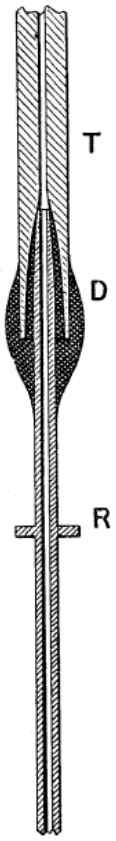


Fig. 12 *bis*.

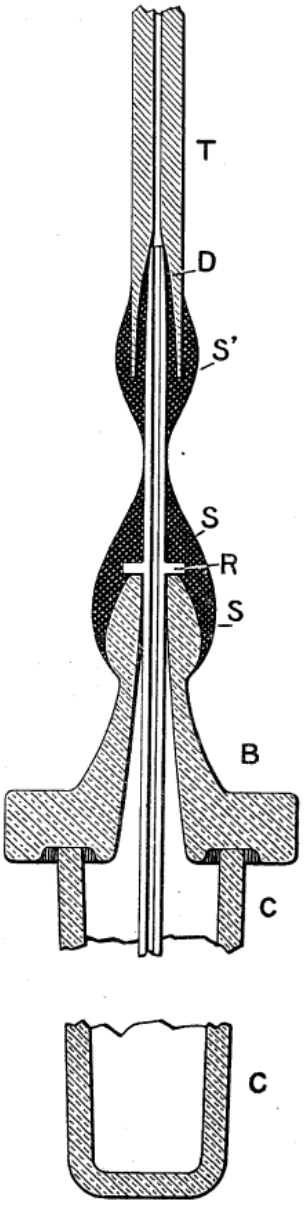


Fig. 13.

chaud l'olive du téton d'une couche mince de mastic, puis on la place (fig. 14),

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

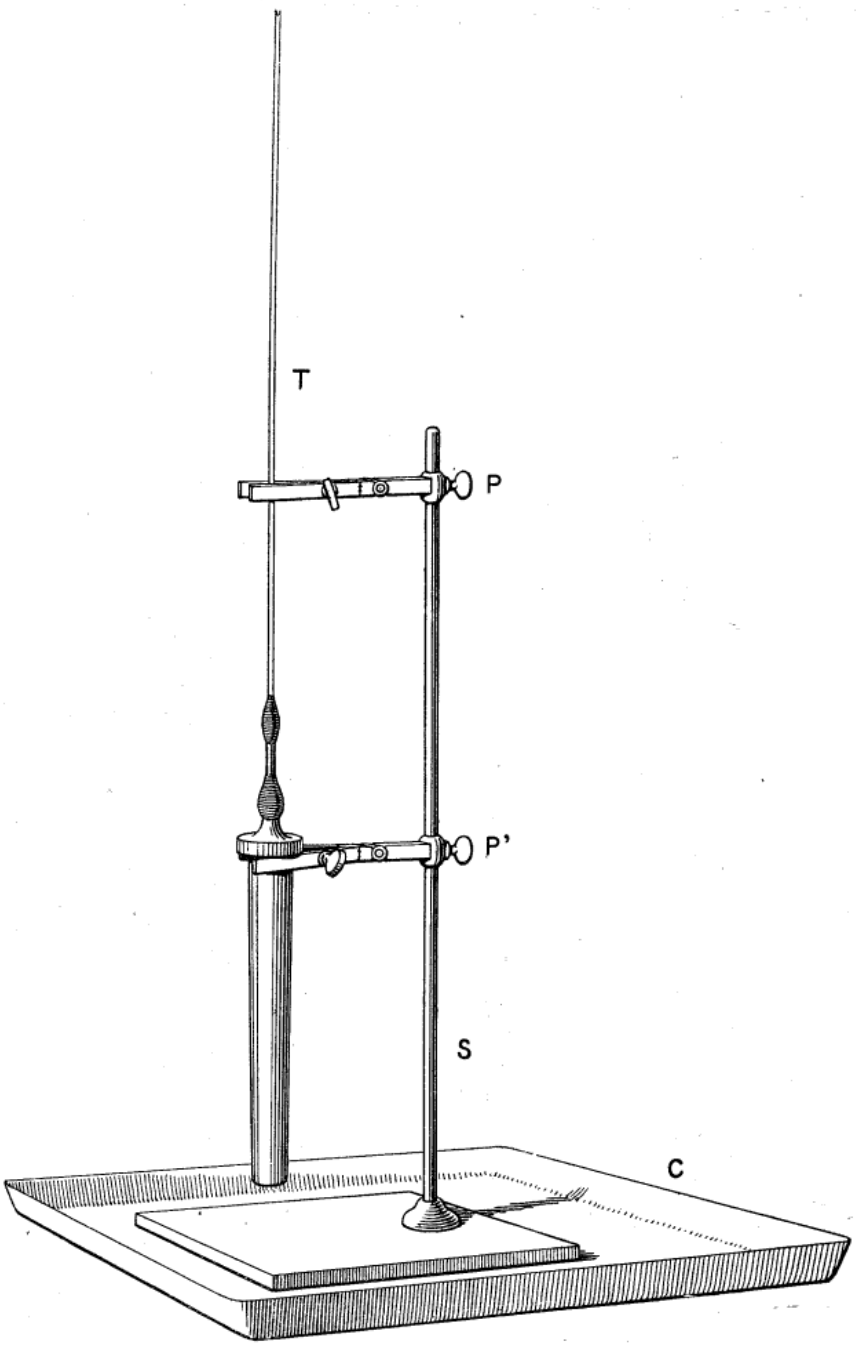


Fig. 14.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur une pince spéciale P′ du support S sur laquelle elle peut tourner librement tout en restant parfaitement verticale; on la remplit de mercure, on y enfonce lentement le tube plongeant dont la rondelle d'arrêt a été au préalable garnie à chaud d'une boulette de mastic ; le mercure en excès s'échappe et est recueilli dans la cuvette C ; un léger coup de brosse sur le mastic débarrasse le téton des gouttelettes de mercure, puis au moyen d'un bâton de mastic et par l'emploi du couteau à lame flexible des laboratoires que l'on chauffe à volonté, on procède à la soudure ; on obtient ainsi l'olive S,S de la figure 13. La pince P maintient rigoureusement centré par rapport à l'axe de la bougie le tube T.

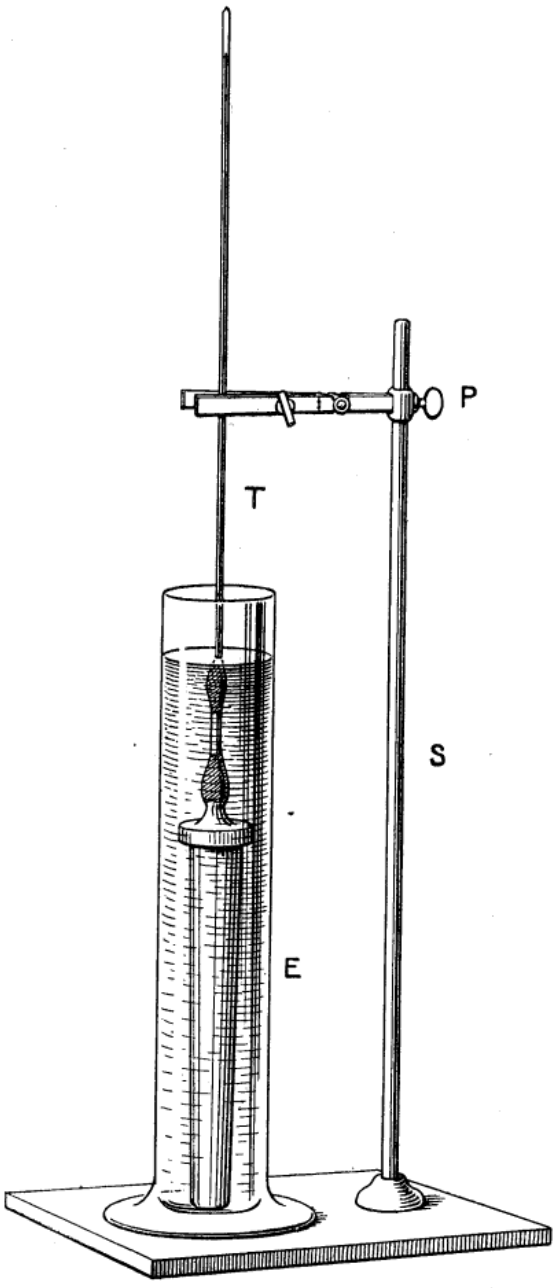


Fig. 15.

La soudure étant refroidie, on immerge la bougie dans une éprouvette E remplie d'eau distillée ainsi que le montre la figure 15 : immédiatement, par suite de la pénétration de l'eau dans les capillaires de la masse poreuse, l'air est refoulé à l'intérieur de la paroi de la bougie, fait pression sur le mercure qui s'élève dans le tube manométrique à une hauteur en rapport avec le diamètre des capillaires ; cette ascension mercurielle est plus ou moins rapide et de hauteur variable suivant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le degré de porosité des bougies ; à un moment donné l'équilibre est établi et on peut mesurer la hauteur de la colonne mercurielle.

Il est facile de mettre en évidence les espaces occupés respectivement par l'eau et l'air dans ces expériences ; pour cela, il suffit de plonger une bougie sèche ainsi armée dans de l'eau distillée chargée de chlorhydrate de rosaniline ; après quelques heures d'immersion, on démonte le système et on rompt la bougie : on voit nettement sur les sections la couche poreuse envahie et colorée par l'eau, et celle incolore du matelas d'air comprimé entre l'eau et le mercure.

Dès qu'un essai est terminé, on fait écouler une partie du mercure par le tube en l'inclinant, puis en chauffant la soudure S,S (fig. 13), on libère le tube d'ascension et son armature : ce tube doit toujours être maintenu dans un grand état de propreté.

En examinant par ce procédé des bougies de diverses natures, on constate qu'il y a de grandes différences dans les ascensions mercurielles ; ainsi on en trouve en pâtes grossières dont cette ascension n'est que de 18 à 20 centimètres de mercure, tandis que d'autres arrivent jusqu'à deux mètres, avec les intermédiaires entre ces deux extrêmes (1).

On remarque également que, suivant les matières premières employées pour la fabrication des bougies et leur mode de préparation, elles filtrent les liquides plus ou moins vite, ce qui indique que les canaux capillaires n'ont pas les mêmes dimensions ; il peut même arriver qu'il y ait des canaux d'un diamètre tel que les organismes ne soient pas intégralement retenus par l'attraction capillaire et laissent cheminer quelques organismes qui traversent alors les parois de la bougie.

La différenciation entre ces bougies d'aptitudes filtrantes diverses est une question d'une grande importance, tant pour les besoins domestiques que pour les recherches scientifiques, et nous pensons que l'emploi judicieux de la méthode ci-dessus décrite permet de résoudre cette question.

Détermination du diamètre des pores d'une paroi filtrante. — Avant de donner un exemple du calcul de la dimension des pores des parois filtrantes, je crois devoir rappeler qu'en 1670, Borelli avait montré que la hauteur moyenne dont un liquide s'élève ou s'abaisse dans un tube capillaire est inversement proportionnelle au diamètre (expérience fig. 8).

En 1712, James Jurin, médecin et mathématicien anglais, établit expérimentalement la loi qui porte son nom et que l'on peut formuler ainsi :

$$\frac{2\alpha \cos \theta}{r} = h\delta$$

(1) Ces expériences ont été faites également aux conférences.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

α est une constante, c'est ce que l'on appelle de nos jours la constante capillaire de la formule de Laplace et Gauss; c'est une force rapportée à l'unité de longueur.

θ est l'angle de raccordement du liquide avec la paroi.

h est la hauteur de la colonne.

d la densité du liquide.

r le rayon du capillaire.

Cos $\theta = 1$ puisque $\theta = 0$ dans le cas des liquides qui mouillent parfaitement la paroi et justement dans nos expériences d'immersion.

δ, étant l'unité, la densité de l'eau, nous avons

$$h = \frac{2\alpha}{r} \qquad \text{d'où} \qquad r = \frac{2\alpha}{h}.$$

Les considérations théoriques de Laplace et de Gauss sont en accord avec les données expérimentales de Jurin. Adoptons la formule de Laplace communément employée, elle s'exprime par la relation :

$$F = \frac{2A}{R} \qquad \text{d'où} \qquad R = \frac{2A}{F}$$

si l'on admet que les sections des ménisques sont des grands cercles.

Ces deux formules se correspondent, c'est une question de choix des unités.

Prenons pour la constante capillaire 74, chiffre de Hagen et Desains; nous choisissons pour unités le milligramme et le centimètre et procédons à une application :

Voici une bougie qui donne une ascension mercurielle de 100 centimètres de hauteur; ces 100 centimètres valent une colonne d'eau de 1 360 centimètres de hauteur, soit une pression de $1^{kg},360$ grammes par centimètre carré ou 1 360 000 milligrammes; calculons $R = \frac{2A}{F} = \frac{1\,360\,000}{2 \times 74} = 0^{cm},000\,108 = 1\,\mu\,08$ soit $2\,\mu\,16$ pour le diamètre des pores de dimensions maxima, lesquels règlent le phénomène.

Supposons une bougie à pores plus fins et donnant par exemple une ascension de 140 centimètres de hauteur, perçons par la pensée dans la paroi un ou plusieurs canaux de $2\,\mu\,16$, nous verrons la colonne s'abaisser et s'arrêter à 100 centimètres de hauteur, et cela est si vrai qu'on observe parfois de minimes fuites d'air sur le téton provenant du matelas d'air comprimé, fuites révélées par le dégagement de petites bulles d'intensités différentes; la colonne mercurielle s'abaisse alors progressivement et les plus fines bulles cessent successivement par ordre de grandeur; à chaque disparition, on peut lire la valeur du canal capillaire qui alimentait cette bulle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'ai établi un barême qui donne pour des ascensions de 5 en 5 centimètres jusqu'à 225 centimètres les diamètres des pores correspondants.

Nous sommes donc en présence d'une méthode expérimentale permettant la différenciation entre les masses poreuses et les bougies d'aptitudes diverses, de les classer sous ce rapport, en quelque sorte comme on le ferait pour des séries de tamis suivant les dimensions des mailles, et aussi d'arriver à une fabrication régulière de types déterminés, tant par l'emploi de matières différentes et différemment traitées que par le mode de préparation, de cuisson, etc.

Nous avons ainsi obtenu des degrés de finesse de pores tels que l'on peut penser que ce n'est pas seulement l'attraction capillaire qui retient les micro-organismes, mais qu'il y a en outre une véritable filtration au sens propre du mot, les canaux capillaires étant de dimensions inférieures à celles de ces microorganismes.

Les phénomènes capillaires sont à l'ordre du jour et ces bougies à pâtes déterminées peuvent devenir des instruments précieux d'étude ; on peut les utiliser à la préparation des parois semi-perméables pour les recherches de pression osmotique et encore pour la filtration et le fractionnement par diffusion des gaz.

Appliquant les mêmes principes à l'étude et à la préparation de pâtes destinées à recueillir quantitativement les précipités chimiques, nous avons pu réaliser des entonnoirs sur les diaphragmes poreux desquels, quoique filtrant rapidement, sont intégralement retenues les substances les plus fines qui traversent fréquemment les filtres en papier, tels que le sulfate de baryum, l'oxalate de calcium, etc. ; l'opération s'effectue en quelques instants à l'aide d'une trompe, lavages compris. Ces filtres peuvent être séchés à l'étuve ou chauffés au moufle avec les précautions usitées pour les vases en porcelaine ; ils se prêtent donc à l'analyse quantitative, qu'il faille ou sécher ou calciner la substance à doser ; ils remplacent avantageusement les filtres en papier, les tampons d'amiante ou de coton.

Les substances recueillies se déposant à la surface du diaphragme filtrant peuvent être facilement enlevées après la pesée, soit à l'état sec, soit au moyen d'un lavage et par l'emploi d'une petite brosse ; l'entonnoir sert indéfiniment ; pour les matières organiques, la calcination suffit.

Nous avons établi deux types de ces entonnoirs : l'un, modèle A (fig. 16), en porcelaine vernissée, possède un diaphragme poreux D soudé céramiquement aux parois de l'entonnoir ; il s'emploie plus spécialement pour les analyses quantitatives.

L'autre, modèle B (fig. 17), a un diaphragme D′ dont la pâte poreuse embrasse sans s'y appliquer la forme conique de l'entonnoir, étant soudée au rebord de celui-ci ; il est à grande surface filtrante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chaque entonnoir est muni de deux ergots E rapprochés, qui combinés avec la pointe d'écoulement taillée en sifflet, assurent leur stabilité, soit sur la table, soit sur le plateau des balances.

Ces entonnoirs peuvent aussi servir à filtrer des liquides plus ou moins visqueux, pour obtenir par exemple des sérums et des liquides physiologiques limpides.

Lorsqu'on veut donner à ce dispositif une puissance épurante plus grande, on peut en collodionner la surface poreuse, ainsi qu'il en sera parlé à la fin de cette conférence ; on a alors une filtration parfaite retenant tous les germes et les corps colloïdaux.

Ces appareils peuvent remplir des conditions multiples, étant appliqués à

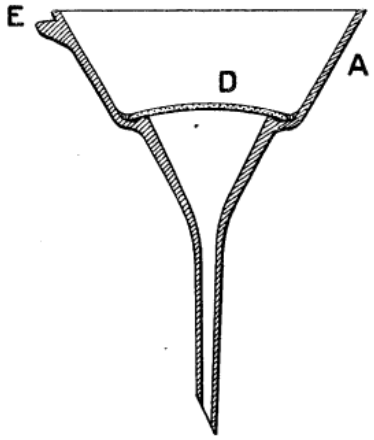


Fig. 16.

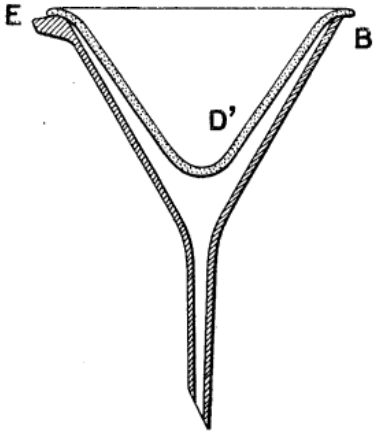


Fig. 17.

l'analyse courante ou à des analyses spéciales, telles celles de la cellulose, du lait, des glucoses par la méthode de M. G. Bertrand, etc., ainsi qu'à des préparations et purifications de liquides artificiels et naturels. A ce dernier point de vue, ils sont les adjuvants tout désignés des *Filtres Chamberland* dans le cas où l'on ne dispose que de faibles quantités de substances.

Débit des bougies. — Il est très variable puisqu'un certain nombre de facteurs interviennent. Envisageons des bougies de même surface filtrante et tout d'abord d'une pâte déterminée : le débit diminuera avec l'épaisseur croissante des parois, la résistance au passage du liquide augmentant avec la longueur des canaux ; il augmentera avec la pression, cela se conçoit, mais non dans des proportions que l'on pourrait préjuger de prime abord, et aussi avec la température qui a pour effet de diminuer le degré de viscosité de l'eau qui est très appréciable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si nous comparons, toutes choses égales d'ailleurs, des bougies de pâtes de porosités différentes, le débit sera d'autant plus accentué que le diamètre des pores sera plus grand et par conséquent l'ascension mercurielle, à l'essai, plus faible.

Mais c'est surtout la nature des eaux dites potables avec la variation, la quotité des matières, l'état sous lequel se présentent ces matières, qui est le facteur le plus important du débit des bougies et de sa continuité. Comme exemple, je vous montre ce flacon contenant un liquide visqueux, noirâtre, chargé de substances organiques ; ce magma provient des nettoyages successifs de bougies ayant filtré de l'eau dite du Château, à Bellevue, eau presque toute d'origine de surface de la forêt ; le débit de mêmes bougies et pour une même pression est de trois à quatre fois moindre à Bellevue qu'en certains points de Paris.

Les matières de grande finesse charriées par les eaux, alors même qu'elles paraissent limpides, ont une influence marquée sur le débit et cette influence est très variable suivant la provenance des eaux et la composition de leurs dépôts.

Y aurait-il une méthode déjà connue qui permettrait le calcul des débits, alors que nous possédons un mode expérimental pour déterminer le diamètre des pores, c'est-à-dire des tubes ou canaux filtrants ? Je ne le pense pas.

Il existe une loi dite de Poiseuille du nom du physicien qui l'a établie en 1842. Elle s'exprime par la relation :

$$V = \frac{\pi P}{8\eta L} R^4 T$$

V est le volume du liquide qui passe en un temps T à travers une section du tube dont la longueur est L, le rayon R, pour une viscosité η sous l'action d'une pression P.

Ce qui signifie que le débit varie comme la quatrième puissance du rayon, proportionnellement à la pression et au temps et inversement à la longueur et du coefficient du viscosité.

Si par exemple les rayons de deux tubes sont entre eux dans le rapport 1 sur 2, toutes choses égales d'ailleurs, les débits seront dans le rapport 1 sur 16.

Mais cette loi est seulement applicable à des tubes droits et lisses : en effet, le physicien anglais Eustice ayant simplement contourné un tube de même longueur, de même section, toutes choses égales d'ailleurs, a obtenu des résultats différents et encore plus accentués en modifiant les directions du tube.

A plus forte raison peut-on soupçonner les mêmes irrégularités dans les masses poreuses des bougies où les canaux sont enchevêtrés.

Si j'en avais la possibilité, voici comment je rechercherais la solution de ce problème : j'installerais dans une tour, à la partie supérieure, un réservoir d'eau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

distillée à niveau constant R (fig. 18), desservi par un réservoir R′; ce réservoir R alimenterait un tube vertical T muni d'ajutages A, A, A, espacés de 5 en 5 mètres par exemple sur lesquels on brancherait successivement une même bougie de porosité connue ; on la ferait fonctionner un même temps déterminé à chaque stade; en répétant de nombreuses expériences sur différentes bougies types, il serait possible, en tenant compte du degré de porosité, de la température, de la pression, de la surface mise en jeu, etc., de construire des courbes et par là même en déduire une loi spéciale à ces appareils. Il serait intéressant d'étudier avec ces bougies étalonnées les eaux de différentes régions, toutes choses égales d'ailleurs, ce qui fournirait de précieux enseignements sur la nature intime des dites eaux; en effet, deux eaux peuvent être rapprochées par l'analyse et donner des différences appréciables à l'écoulement, modifiées qu'elles sont dans leur viscosité par des substances peu ou point soupçonnées et connues.

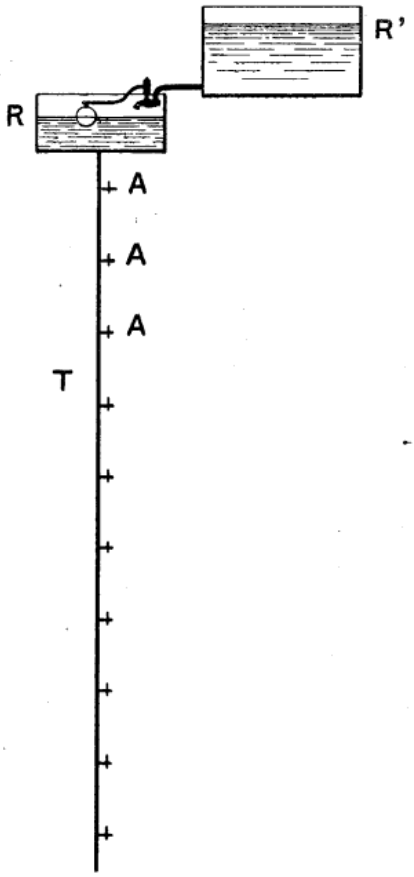


Fig. 18.

Montage des bougies. — L'usage des bougies Chamberland est si répandu qu'il me suffit de vous les présenter brièvement : ces cylindres en pâte filtrante, légèrement tronconiques, fermés à leur base, sont pourvus à l'autre extrémité de tétons ou ajutages émaillés adaptés par collage céramique au corps de la bougie ; ces tétons servent de collecteur pour les liquides filtrés et varient de forme suivant les appareils auxquels doivent être adaptées les bougies. Voici (fig. 19) divers modèles de bougies Chamberland :

1 bougie grande embase.
2 — petite embase.
3 — sans embase pour usages spéciaux.
4 — de Laboratoire avec embase.
5 — — sans embase.
6 — à deux tubulures.
7 — pour filtre dit Princeps.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un téton n'est pas représenté ici, il est plat et légèrement tronconique à la partie inférieure de l'embase, il est soudé aux bougies destinées aux filtres multiples (fig. 24 et 25).

Voici (fig. 20) en coupe le premier filtre imaginé par Charles Chamberland : à un robinet soudé à la conduite d'eau est vissé en E un tube en bronze nickelé D; la bougie filtrante A est introduite dans ce tube, et, grâce à son embase et à une rondelle de caoutchouc, elle est assujettie et serrée au tube au moyen d'un raccord à vis C. En ouvrant le robinet, l'eau pénètre dans le tube, filtre au travers des parois de la bougie A en abandonnant ses impuretés, et

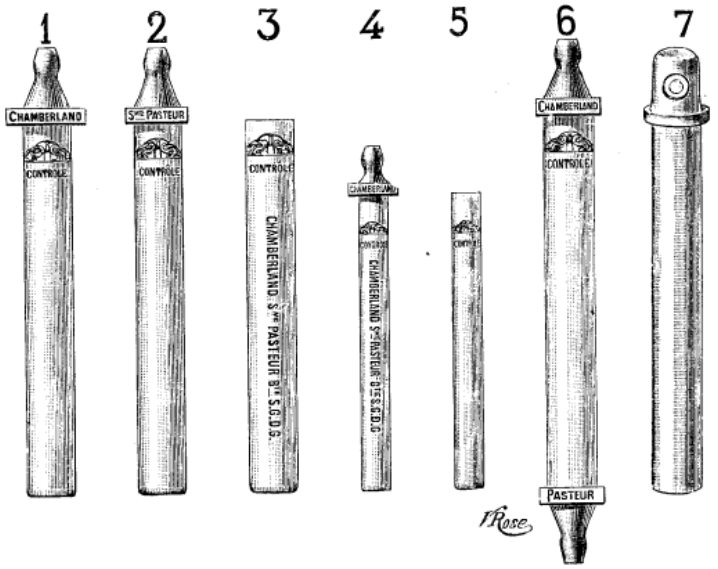


Fig. 19.

s'écoule pure par l'orifice du téton en B, et est recueillie, soit dans des carafes, soit dans des tonnelets en verre.

Mais il peut arriver que, soit par suite d'un serrage insuffisant ou de l'usure du caoutchouc, il y ait en C une fuite plus ou moins importante; dans ce cas, de l'eau non filtrée peut se mélanger avec celle émise par la bougie; ce fait n'avait pas échappé à la sagacité de Charles Chamberland, aussi établit-il une nouvelle disposition pour parer à cet inconvénient : l'eau à filtrer (fig. 21) arrive à la partie inférieure du tube, filtre au travers de la bougie, ascensionne et s'écoule à la partie supérieure par le tube T; dans l'hypothèse d'une fuite au raccord C, l'eau originelle ne peut se mélanger à l'eau pure filtrée.

La figure 22 présente cette même disposition de sécurité avec cette différence que le tube est en porcelaine au lieu d'être métallique, et que la bougie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'est pas assujettie au tube par un raccord à vis : le téton modifié dans ce but est du type 7 (fig. 19); l'étanchéité est obtenue au moyen d'un étrier en bronze à vis de serrage.

Une installation très pratique et rationnelle est la suivante (fig. 23) : on associe deux bougies, la première dans le tube D' arrête les dépôts des eaux ou matières colmatantes; par un tube T, cette eau limpide pénètre dans le tube D où elle subit une deuxième filtration, puis elle s'écoule pure par un tube T' dans le réservoir B.

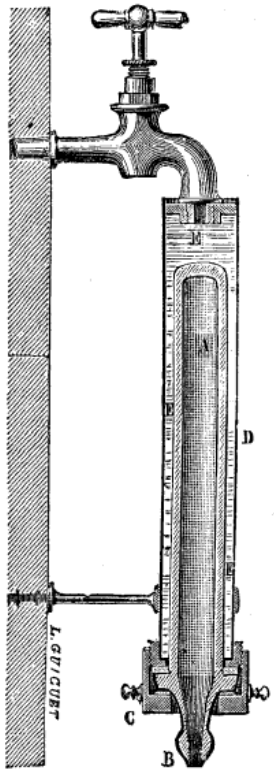


Fig. 20.

On peut apprécier la valeur d'une telle épuration : la première bougie peut être dégrossissante, à fort débit, la deuxième à pores très fins, ou même une bougie collodionnée, type dont il sera question plus loin.

Pour obtenir de grands volumes d'eau filtrée, on installe de véritables batteries composées d'éléments de 3 à 5 tubes porte-bougies (fig. 24). On peut accoupler ces éléments identiques en nombre quelconque (fig. 25), au moyen des brides de raccordement qu'ils comportent; l'arrivée de l'eau a lieu par le collecteur C à la partie inférieure et la sortie de l'eau filtrée par un collecteur supérieur B, B, E.

On peut également et à volonté, ainsi que l'a fait M. le docteur Louis Martin pour l'hôpital Pasteur, associer des éléments dégrossisseurs à d'autres munis de bougies à pores plus fins ou collodionnés.

Les appareils décrits ci-dessus sont branchés directement sur les canalisations des villes ou de réservoirs élevés, ils supportent des charges d'eau très variables suivant les localités et aussi la situation des quartiers, ils sont dits : filtres à pression.

Il est également nécessaire de pouvoir filtrer les eaux des fontaines communes, des cours d'eau, des puits, voire des citernes; on utilise dans ce but des filtres à faible pression ou sans pression.

La figure 26 montre en coupe un élément type dit « le Princeps », à enveloppe en faïence Z; l'eau arrive à la partie inférieure en C, filtre au travers de la bougie Y et s'écoule en F; ce filtre très pratique est mobile, transportable, peut se placer partout sans canalisation d'eau et fonctionner sous une pression des plus minimes ainsi qu'on peut en juger par la figure 27; de plus, on peut associer plusieurs éléments et le transformer en filtre multiple.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Très commode également ce filtre portatif, sans pression (fig. 28), parfaitement accessible et facile à nettoyer; il se compose d'un réservoir en faïence A muni d'un robinet R; à l'intérieur, un second vase indépendant D reçoit l'eau à filtrer et renferme une série de bougies filtrantes B (fig. 28 *bis*), en nombre variable, armées d'un téton spécial et réunies par un collecteur métallique C; l'eau filtre au travers des parois des bougies et s'écoule dans le vase récepteur A par le tube-siphon C'. Au moyen du robinet R, on tire l'eau pure nécessaire à la consommation.

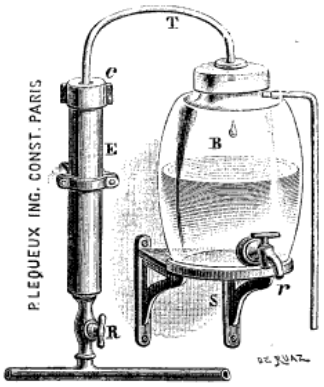
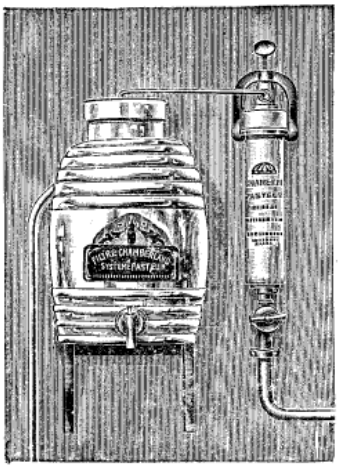


Fig. 21.

Dans le domaine des laboratoires, les bougies filtrantes et surtout les différentes pâtes poreuses, dont on peut fixer la valeur par la méthode décrite plus haut, rendent et sont appelées à rendre d'importants services pour la filtration des toxines et liquides physiologiques, l'arrêt absolu des microbes ou leur séparation.


Fig. 22.

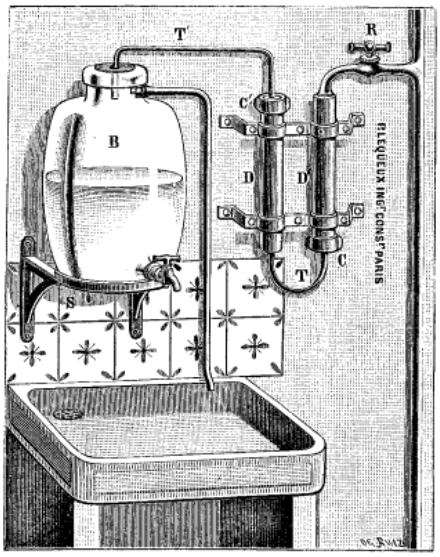


Fig. 23.

Il existe nombre d'appareils pour utiliser ces propriétés filtrantes; on peut y associer les entonnoirs en porcelaine et à diaphragmes poreux décrits plus haut.

Le modèle (fig. 29) de M. le docteur Louis Martin peut être stérilisé tout

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

monté dans l'autoclave Chamberland ; l'appareil étant froid, le liquide est introduit au moyen de l'entonnoir dans le tube contenant la bougie filtrante et, sous l'influence du vide produit par une trompe, il se rend après avoir été filtré dans le réservoir en verre, d'où il est soutiré et distribué suivant les méthodes classiques.

L'appareil (fig. 30) sert pour la filtration et la stérilisation à froid sous de hautes pressions obtenues au moyen d'une pompe de compression P ; le réservoir A, qui alimente le tube porte-bougie H placé au-dessous, peut supporter une pression jusqu'à 35 atmosphères. Je n'insiste pas sur la description de cet appareil, ni sur les manipulations variées auxquelles il peut se prêter.

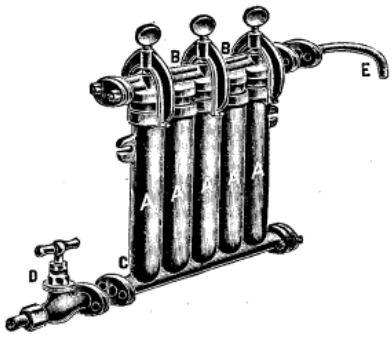


Fig. 24.

Le dispositif (fig. 31) très pratique, imaginé par M. le docteur Louis Martin, permet l'emploi pour des filtrations variées des petites bougies de laboratoire sans embase ; ces bougies ont une ouverture de 10 millimètres, l'épaisseur des parois est d'environ 3^{mm},5, leur longueur de 16 centimètres ; elles sont fabriquées actuelle-

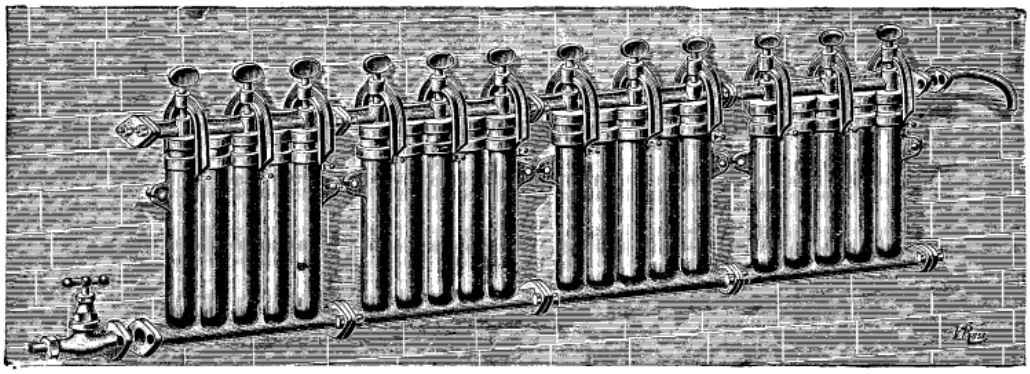


Fig. 25.

ment en plusieurs pâtes de porosités différentes. Le système étant monté, on peut le stériliser en tout ou partie à l'autoclave Chamberland. Le réservoir R est relié par son prolongement à la bougie C au moyen d'un bouchon *b* ; ladite bougie, qui porte à sa partie supérieure une gaine en coton *a*, est entourée par une sorte de tube à essai D à col rétréci qui est lui-même renfermé dans un plus grand E dont le fond est garni de coton supportant D. Ce tube E, obturé par le bouchon B, est mis en communication avec une trompe par la tubulure T ; sous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'influence du vide, la dépression se transmet à la bougie au travers du bourrage en coton *a*, le liquide filtre alors de l'intérieur à l'extérieur et se rassemble dans le tube D. En démontant l'appareil avec soin et retirant prestement la bougie en la remplaçant avec les précautions d'usage par un tampon stérile, D est transformé en tube de culture.

Essais des bougies. — Les bougies récemment fabriquées sont immergées sous une couche d'eau en même temps qu'elles reçoivent à l'intérieur une pression d'air d'environ une atmosphère, ceci pour déceler les défectuosités et fissures s'il en existait; il est en outre nécessaire d'en soumettre les types à diffé-

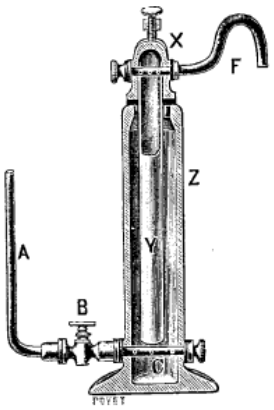
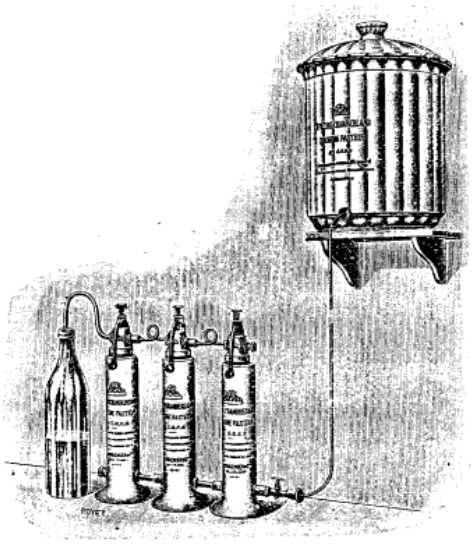


Fig. 26.


Fig. 27.

rentes épreuves, tels leur débit sous des pressions variables, leur résistance au passage de microbes déterminés, le dosage et l'examen des dépôts et matières colmatantes.

J'ai aménagé un dispositif pratique permettant de résoudre ces différentes questions : le tube primitif de Chamberland est muni à sa partie supérieure d'un col de cygne C et d'un robinet R (fig. 32); les liquides à expérimenter ou les eaux arrivent par un ajutage à robinet R′; le téton T de la bougie est armé d'un bout de caoutchouc prolongé par un tube de verre effilé V, une pince de Mohr M sert à arrêter l'écoulement au moment opportun.

Dix de ces tubes sont rangés sur un même support et constituent une batterie d'essais portative (fig. 33) ; ils sont alimentés par un collecteur O ; le bassin B et la tubulure E assurent l'écoulement des liquides.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les essais de débit, le collecteur O est mis en relation avec la conduite d'eau ; un manomètre indique la pression en mètres de hauteur d'eau, on note la température, on recueille et on mesure les eaux filtrées par chaque bougie, on calcule alors le débit soit pour une heure ou pour vingt-quatre heures.

Veut-on étudier la résistance des bougies au passage des microbes, rien n'est plus facile : la rampe est garnie de bougies imbibées d'eau stérile, son

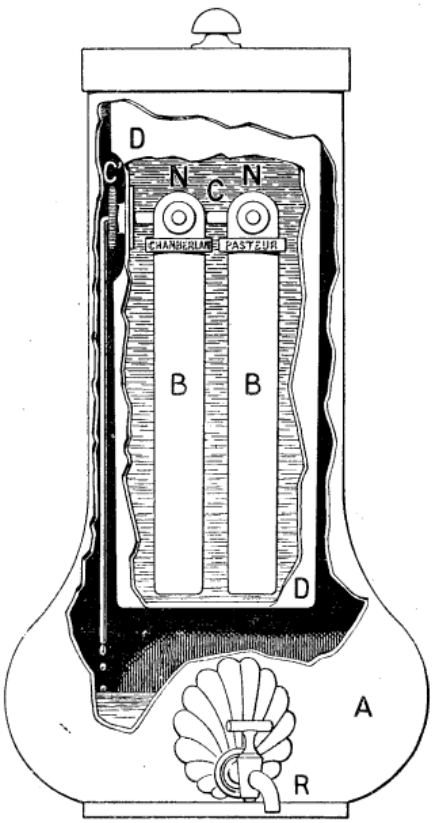


Fig. 28.

collecteur O est relié à un réservoir placé à une hauteur déterminée (1) ; dans ce réservoir jaugé, on mélange une quantité connue d'une culture microbienne ; la batterie étant en débit continu, on ensemence chaque jour des tubes de culture *ad hoc* au moyen de l'ajutage T V avec les précautions d'usage.

Le col de cygne sert à évacuer l'air et les gaz qui peuvent s'accumuler à la partie supérieure du tube et permet aussi des ensemencements directs de tubes de culture pour vérifier l'apport en organismes des liquides à filtrer.

(1) Bien entendu, on note la température, qui est un facteur important.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Par excès de précaution et pour ces essais, il est préférable d'installer un réservoir spécial, isolé, et non de se servir d'un vase intermédiaire recevant directement la pression des canalisations ; sur le fond du bassin B on peut étendre un feutre pour éviter les éclaboussures et il est bon d'y ajouter de temps à autre quelques gouttes de formol.

Enfin, les expériences terminées et le système étant vide, on balaye et on stérilise par la vapeur au moyen de l'autoclave Chamberland les tubes, conduits et le réservoir.

Quant aux dépôts à la surface des bougies, produits de l'apport des eaux

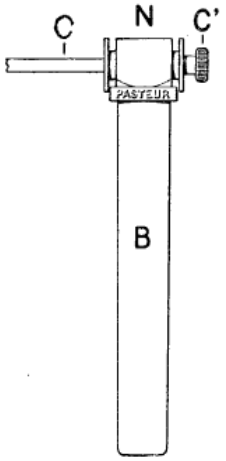


Fig. 28 *bis*.

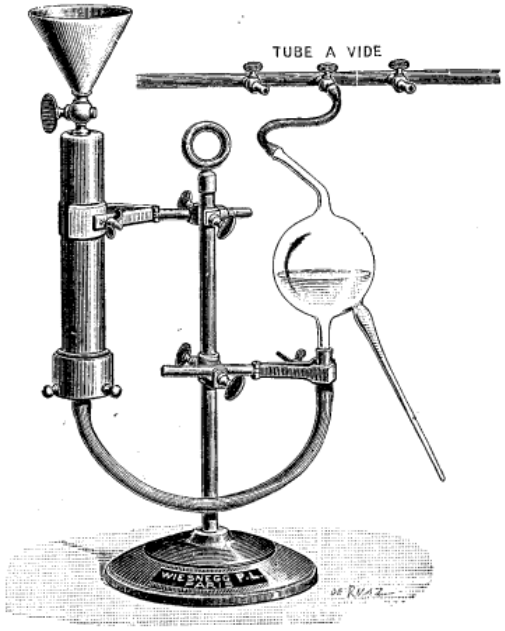


Fig. 29.

filtrées, on peut les recueillir en brossant la surface des bougies en présence d'une petite quantité d'eau distillée, puis en étudier la composition au laboratoire.

Pour évaluer la quantité de ces apports, on fait fonctionner longuement les bougies de la batterie en mesurant la quantité d'eau mise en œuvre au moyen d'un compteur placé avant le collecteur O ; on recueille et on pèse à l'état sec le dépôt, ou bien on pèse les bougies sèches avant et après l'opération ; on calcule le poids des matières au mètre cube.

Nettoyage et régénération des bougies. — Les bougies ayant filtré des eaux plus ou moins limoneuses, ce qui est le cas général, se colmatent superficiellement et aussi dans leur masse suivant leur nature, leur porosité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A l'usage, malgré un nettoyage extérieur et répété, on voit baisser graduellement leur débit.

Divers moyens ont été préconisés pour l'appropriation des bougies usagées,

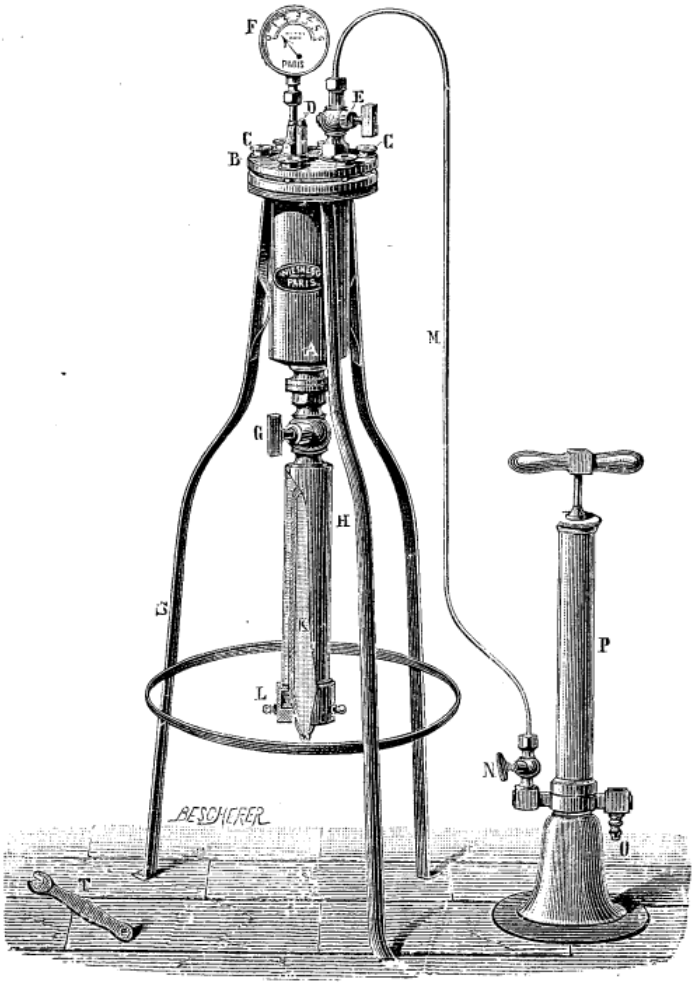


Fig. 30.

mais avant de les discuter et d'établir une méthode rationnelle de traitement, il est nécessaire de spécifier les matières apportées par les eaux à filtrer.

Après examen, on peut les classer en trois catégories :

1° Matières minérales insolubles d'une ténuité très variable, de l'argile fine et aussi sous forme colloïdale ;

2° Des sels calcaires qui, véhiculés à l'état de bicarbonates solubles, se dissocient et donnent des sédiments (phénomène de pétrification) ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Des matières organiques sous toutes formes : humiques, albuminoïdes, des organismes variés, etc., et aussi de nature colloïdale. — Ces dépôts sont plus ou moins colorés suivant l'origine des eaux.

Nous retrouvons à la surface de la bougie, après une période plus ou moins longue de filtration, l'ensemble de ces substances.

A l'intérieur de la masse poreuse également, des matières de grande

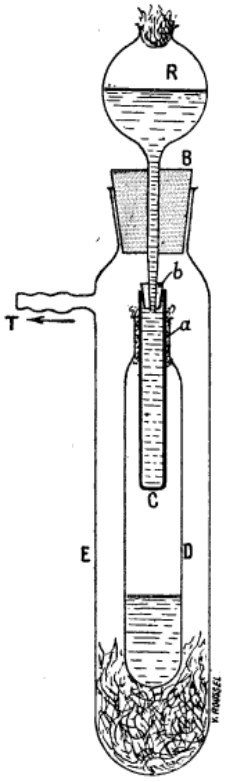


Fig. 31.

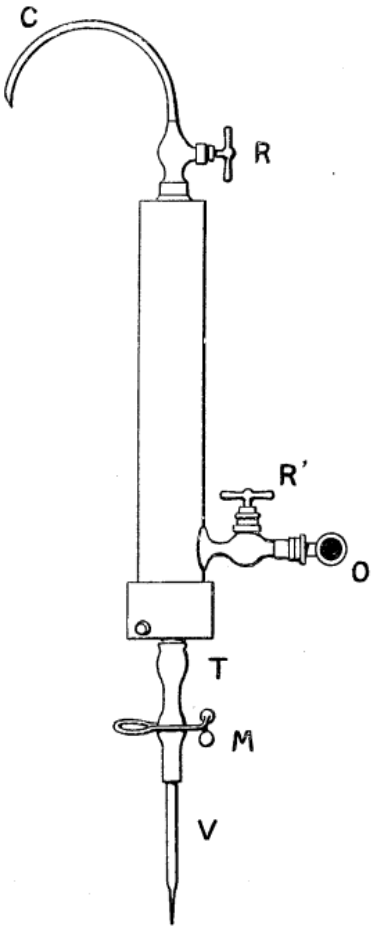


Fig. 32.

finesse auront pénétré : de l'argile colloïdale, des produits d'origine organique, du calcaire amené par le mécanisme indiqué plus haut.

Pour être régénérée convenablement, une bougie doit donc répondre aux trois conditions suivantes :

1° Appropriation et netteté de la surface ;

2° Récupération du chiffre originel de débit ou porosité ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Stérilité.

Deux méthodes principales ont été indiquées couramment pour la régénération des bougies après l'enlèvement des dépôts superficiels au moyen d'un brossage sous jet d'eau d'un robinet.

1° Faire bouillir les bougies dans de l'eau, ou bien

2° Sécher les bougies, puis les calciner dans un four.

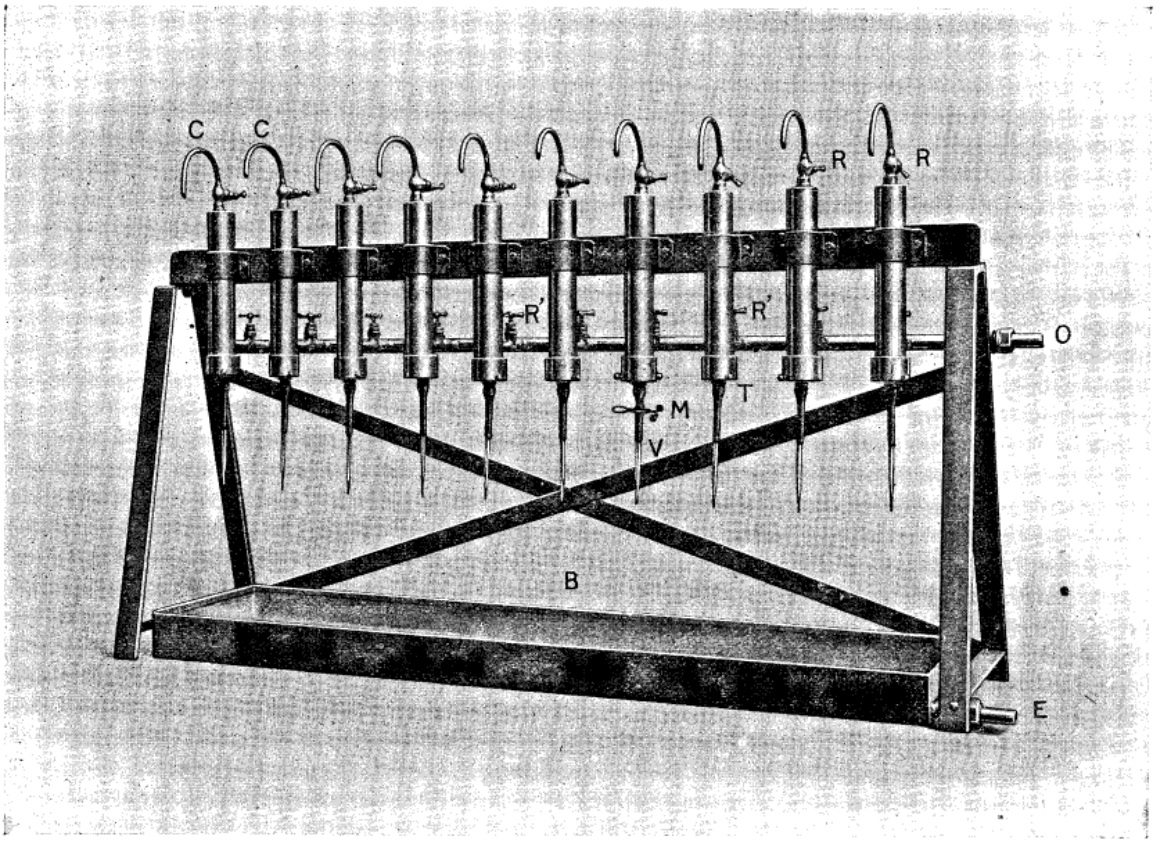


Fig. 33.

On obtient ainsi des bougies stériles, il est vrai, mais leur surface reste souvent colorée, tachée ; il y a là des dépôts adhérents (sédiments), que l'on ne peut enlever que par frottement avec un papier ou toile verrés, ce qui est une pratique dangereuse, à proscrire ; l'expérience montre également que leur débit originel va sans cesse en décroissant.

Dans le premier cas, nous avons dans la masse poreuse des coagulations organiques, des dépôts calcaires insolubles et fixés ; dans le deuxième cas, si

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tant est que la température ait été assez élevée pour détruire la matière organique, nous aurons continuellement une accumulation de calcaire ; de plus, ces calcinations répétées colorent les bougies, et, si elles ne sont pas très sèches, on risque de les détériorer, elles se fendillent ou éclatent.

Ces deux méthodes ne remplissent donc pas les trois conditions énoncées plus haut.

Connaissant le mécanisme du colmatage et les substances à éliminer, il suffira de soumettre les bougies à l'action de réactifs appropriés.

Le brossage extérieur enlèvera la masse du dépôt, mais il reste ordinairement des sédiments plus ou moins colorés constitués par du calcaire empâté de débris organiques et minéraux, suivant la nature des eaux et la durée de fonctionnement des bougies.

Un bain acide désagrégera facilement ces amas et, pénétrant dans la paroi, solubilisera le calcaire ; par le même mécanisme un bain d'hypochlorite détruira les matières organiques ; des lavages et séchages subséquents enlèveront ces matériaux étrangers.

Il n'y a guère que l'argile colloïdale qui résistera au traitement, mais elle est ordinairement en faible quantité et, après quelque temps de filtration, elle se dépose en partie sur le colmatage en formation.

Des quelques considérations qui précèdent, il est facile d'en déduire le traitement rationnel et pratique qui doit résoudre le problème et donner toute satisfaction.

Il est d'application facile et le voici :

1° Trempage des bougies dans des baquets en bois remplis d'eau tiède ou chaude, additionnée de 1 à 2 p. 100 de chlorure de chaux en poudre (l'addition de chlorure de chaux a pour but d'éviter les accidents septiques pendant la série des manipulations) ;

2° Lorsque le dépôt superficiel est imbibé, gonflé et ramolli, passer les bougies sous un jet d'eau en les frottant avec une brosse en crin ; une telle brosse rotative conviendra très bien pour un nettoyage de quelque importance ;

3° Plonger les bougies dans un bain d'eau froide contenant 10 à 15 kilogr. de chlorure de chaux pour 100 litres d'eau ; durée de l'immersion un quart d'heure à une demi-heure suivant l'état des bougies. — Le chlore détruira les matières organiques et organisées à l'extérieur et à l'intérieur ;

4° Rinçage rapide des bougies à l'eau au robinet ;

5° Immersion des bougies dans un bain d'eau froide contenant 10 à 15 kilogr. d'acide chlorhydrique pour 100 litres d'eau. Durée de l'immersion un quart d'heure à une demi-heure. Les sédiments extérieurs et le calcaire incrusté dans la masse poreuse sont solubilisés ;

6° Rinçage rapide des bougies au robinet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Puis on monte la bougie dans son armature, on remplit le tube, on le visse au robinet, on ouvre ledit robinet. Au bout de quelques minutes, les sels solubles, l'excédent d'acide ont été entraînés, l'eau coule pure et stérile : une prise d'essai où l'on plonge du papier bleu de tournesol, où encore l'on ajoute quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent après avoir acidulé l'eau avec de l'acide nitrique, le démontre préremptoirement ; enfin des tubes pastoriens spéciaux additionnés de cette eau dénotent une stérilisation complète.

Ce traitement rapide et simple redonne aux bougies un aspect de propreté, leur rend leur porosité originelle et les stérilise, cela sans les détériorer.

Si on désirait dans certains cas un aspect plus agréable à l'œil, on pourrait les plonger à la rigueur dans un bain concentré de bisulfite de soude, puis les laisser sécher à l'air.

Il peut arriver que des bougies plus ou moins bien nettoyées ont été inconsidérément passées au four, elles présentent alors des taches, des plaques, des traînées plus ou moins colorées ; il y a peu de chose à tenter pour les en débarrasser, car il y a combinaison avec les matières céramiques (silicate ferrique).

Parfois on observe également sur les bougies des taches de rouille provenant d'un débris de fer, d'une limaille quelconque apportée par le courant d'eau ; on imbibe préalablement d'eau la bougie, puis on la plonge dans de l'acide chlorhydrique concentré, l'oxyde se dissout et un lavage entraîne le sel formé.

Les barillets en verre ou autres récipients où sont recueillies les eaux filtrées doivent être souvent nettoyés : en effet, le mouvement des eaux y provoque des sédiments ; dans les couches profondes, à la longue, des organismes amenés par l'air s'y développent.

S'il existe un dépôt adhérent, un peu d'acide chlorhydrique ou du vinaigre, par exemple, suffiront à le désagréger et à le dissoudre ; on les brosse à l'intérieur ; une petite quantité d'eau de chlore les rendra aseptiques, puis après rinçage à l'eau filtrée, ils seront en état de propreté.

Dans les ménages, où l'on possède couramment de l'eau de chlore et naturellement du vinaigre, il est facile d'approprier une bougie : après l'avoir nettoyée à la brosse, on l'immerge quelques instants dans de l'eau de chlore, on la lave, puis on la plonge dans un bain d'eau vinaigrée que l'on porte à l'ébullition, en évitant l'emploi d'ustensiles en métal ; finalement on monte la bougie dans son tube, on laisse écouler une certaine quantité d'eau avant de la recueillir, soit dans le barillet, soit dans les carafes.

Une installation très ingénieuse et pratique a été imaginée pour le traitement en grand, la régénération et la stérilisation des bougies par MM. Marrel et Breton, directeurs de la Société d'installation et d'entretien du filtre Cham-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

berland, système Pasteur, pour Paris et la région. Le schéma suivant (fig. 34) fera comprendre la succession des opérations qui répondent aux desiderata exprimés plus haut :

Les bougies brossées et nettoyées extérieurement sont rangées dans la caisse ou réservoir étanche A ; ce réservoir est en communication avec deux grosses touries au moyen des conduits munis de robinets indiqués sur le croquis ; une des touries contient l'eau acidulée, l'autre l'eau de chlore ; un robinet R permet le rinçage à l'eau de source, R′ l'évacuation de cette eau. Chaque tourie

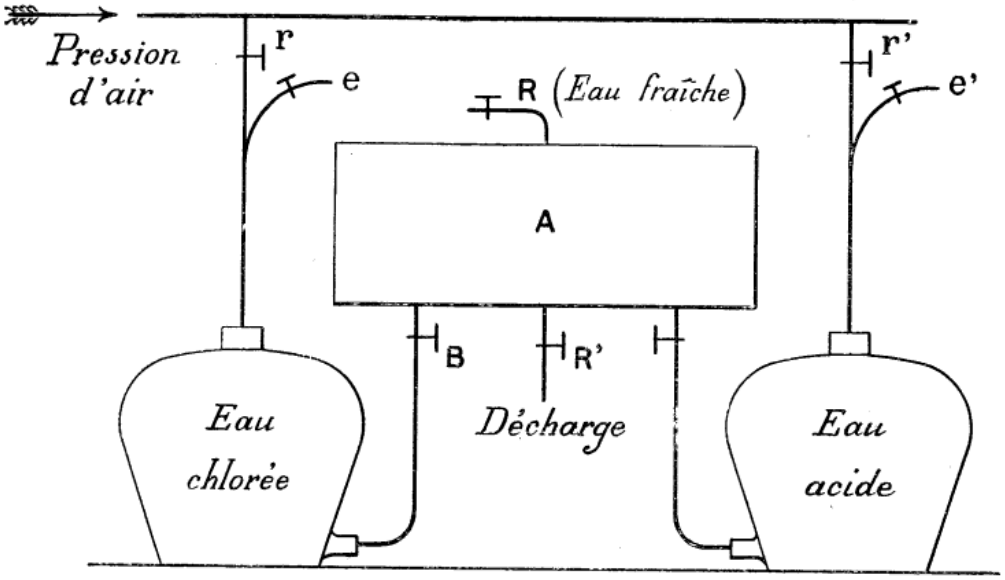


Fig. 34.

peut recevoir une pression d'air par les conduites et robinets r et r', de même que l'on peut donner échappement libre à cet air en e et e'.

Procédons à une opération : ouvrons r et B, l'eau chlorée refoulée par l'air baigne les bougies en A ; après un certain temps, fermons r et ouvrons e, l'eau chlorée rentre dans la tourie ; fermons B, rinçons en faisant jouer les robinets R et R′ ; répétons la même manœuvre avec l'eau acide et, après un nouveau rinçage à l'eau fraîche, nous montons les bougies sur une rampe de filtration pour entraîner les dernières traces d'eau acidulée. Les bougies ainsi régénérées et stérilisées sont prêtes à servir.

Bougies collodionnées. — Nous pouvons fabriquer des bougies à pores de très grande finesse, de diamètre déterminé, qui retiennent mécaniquement la plupart des organismes pathogènes connus, ces bougies n'agissant plus seule-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment par le jeu de l'attraction capillaire suivant l'hypothèse de Duclaux. On peut encore rendre ces filtres plus efficaces en les revêtant d'une couche de collodion ; ils constituent alors ce que M. le docteur Salimbeni et moi appelons les « bougies collodionnées ».

En agissant ainsi, nous avons repris une ancienne idée de M. le docteur Roux.

En 1838, Pelouze fit connaître qu'ayant traité des fibres végétales, lin, chanvre, coton, etc., par l'acide nitrique concentré, ces fibres lavées et séchées avaient conservé leur aspect primitif, mais brûlaient avec grande rapidité; on ne fit guère attention, à l'époque, à cette communication.

En 1846, Schœnbein, chimiste à Bâle, annonça qu'il avait découvert un procédé secret pour produire avec du coton une poudre de grande puissance qui allait remplacer toutes celles connues jusqu'alors. On se rappela le travail de Pelouze ; Schœnbein avait pris ses désirs pour la réalité, car ce ne fut qu'un demi-siècle plus tard que cette poudre fut inventée par notre savant ingénieur M. Vieille.

A quelques années de là, Maynard, médecin à Boston, découvrit la solubilité du coton poudre dans un mélange d'alcool et d'éther et obtint le premier le collodion.

Enfin, Archer et Fry en 1851 introduisirent le collodion dans l'art photographique par la préparation des plaques humides. Depuis, ces produits sous leurs divers aspects ont pris une extension considérable dans les sciences, les arts et l'industrie. Le collodion est donc susceptible de se prêter à la fabrication de plaques, de disques, de manchons ou sacs de formes très diverses.

En 1892, Sanarelli, professeur à Bologne, fit le premier de minuscules sacs en collodion pour recueillir la lymphe du sac dorsal de la grenouille, privée de cellules.

L'usage de ces sacs s'est rapidement répandu dans les laboratoires, notamment à l'Institut Pasteur: MM. Roux, Metchnikoff, Nocard, L. Martin, Salimbeni, Borrel, Pottevin, Nicolle, J. Duclaux, Malfitano s'en sont servis pour leurs expériences avec des variantes d'installation suivant le genre de leurs travaux.

Pour obtenir des disques ou plaques, il suffit d'opérer comme le faisaient autrefois les photographes, c'est-à-dire verser sur une surface de verre bien nette une certaine quantité de collodion, de l'étaler convenablement, puis, lorsque la prise est faite, de plonger le tout dans l'eau et de détacher la pellicule formée.

Les sacs se préparent en plongeant dans un bain de collodion un tube fermé à un bout, de longueur et de diamètre variables (fig. 35), présentant un léger renflement, jusqu'à la naissance du renflement en A; en retirant lentement le tube, puis en lui imprimant un mouvement de rotation, l'éther et l'alcool s'éva-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

porant en partie, on obtient un moulage ; après immersion dans l'eau, on retrousse avec précaution la partie en A, puis finalement on fait glisser le tout sous un filet d'eau. Avec un peu d'habitude et de dextérité, on obtient de bons résultats. Le collodion employé contient ordinairement de 3 à 5 p. 100 de fulmi-coton ; en faisant varier les doses respectives des solvants alcool et éther, les pores des membranes sont plus ou moins serrés, une plus forte proportion d'éther provoquant dans la masse spongieuse des pores plus fins. La question du démoulage après la prise ne permet guère de s'écarter des formes disques ou sacs ; M. Nicolle a tourné très ingénieusement la difficulté en façonnant des moules quelconques en sucre glacé ; après l'immersion dans le collodion et l'évaporation partielle des solvants, il suffit de plonger le tout dans l'eau, le sucre disparaît et il reste l'ampoule.

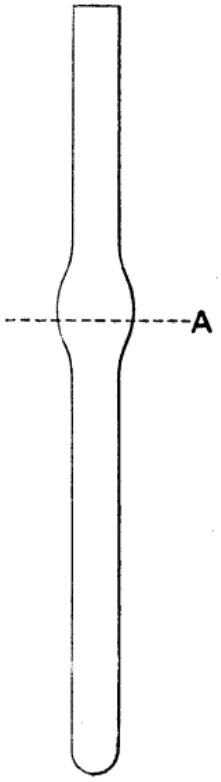


Fig. 35.

On sait, depuis les recherches de Roux, Metchnikoff et Salimbeni, que les membranes de collodion, sous une faible épaisseur, opposent une barrière infranchissable au passage des microbes, tandis qu'elles laissent facilement passer avec les liquides de culture certains produits toxiques, élaborés par les microbes eux-mêmes.

Plus tard, Roux et Nocard, dans leurs recherches sur la péripneumonie des bovidés, constatèrent que même les germes se trouvant à la limite de la visibilité et qui passent à travers les filtres en porcelaine, terre d'infusoires, etc., sont arrêtés par les membranes de collodion et Malfitano montra qu'elles retiennent aussi les colloïdes en suspension dans l'eau.

Ces membranes sont donc des dialyseurs de premier ordre et, de plus, elles retiennent par filtration directe les infiniment petits visibles à l'ultramicroscope.

Pour leur emploi, les membranes sont assujetties aux parois des appareils dialyseurs en usage comme on le ferait avec le papier parcheminé ; on peut en armer de petits filtres-presses ainsi que nous l'avons fait avec M. J. Duclaux.

Quant aux sacs humides, ils sont ligaturés en L (fig. 36) sur des tubes de verre plus ou moins longs, d'un diamètre semblable au leur, en ayant soin d'interposer une bande étroite de papier entre le sac et le fil. Le système est suspendu par une pince-support au-dessus du vase ou de l'éprouvette E destinés à recevoir le liquide filtré.

Le réservoir V peut affecter diverses formes, soit un entonnoir, une boule

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(fig. 37), etc. On fait varier la pression sur le sac en réglant la hauteur du liquide ou bien on admet à l'orifice une pression limitée d'air comprimé. On peut également associer le sac et sa monture à une éprouvette E (fig. 38); la tubulure T permet, au moyen d'un aspirateur quelconque, d'une trompe et d'un régulateur, de produire une dépression déterminée qui accélère la filtration (1). Il est à noter que les sacs et membranes ne doivent pas être mis en contact avec les métaux usuels, ils se rompent facilement à leur contact.

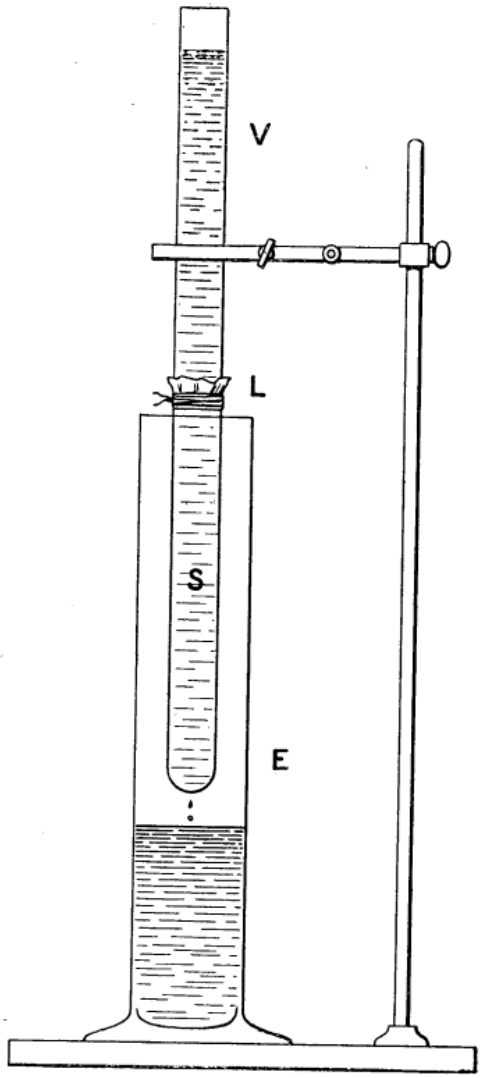


Fig. 36.

Si on laisse se dessécher sacs et membranes, ils se recroquevillent, se fendillent s'ils éprouvent une résistance et perdent leurs propriétés; imbibés à nouveau, ils ne se prêtent plus ni à la dialyse ni à la filtration.

Pour certaines expériences, on peut les stériliser à l'autoclave ou à l'eau bouillante; dans ce cas, ils fonctionnent encore, mais d'une façon atténuée; dans le même but on peut faire usage d'antiseptiques, les immerger par exemple dans de l'eau légèrement formolée.

Ces membranes se conservent bien dans l'eau distillée, j'en possède dans des flacons au laboratoire depuis plus de quinze mois.

Ainsi que j'ai pu m'en assurer, les matières minérales contenues dans les eaux potables n'ont que peu ou point d'action sur elles. Pour élucider cette question, j'ai préparé deux solutions au maximum de

(1) Pendant la conférence, plusieurs de ces installations fonctionnent : on voit notamment une eau limoneuse, des colloïdes à base de gomme-gutte, de mastic, donner des liquides limpides, et aussi un sac dénitrifié chargé d'acétone.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

concentration, d'une part de sulfate de calcium, de l'autre de bicarbonate de calcium ; ces deux solutions mères ont été diluées de dixième en dixième jusqu'à l'eau distillée ; dans tous ces flacons, j'ai immergé des sacs ; au bout de 15 mois, tous les sacs avaient conservé leurs qualités, à peine ai-je constaté une trace de dénitrification dans la solution concentrée de sulfate de calcium.

Les microbes aérobies ont peu ou point d'action sur les membranes ; les anaérobies, au contraire, les dénitrifient, puis la cellulose est détruite à son tour ; comme une eau potable soumise à la filtration est plus ou moins aérée, il n'y a pas à craindre d'altération du filtre de ce chef.

On peut désirer dans les laboratoires soumettre à cette filtration spéciale des liquides à base d'alcool, d'éther, d'acétone. — L'alcool, à la rigueur, légèrement dilué, n'attaque pas trop ces membranes ; il n'en est pas de même des autres solvants. On peut tourner la difficulté :

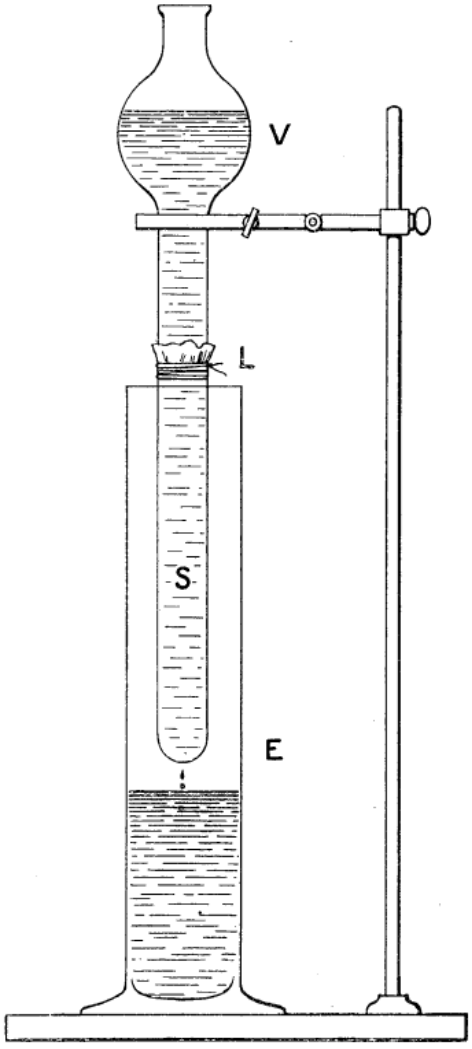


Fig. 37.

On sait qu'on dénitrifie industriellement les soies artificielles en les traitant par le sulfure de sodium ; M. Jacques Duclaux a appliqué cette réaction aux sacs collodionnés : on remplit de sulfure d'ammonium à 20 p. 100 le sac qu'on immerge en même temps dans cette solution : on chauffe pendant une demi-heure à la température de 36° à 38° centigrades, puis on lave d'abord avec de l'eau légèrement ammoniacale pour éviter le dépôt de soufre, finalement à l'eau pure. Pendant cette opération, il y a eu rétrécissement de la masse spongieuse, abaissement de la résistance à la pression des liquides, néanmoins on obtient des résultats satisfaisants comme dialyse et filtration ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de plus, ces membranes dénitrifiées peuvent se dessécher sans inconvénient, elles reprennent leurs fonctions après humidification. Enfin, tel sac non dénitrifié et desséché, qui par conséquent a perdu ses qualités, peut par une dénitrification être utilisé à nouveau. Ces sacs et pellicules jouissent donc de propriétés remarquables, ils ont le défaut d'être relativement fragiles et de ne pouvoir supporter que des pressions limitées, naturellement proportionnelles à leur épaisseur et à leur diamètre.

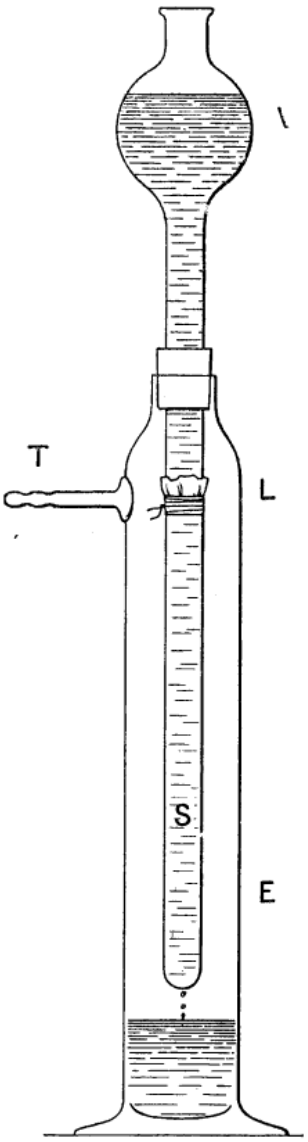


Fig. 38.

L'idée d'utiliser ces propriétés du collodion pour la purification de l'eau potable ne pouvait pas tarder à être envisagée par les hygiénistes, devant le nombre toujours plus grand des maladies d'origine hydrique et devant le fait que les meilleurs filtres n'arrêtent les microbes que pendant un temps plus ou moins limité.

Plusieurs difficultés s'opposaient à la réalisation d'un filtre en collodion répondant aux exigences de la pratique : d'abord la fragilité de ces membranes qui rend extrêmement difficile et délicate la question du raccord de la membrane ou sac avec les autres organes en métal, porcelaine ou verre de l'appareil à filtration, puis l'incapacité de supporter les pressions nécessaires pour obtenir un débit suffisant.

Enfin, il fallait assurer la conservation parfaite de la membrane d'une manière simple et adaptée en même temps aux besoins de l'industrie privée.

Nous avons tâché, M. le docteur Salimbeni et moi, de tourner ces difficultés et de réaliser un filtre pratique en collodion, en utilisant comme support la bougie Chamberland, qui est sans doute parmi les filtres actuellement en usage celui qui, par la régularité et la finesse de ses pores, présente le maximum de garanties ; en effet des pâtes à pores très fins peuvent donner de l'eau pure pendant un laps d'un mois environ et plus.

Lorsqu'on plonge une bougie Chamberland parfaitement sèche dans le col-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lodion, celui-ci ne pénètre pas intégralement même dans les pores les plus superficiels de la matière filtrante; il n'y a qu'une faible partie du solvant alcool-éther qui pénètre dans ces pores en chassant l'air qui s'y trouve et qui se dégage sous la forme de petites bulles d'air, qui restent, en partie tout au moins, dans la couche qui se forme autour de la bougie, lorsqu'on retire celle-ci du collodion. Une membrane de collodion absolument imperméable aux microbes ne doit pas renfermer dans son épaisseur la moindre petite bulle d'air, car au niveau de celle-ci, les microbes finiront toujours par passer après un temps plus ou moins long.

On peut éviter les bulles d'air dans l'épaisseur de la membrane, soit en prolongeant le temps d'immersion de la bougie jusqu'à ce que toutes les bulles soient montées à la surface du collodion où elles éclatent, soit en faisant le vide à l'intérieur de la bougie au moyen d'une trompe à eau, par exemple, au moment de l'immersion dans le collodion; soit, enfin, et c'est là le moyen le plus simple et le plus pratique, en chassant l'air des pores par l'immersion de la bougie, immédiatement avant le collodionnage, dans de l'eau ou, mieux encore, dans l'alcool au tiers.

Si on laisse dessécher à l'air la couche de collodion ainsi obtenue, non seulement elle perd très vite ses propriétés filtrantes, mais, une fois sèche, nous l'avons déjà dit, elle se fendille et se détache complètement de la bougie. Pour obtenir une membrane très perméable aux liquides, il faut la plonger dans l'eau dès que la couche de collodion a fait prise, ce qui ne demande que quelques secondes; pour obtenir qu'elle reste indéfiniment adhérente à la bougie et qu'elle garde aussi indéfiniment toutes ses propriétés filtrantes, il faut ajouter à l'eau de la glycérine dans la proportion de 50 p. 100. Pour éviter le bain glycériné, on peut tout simplement préparer un collodion renfermant 8 à 10 p. 100 de glycérine. Dans ce cas, on n'a qu'à tremper la bougie dans le collodion pour obtenir une membrane parfaitement adhérente, car la glycérine qu'il renferme est très suffisante pour en empêcher la dessiccation complète. La perméabilité des membranes de collodion aux liquides varie considérablement suivant les quantités relatives d'alcool et d'éther employées pour dissoudre le coton azotique. Les collodions très riches en éther donnent des membranes très serrées et très peu perméables; en augmentant la quantité d'alcool on arrive à avoir des membranes de plus en plus perméables.

Les bougies collodionnées, s'opposant d'une façon absolue au passage des microbes, donnent constamment de l'eau bactériologiquement pure. Une bougie collodionnée et mise en marche le 30 octobre 1909, donnait encore de l'eau stérile le 30 octobre 1910 au moment où l'expérience fut arrêtée.

Toutes les fois qu'au cours de nos essais nous avons eu à constater la présence des germes dans l'eau filtrée à travers les bougies collodionnées, nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avons pu retrouver une imperfection quelconque dans le revêtement de collodion.

A part la propriété de retenir d'une façon absolue les microbes, ce qui est, au point de vue hygiénique, de la plus grande importance, le revêtement de collodion adhérant aux bougies présente, au point de vue pratique, d'autres avantages non moins importants.

Étant imperméable au colloïde, le revêtement de collodion empêche le colmatage dans l'épaisseur de l'appareil filtrant qui est dû en très grande partie à l'argile colloïdale et aux matières organiques qui se trouvent en suspension dans l'eau. Le colmatage en épaisseur étant éliminé, les bougies collodionnées ne sont pas exposées à la brusque et rapide diminution de débit que subissent les bougies non collodionnées. Sous une pression de 20 mètres environ, une bougie Chamberland collodionnée donne 15 à 18 litres d'eau en moyenne dans les vingt-quatre heures.

Lorsque son débit est réduit à 5 ou 6 litres par jour (ce qui arrive au bout d'un temps qui varie avec les différentes eaux), on peut très facilement, en frottant légèrement sous un jet d'eau à l'aide du doigt ou d'un tampon de coton hydrophile mouillé, débarrasser des impuretés déposées à sa surface la couche de collodion, et le filtre reprend alors, à peu de chose près, son débit primitif.

Si au bout d'un certain temps on désire changer la couche de collodion d'une bougie ayant servi, il suffit de la laisser sécher pour que la membrane éclate et se détache complètement, en laissant au-dessous d'elle la bougie intacte et comme neuve. Si au contraire on veut conserver avec sa couche de collodion une bougie ayant servi pendant un certain temps, il faut, au moment où l'on arrête la filtration, démonter la bougie et la plonger pendant quelques instants dans le bain glycériné à 50 p. 100 pour la mettre à l'abri de la dessiccation.

D'une façon générale, on doit toujours ajouter un peu d'aldéhyde formique soit au bain glycériné, soit au collodion lui-même, pour empêcher le développement de moisissures à la surface du collodion qui se produirait à la longue, même à la température ordinaire, quand les bougies sont conservées dans un endroit humide.

Ces bougies collodionnées sont d'une conservation parfaite ; j'en possède qui, depuis un an et demi, sont simplement rangées sur un rayon de laboratoire comme une verrerie ordinaire ; elles fonctionnent immédiatement dès leur mise en service. Elles peuvent servir également pour la préparation de membranes semi-perméables et se prêter à de nombreuses combinaisons de surfaces filtrantes.

Pour les filtrations spéciales où les liquides ne doivent pas être en contact avec les métaux, on se sert des tubes en porcelaine figures 22 et 26, qu'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

munit d'ajutages en verre fixés au mastic ; on y monte, suivant le cas, soit des bougies en porcelaine, soit des bougies collodionnées, voire des bougies collodionnées puis dénitrifiées.

En terminant, Messieurs, c'est un pieux devoir pour moi, un des plus anciens pastoriens, d'adresser un souvenir ému à la mémoire du savant Charles Chamberland enlevé dans la force de l'âge à sa famille, à ses amis, à la science.

Je dois tous mes remerciements à M. le docteur Roux, directeur de l'Institut Pasteur, à ces messieurs de la maison du grand Maître qui sont si obligeants lorsqu'on a recours à leur science ;

A M. Achille Müntz, membre de l'Institut, qui m'a donné asile dans son laboratoire de Meudon, car quoique possédant un modeste laboratoire de bactériologie chez moi, je n'aurais pu, sans son extrême obligeance, effectuer mes essais d'ordres chimique et physique nécessités par les travaux que j'avais entrepris ;

A son savant chef de laboratoire, M. Henri Gaudechon, le physicien chimiste bien connu ;

Enfin à M. Paul Boulenger, le savant technicien, directeur des manufactures de Choisy-le-Roi, qui s'est mis très gracieusement à ma disposition pour me procurer et faire préparer tous les matériaux nécessaires à ces études : terres, kaolins, masses cuites, bougies de toute nature.

Messieurs, j'ai l'honneur de vous exprimer toute ma gratitude pour la bienveillante attention que vous avez bien voulu m'accorder (1).

(1) Tous mes remerciements également à M. Lequeux, ingénieur-constructeur, à M. Victor Roussel et à la Société du filtre Chamberland, système Pasteur, qui ont bien voulu nous prêter très obligeamment un certain nombre de clichés concernant les appareils à filtration.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INDUSTRIE

DE LA RÉGÉNÉRATION THÉORIQUE ET PRATIQUE DU CAOUTCHOUC

Par le Dr Paul ALEXANDER

Directeur technique de la Maison Max Fraenkel et Runge, de Spandau.
Traduction et adaptation par M. G. Lamy-Torrilhon,
Président de la Chambre syndicale des caoutchouc, gutta-percha, etc.

Malgré l'importance considérable prise par le caoutchouc dans notre civilisation moderne, la connaissance et l'utilisation des propriétés de ce produit naturel reposent encore, pour une large part, sur l'empirisme. A la vérité, de nombreux chercheurs se sont efforcés d'élucider les problèmes qui se présentent dans la chimie et la technologie du caoutchouc, mais les résultats de leurs efforts ne furent pas en rapport avec la somme de travail dépensée. La manière dont se comporte le caoutchouc est si singulière, que l'expérience acquise dans l'étude des autres produits naturels n'a pu être utilisée que dans une faible mesure. Cela tient, en premier lieu, à la nature colloïdale du caoutchouc. Ce caractère colloïdal est la raison pour laquelle les phénomènes chimiques et physiques sont si étroitement liés les uns aux autres que, lorsqu'on observe des phénomènes, il est impossible de décider si le problème qui se pose est d'ordre chimique ou physique.

L'étude de la *constitution chimique* du caoutchouc a fait l'objet des beaux travaux de *Harries*. D'après les résultats des recherches de Harries, on doit considérer comme très probable que le caoutchouc est un diméthyl-cyclooctadiène fortement polymérisé,

$$\left[\begin{array}{l} CH_3 . C . CH_2 . CH_2 . CH \\ \quad\quad\quad\

qu'un résultat négatif (1). D'après la littérature des brevets, beaucoup d'autres auteurs auraient été plus heureux que Harries; car, si l'on se réfère à de nombreux brevets, la synthèse du caoutchouc ne serait plus maintenant un problème, pas plus technique que scientifique. Il s'est même fondé en Angleterre une Société à gros capital pour la fabrication du caoutchouc artificiel. Cette Société, qui avait acquis différents brevets et engagé plusieurs chimistes pour la mise au point des procédés, s'est dissoute il y a peu de temps, tous ses essais de préparation industrielle du caoutchouc synthétique ayant avorté. On trouve des renseignements intéressants sur l'histoire de cette Société dans une revue technique anglaise (2) : ils permettent de se convaincre que les prétendus succès annoncés dans ce domaine doivent être envisagés avec une grande méfiance, — quand ils ne sont pas déjà marqués en eux-mêmes au coin de l'invraisemblance. — En tout cas, l'industrie ne pourra de longtemps compter sur le caoutchouc synthétique à bon marché (3), mais il faudra moins de temps pour augmenter dans une large mesure la production naturelle du caoutchouc, comme pour utiliser aussi judicieusement que possible la matière dont on dispose. En ce qui concerne le premier point, des résultats importants ont été obtenus au cours des dix dernières années. Beaucoup de nouvelles plantations de caoutchouc ont été faites et l'on a amélioré, en se basant sur des recherches scientifiques, les méthodes de production. La crainte, émise il y a moins de dix ans, que la consommation croissante de caoutchouc n'épuisât promptement les sources, est donc sans raison désormais. Il n'est même pas douteux que l'opinion contraire ne se manifeste, à savoir, que le développement continuel des plantations ne conduise à la surproduction du caoutchouc. Cette supposition mérite à peine qu'on s'y arrête, car si le caoutchouc tombait à très bas prix, il trouverait de nouveaux débouchés. Un abaissement graduel des prix aurait donc pour effet un accroissement notable de la consommation. Mais, réciproquement, cet effet serait compensé par une dépréciation du caoutchouc, résultant d'une production fortement accrue. On peut donc présumer, avec une passable certitude, que pendant un temps illimité, le caoutchouc restera une matière relativement coûteuse et qu'il faudra toujours en user économiquement avec les réserves existantes.

Les difficultés prématurément occasionnées dans l'industrie du caoutchouc par l'augmentation continuelle des prix ont bientôt fait naître le désir d'un succédané du produit naturel. Mais les efforts tentés pour trouver ce succédané, n'ont conduit à aucun résultat effectif. De tous les soi-disant substituts, proposés et recommandés en très grand nombre, il n'en est pas un qui, dans un produit manufacturé, soit en état de remplacer réellement le caoutchouc. On ne peut contester néanmoins que les produits préparés, tout d'abord en France, par l'action du soufre ou du chlorure de soufre sur

(1) La transformation en caoutchouc de l'isoprène préparé synthétiquement, sur laquelle Harries a fait une communication à Vienne, en mars 1910 (comp. *Gummi-Zg.*, 24e année, p. 850), s'explique simplement, à la vérité, à l'aide de la formule du caoutchouc de Harries, mais n'a pas de valeur pour la confirmation de cette formule.

(2) *The India Rubber Journ.*, 38, 743.

(3) Dans cet ordre d'idées, les résultats des Farbenfabriken d'Elberfeld n'ébranlent point, provisoirement du moins, mon opinion. A la dernière assemblée générale de cette Société, il a été déclaré qu'il y a encore loin des recherches heureuses sur la préparation synthétique de l'isoprène et sa transformation en caoutchouc, jusqu'à la préparation industrielle et lucrative du caoutchouc artificiel. Harries ne pensait certainement pas que ses communications, si intéressantes au point de vue théorique, sur la transformation de l'isoprène en caoutchouc, seraient si extraordinairement amplifiées par la presse quotidienne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les huiles grasses, et dénommés prétentieusement « caoutchouc factice », n'aient acquis une grande importance dans la manufacture du caoutchouc. Toutefois, ces produits maintenant désignés sous le nom abrégé de « factices », n'ont, abstraction faite d'une certaine élasticité à la compression, que peu de chose de commun avec le caoutchouc naturel. Leur intérêt réside beaucoup plus en ceci, qu'ils fournissent un moyen convenable de réduire la proportion de caoutchouc dans les produits manufacturés, sans que les propriétés de ceux-ci subissent d'autres modifications essentielles que celle qui résulte d'une moindre teneur en caoutchouc pur. Étant données les exigences de qualité et de prix des objets manufacturés, non seulement l'emploi d'un tel moyen de « dilution » est autorisé tacitement, mais il constitue en beaucoup de cas une nécessité absolue. On ne doit pourtant pas oublier que le factice ne peut remplacer le caoutchouc dans ces produits, mais que c'est bien, en définitive, au caoutchouc pur qu'ils contiennent que ces produits doivent leurs propriétés typiques.

Comme on n'a pu trouver un substitut réel du caoutchouc, il était légitime, pour répondre aux besoins d'une consommation sans cesse croissante, de chercher à réemployer le caoutchouc renfermé dans les articles *devenus inutilisables*. De telles recherches eussent été dépourvues de sens, si l'usage normal des articles en caoutchouc avait eu pour résultat une destruction profonde de la substance du caoutchouc. Ce n'est point le cas, en réalité. Il est très rare que les produits de caoutchouc usagés doivent être remplacés par d'autres parce que les modifications de la substance caoutchouc ont occasionné un changement profond des propriétés du produit. La plupart du temps, ce sont des actions mécaniques qui, n'atteignant le produit que dans la *forme*, le rendent impropre à l'usage. Mais, si un objet de caoutchouc est rendu inutilisable surtout par des changements de forme, et non pas à cause d'une décomposition de la substance caoutchouc propre, on devrait alors tenir pour chose possible de réapproprier à l'usage, par une simple remise en état, la substance caoutchouc contenue dans l'objet inutilisable. En fait, cette hypothèse ne se vérifie pas. On ne peut, avec des déchets de caoutchouc, fabriquer sans autre traitement de nouveaux produits utilisables. Pour en discerner les raisons, il nous faut d'abord retracer les phénomènes qui entrent en jeu dans la fabrication des articles en caoutchouc.

Le caoutchouc brut se présente dans le commerce sous forme de masses hétérogènes, contenant, à côté de l'eau et des substances qui accompagnent la gomme, des quantités variables d'impuretés solides. Le caoutchouc est débarrassé de ces dernières, avant le travail proprement dit, par un traitement à l'eau sur des appareils à cylindres Lavé et de nouveau séché, le caoutchouc brut forme alors des membranes qui, particulièrement dans les meilleures sortes, sont très fermes et très tenaces. Il n'est pas possible de mélanger ces membranes telles quelles, sur les cylindres, avec des matières pulvérulentes, ce qui est nécessaire dans tous les cas, pour des raisons qui seront énoncées plus loin. C'est pourquoi les peaux de caoutchouc, avant tout autre travail, sont pétries pendant quelque temps sur des cylindres modérément chauffés. Par ce traitement mécanique, désigné en technique sous le terme du préparation (*Vorarbeiten*), le caoutchouc brut perd une partie de sa ténacité, il se transforme en une masse plastique, susceptible maintenant de recevoir entre les cylindres une forte proportion de matières pulvérulentes, tout en conservant sa plasticité. A mesure que ce travail se produit, le caoutchouc brut devient plus mou et plus capable d'absorption. Mais, comme la qualité des articles manufacturés dépend principalement de la ténacité de la substance caoutchouc, il faut limiter exactement la durée de cette préparation. Le caout-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chouc brut, qui a subi un travail préalable trop long, dont le « nerf » — pour employer le terme technique — est brisé, reprend partiellement sa ténacité si on le laisse séjourner longtemps dans un lieu froid, sous la forme de « pains » (*Puppen*). Au cours de ce travail préalable et de ce magasinage, entrent en jeu des actions purement physiques, sur lesquelles nous devons attirer particulièrement l'attention, car, comme il sera montré plus loin, des phénomènes du même ordre jouent un rôle fort important dans la régénération du caoutchouc.

Par trituration, entre cylindres, on effectue « le mélange, du caoutchouc brut avec du soufre, et des matières de charge minérales et organiques », dont se composent les objets manufacturés; à ce mélange sont fréquemment associés des tissus. Les objets ne sont aptes à l'usage qu'après avoir été chauffés pendant un laps de temps déterminé à une température d'environ 130 à 180°. Sous l'influence de la chaleur, le soufre en présence provoque des modifications de la substance caoutchouc : c'est ce que l'on nomme la *vulcanisation*. Ce sont surtout ces modifications qui donnent au caoutchouc son importance technique (1).

Si l'on envisage maintenant le problème de *régénérer* le caoutchouc des produits à base de caoutchouc souvent très complexes, et si l'on prend ce mot dans son acception propre, on s'efforcera donc d'obtenir, avec les objets devenus inutilisables, une substance caoutchouc semblable à celle que renferme le caoutchouc brut. Que l'on examine les nombreux procédés de régénération décrits et préconisés jusqu'ici dans les brevets, et l'on verra qu'en effet, un grand nombre d'auteurs ont interprété le problème dans ce sens et l'ont soi-disant résolu. Mais cette prétention ne résiste en aucun cas à l'épreuve de l'expérience. On ne saurait dire trop expressément *que jusqu'à présent, on n'a réussi en aucune façon à enlever au caoutchouc vulcanisé le soufre introduit pour sa vulcanisation, sans provoquer en même temps la destruction complète de la substance caoutchouc elle-même.*

Si l'on considère qu'il n'y a presque pas de moyen d'agir sur le soufre qui n'ait été essayé en pure perte pour dévulcaniser le caoutchouc, on doit tenir pour à peu près certain que la récupération de caoutchouc *exempt de soufre*, à partir du caoutchouc vulcanisé, constitue un problème insoluble. Toutes les méthodes à l'aide desquelles on peut remplacer le soufre, dans ses combinaisons organiques, par d'autres atomes ou groupes d'atomes, échouent avec le caoutchouc vulcanisé : soit que la combinaison se désagrège complètement. Cette résistance extraordinaire du soufre combiné au caoutchouc ne peut s'expliquer que si l'on admet qu'au cours de la vulcanisation, il se produit une véritable combinaison chimique entre le soufre et le caoutchouc et que l'énergie de la liaison est plus grande qu'on est accoutumé de la trouver dans les combinaisons organiques du soufre. Cette résistance de la combinaison sulfurée dans le caoutchouc vulcanisé est dénotée, non seulement par les tentatives infructueuses de dévulcanisation du caoutchouc, mais encore par ce fait, mis en lumière par de récentes recherches, que le soufre de vulcanisation peut se transformer quantitativement en dérivés comme le nitrosite ou le bromure. Il faut donc envisager le processus de vulcanisation comme un phénomène *chimique*, et à la vérité, selon C. O. Weber, comme une pure réaction d'addition (2).

(1) Il n'y a pas lieu de s'arrêter ici sur la « vulcanisation à froid », réalisée par l'action du chlorure de soufre, parce que pour la préparation industrielle en grand du caoutchouc régénéré, les déchets vulcanisés à chaud sont seuls à prendre en considération.

(2) Wo. Ostwald (*Zeitschr. für Chemie u. Ind. der Kolloïd*, 6, 136) a essayé dernièrement de con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cependant, la supposition que les divers produits d'addition sulfurés qui prennent naissance dans la vulcanisation possèdent — et doivent posséder — d'autres propriétés que le caoutchouc exempt de soufre, ne suffit pas à expliquer entièrement les modifications que la substance caoutchouc éprouve à la vulcanisation. Il faut admettre, au surplus, qu'*à côté* des réactions d'addition, entrent en jeu les influences qui n'en dépendent pas directement, et qui provoquent un changement d'état *physique* de la substance caoutchouc.

On a cherché à s'expliquer les modifications qu'éprouve le caoutchouc sans changements appréciables de sa composition chimique, par cette hypothèse, que le *degré de polymérisation* de l'hydrocarbure du caoutchouc varie. C. O. Weber a démontré, à cet égard, que les conceptions généralement entendues sous les termes de « polymérisation » et « dépolymérisation » sont impuissantes à expliquer complètement les changements d'état de la substance caoutchouc. Tout au plus peuvent-elles donner une image de ces phénomènes singuliers. Mais si l'on admet l'hypothèse que la grandeur moléculaire de l'hydrocarbure du caoutchouc se modifie très facilement, que tantôt de petits complexes moléculaires s'associent et que tantôt de grands se désagrègent, on peut alors s'expliquer que non seulement des actions chimiques, mais encore des actions physiques, provoquent facilement et diversement des modifications de la substance caoutchouc. Il est également évident que, dans la vulcanisation, il se produit un *équilibre* de la substance caoutchouc, correspondant au degré de vulcanisation : car le degré de saturation du complexe augmente avec la quantité de soufre chimiquement combiné, mais une combinaison chimique tend d'autant plus à l'équilibre, est d'autant plus *labile* qu'elle contient plus de liaisons non saturées. Dans les produits de caoutchouc vulcanisé mou (les seuls qui viennent en question pour la régénération du caoutchouc), un petit nombre seulement des doubles liaisons existant dans les complexes moléculaires indubitablement très grands, se trouvent saturées par le soufre. A l'élévation relativement faible du degré de saturation, correspond une diminution peu importante de la *labilité* du complexe moléculaire : de sorte que les mêmes influences, qui provoquent dans le caoutchouc brut des phénomènes de polymérisation ou de dépolymérisation et les changements d'état concomitants de la substance caoutchouc, ces mêmes influences, disons-nous, provoqueront des changements analogues dans le caoutchouc faiblement vulcanisé. La *stabilisation*, résultant de l'élévation du degré de saturation, a seulement pour conséquence que les actions capables de produire la dissociation des grands complexes moléculaires en d'autres plus petits doivent être plus énergiques pour le caoutchouc vulcanisé que pour le caoutchouc brut. En tout cas, le caoutchouc faiblement vulcanisé possède la faculté de se dépolymériser et polymériser de nouveau, à un degré qui n'est pas de beaucoup inférieur à celui du caoutchouc brut. Que les phénomènes de dépolymérisation et de polymérisation jouent un rôle considérable au cours de la vulcanisation, la chose a été mise récemment en évidence par Axelrod (1). Or, les changements de la substance caoutchouc imputables aux *phénomènes*

sidérer le processus de vulcanisation du point de vue physico-chimique et de l'interpréter comme un *phénomène d'adsorption*. Par une connaissance plus exacte de la technique de la régénération et des nombreuses tentatives faites sans succès pour éliminer le soufre de vulcanisation, Ostwald aurait été indubitablement amené à une conception différente du processus de vulcanisation. L'extraordinaire énergie de la liaison qui existe entre le caoutchouc et le soufre n'est pas conciliable avec l'hypothèse d'un pur phénomène d'adsorption.

(1) *Gummi-Zeitung*, 24, 352.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de polymérisation sont de telle sorte qu'ils s'opposent à un emploi *renouvelé* de cette substance. Ils ont notamment pour effet que les mélanges mous et plastiques avant la vulcanisation se conduisent ensuite d'une tout autre manière sur les cylindres malaxeurs. Tandis que le mélange brut soumis au traitement mécanique reste à l'état de masse cohérente, devenant de plus en plus molle ou plastique au fur et à mesure que l'on prolonge ce traitement, le produit vulcanisé, au contraire, se réduit dans les mêmes conditions en une poudre grossière, qui n'adhère plus aux cylindres et, par conséquent, ne peut être utilisée à la préparation de mélanges homogènes. Et si la supposition est exacte, ces changements sont uniquement dus aux phénomènes de polymérisation, les moyens dépolymérisants doivent alors être capables de ramener la substance caoutchouc vulcanisée de l'état ferme, non plastique, à l'état mou, plastique, que possédait le mélange de caoutchouc brut. Aussi bien, c'est le cas en réalité, et comme la chaleur est le moyen le plus facile de dépolymérisation du caoutchouc, il suffit donc de chauffer convenablement les déchets de caoutchouc usagés pour les rendre de nouveau plastiques et utilisables. Il faut observer en premier lieu, à ce propos, que les conditions du traitement doivent être déterminées de telle sorte que la dépolymérisation de la substance caoutchouc ne soit pas poussée au delà de ce qu'il est nécessaire pour obtenir le degré de plasticité désiré.

Nous avons dit plus haut que la stabilité de la combinaison augmente avec le degré de saturation. Or, comme dans le caoutchouc vulcanisé dur, contrairement au caoutchouc mou, la majeure partie des doubles liaisons des hydrocarbures sont saturés par le soufre, mais dont le soufre combiné ne peut être séparé, il est donc évident que le caoutchouc durci ne se laissera généralement plus ramener à un état plastique identique à celui du caoutchouc brut. Dans la technique de la régénération, les déchets de caoutchouc mou sont donc seuls à considérer. Mais les déchets de caoutchouc durci peuvent être transformés en une poudre extrêmement fine et réutilisés en les introduisant comme des matières minérales dans les cylindres malaxeurs, pour de nouveaux mélanges de caoutchouc durci.

Maintenant qu'il a été montré que la régénération du caoutchouc ne consiste, théoriquement, que dans une dépolymérisation de la substance caoutchouc faiblement vulcanisée, nous avons à envisager les problèmes *pratiques* à résoudre pour exécuter rationnellement le travail des déchets de caoutchouc. Il faudra d'abord établir ce qui s'entend et doit être entendu par *caoutchouc régénéré*. Dans un précédent mémoire sur cet objet (1), j'ai défini comme il suit la notion de « caoutchouc régénéré ».

« Le caoutchouc régénéré est un produit préparé au moyen des déchets de caoutchouc, qui se distingue des déchets employés comme matière première par une plus grande teneur en substance caoutchouc et par une plus grande plasticité. »

Cette définition n'est qu'approximative, en ce sens que la plus grande teneur en caoutchouc représente bien une propriété désirable pour le caoutchouc régénéré, mais pas absolument nécessaire pour rendre intelligible la notion de « caoutchouc régénéré. » La composition des produits de caoutchouc est extrêmement variable et leur teneur en caoutchouc, particulièrement, oscille dans des limites très étendues. Dans le travail des déchets de caoutchouc qui ne contiennent, à côté de beaucoup de caoutchouc pur, qu'une faible quantité de substances additives, il faut déjà, pour cette raison même, renoncer à un enrichissement sensible en substance caoutchouc. Dans les autres cas,

(1) *Gummi-Zeitung*, 17, p. 564.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on ne peut compter avec l'élimination des substances additives, puisqu'il en serait ajouté autant aux nouveaux mélanges. La teneur plus élevée en caoutchouc n'est donc pas caractéristique d'un régénéré ; la plasticité supérieure reste alors la seule propriété typique, par quoi le régénéré se distingue de la matière originaire.

Quoi qu'il en soit, la plupart de ceux qui ont travaillé ces questions n'ont pas reconnu clairement les problèmes à résoudre dans le travail des déchets de caoutchouc ; ils s'hypnotisaient sur l'élimination impossible du soufre de vulcanisation ; malgré cela, un grand nombre de procédés proposés bien différents dans les détails pouvaient conduire à la préparation de régénérés utilisables. Il convient d'insister sur ceci, que tous les procédés connus jusqu'ici s'accordent sur le point que si on chauffe la matière de quelque façon que ce soit. Nous avons démontré que la plasticité *est uniquement fonction de la température :* c'est pour cela que tous les procédés qui emploient la chaleur sont donc propres à conférer la plasticité à la matière première, c'est-à-dire la propriété qui fait du régénéré un produit de nouveau utilisable.

Les températures le plus généralement convenables à la *plastification* des déchets de caoutchouc sont comprises entre 150 et 180°. En principe, elles varient avec les températures de vulcanisation. Mais, comme la plastification exige une durée de chauffage beaucoup plus longue que la vulcanisation, les températures optima sont en général un peu supérieures aux températures de vulcanisation. La durée du chauffage dépend du degré de vulcanisation des déchets et de la température à laquelle on opère ; elle est ordinairement de plusieurs heures. Tandis que pour la vulcanisation on a recours la plupart du temps à la chaleur sèche, la plastification s'effectue le plus favorablement dans une ambiance liquide. Mais le milieu liquide ne joue ici que le rôle d'un bon conducteur de chaleur, car l'emploi de la chaleur sèche — par exemple, le traitement dans des cylindres chauffés — suffit pour plastifier les déchets vulcanisés. Il faut assurément, dans ce dernier cas, employer des températures voisines de celles où commence la décomposition pyrogénée du caoutchouc (environ 200° pour le caoutchouc vulcanisé).

Cette opinion a été souvent énoncée dans la littérature, que si la séparation du soufre combiné au caoutchouc n'est pas possible, l'élimination du soufre *libre* est d'une importance capitale dans le travail des déchets de caoutchouc. Cette idée ne peut être partiellement exacte que si la teneur en caoutchouc libre est si élevée qu'au cours du processus de plastification, une addition de soufre peut produire une augmentation importante du degré de vulcanisation. En général, cette supposition ne se justifie pas ; de sorte que la plupart du temps, il n'est pas besoin d'avoir égard à une élimination du soufre libre. Cette opinion erronée que, dans la plupart des cas, il faille attribuer une importance particulière à l'élimination du soufre libre, est à conférer avec ce fait qu'*en l'absence de soufre libre*, il peut se produire facilement des phénomènes dénotant une augmentation du degré de vulcanisation. La chaleur *sèche*, notamment, agissant dans des conditions convenables sur des masses de caoutchouc déjà plastifiées, donne lieu à des effets qui réagissent sur la plastification et qui, comme la vulcanisation, se traduisent par un très grand affermissement de la masse. Il peut en résulter que des masses fortement *hyperplastifiées*, c'est-à-dire devenues molles et visqueuses, perdent de nouveau leur viscosité et peuvent être, par conséquent, portées à tous degrés voulus de plasticité. Les températures les plus favorables pour l'obtention de cette plasticité sont, d'après les observations de l'auteur, comprises environ entre 100 et 130°, soit un peu au-dessous des températures propres de vulcanisation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Par un chauffage prolongé, cet affermissement de la masse peut être poussé assez loin pour que le produit devienne plus ferme et plus tenace que les déchets originaires, avant plastification, et qu'il se réduise en poudre, comme le caoutchouc vulcanisé non plastifié, dans le traitement mécanique dans les cylindres. Mais cette poudre redevient plastique, et finalement molle et visqueuse, si elle est chauffée dans un milieu humide entre 150 et 180°. Ces phénomènes ont lieu, comme il a déjà été dit, en l'absence totale de soufre libre. Ils ne sont pas occasionnés par une élévation du degré de vulcanisation, c'est-à-dire par l'introduction du soufre libre dans les doubles liaisons encore existantes de l'hydrocarbure du caoutchouc. Il faut donc admettre que ces phénomènes de durcissement doivent être ramenés à ceci, que la substance caoutchouc déjà vulcanisée possède une tendance plus forte que le caoutchouc exempt de soufre à la formation de très grands complexes moléculaires et, par conséquent, se polymérise à des températures où il se produit déjà une notable dépolymérisation de la substance caoutchouc exempte de soufre. Cette opinion n'est pas en contradiction avec le fait que la polymérisation de la substance caoutchouc vulcanisée se produit plus facilement aux températures modérément élevées qu'à la température ordinaire : car la très grande labilité des complexes moléculaires, augmentée par l'élévation de la température, doit favoriser en tous sens les changements de structure moléculaire. La forte tendance à polymérisation de la substance caoutchouc explique qu'il soit extrêmement difficile de provoquer une dépolymérisation de cette substance contenue dans les différents déchets, telle que le meilleur effet de plastification soit obtenu, et durablement obtenu. Aussi faut-il chercher dans cette tendance à polymérisation la raison pour laquelle se produisent si facilement, dans la vulcanisation de mélanges contenant du régénéré, les accidents désignés sous le terme d'*hypervulcanisation*.

Nous avons dit plus haut que dans le travail des déchets de caoutchouc, il n'est pas toujours nécessaire de tâcher d'obtenir un enrichissement du produit en caoutchouc pur. Il y a pourtant, dans la plupart des cas, à se préoccuper de l'*épuration* de la matière en œuvre, en éliminant les matières de charge et les matières textiles, ce qui est la partie la plus importante et aussi la plus difficile de la tâche. La *séparation des matières tissées* est particulièrement importante, parce que celles-ci, contrairement aux matières minérales ou organiques, ne font jamais ou ne font que très rarement partie constituante des mélanges et que par conséquent, la présence de matières textiles abaisse considérablement la valeur d'un régénéré. L'élimination de ces matières peut être obtenue soit par voie purement mécanique, soit par des procédés chimiques. Pour leur élimination par voie mécanique, on réduit d'abord les déchets en poudre aussi fine que possible et on soumet ensuite cette poudre à l'action d'une soufflerie. Comme les matières textiles finement divisées ont un poids spécifique notablement moindre que les masses de caoutchouc, on arrive de cette manière à une séparation très avancée. La poudre est préalablement débarrassée, par un procédé magnétique, des parties de fer, qui sont souvent aussi contenues dans les déchets. Si, à côté des matières textiles, les déchets ainsi traités ne renferment qu'une proportion relativement minime de matières de charge organiques, ou minérales, il n'est plus besoin maintenant que du chauffage dans un milieu approprié, pour transformer en régénéré utilisable les masses de caoutchouc à plastifier. Assurément, une séparation parfaite de la masse de caoutchouc et de la matière textile ne peut être obtenue de cette manière. Les masses de caoutchouc vulcanisées sur tissu pénètrent complètement celui-ci et sont unies si solidement avec lui que, d'une part, une certaine partie, non négligeable, de la masse de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

caoutchouc est entraînée dans le traitement mécanique avec les matières textiles soufflées et, d'autre part, des quantités importantes encore de matière textile restent adhérentes aux masses de caoutchouc et abaissent la valeur du régénéré obtenu. Mais on arrive à une séparation complète, si l'on fait usage de moyens chimiques ayant une action décomposante sur la matière textile, et restant sans influence sur la substance caoutchouc elle-même.

Les *procédés acides*, reposant sur l'emploi d'*acides minéraux*, ont acquis les premiers une grande importance technique pour le travail des déchets de caoutchouc. Parmi ces procédés, celui de l'Américain Mitchel mérite une mention particulière, car il a exercé une grande influence sur le développement de l'industrie de la régénération aux États-Unis, et il est encore employé pour le travail de grosses quantités de déchets. Dans le procédé Mitchel, les déchets, réduits en fragments, après avoir été soumis à une épuration mécanique, sont chauffés assez longtemps avec de l'acide sulfurique moyennement concentré ou avec un mélange d'acide sulfurique et d'acide chlorhydrique. Les matières textiles — composées, la plupart du temps, de coton — sont ainsi tellement désagrégées que la force adhésive qui les liait aux masses de caoutchouc est complètement abolie et que les restes encore existants de matière textile peuvent être entraînés totalement par traitement de la masse dans des cylindres laveurs. Abstraction faite de son effet sur les matières minérales, qui sera examiné plus loin, ce traitement n'agit que pour décomposer la matière textile. Il produit en même temps une diminution de la plasticité des masses de caoutchouc. Mais comme, eu égard à l'appareillage, on n'effectue le traitement qu'à des températures modérées, insuffisantes pour une plastification complète, les masses de caoutchouc débarrassées des matières textiles doivent encore être soumises pendant longtemps à l'action de la vapeur à haute pression ; elles deviennent alors suffisamment plastiques. Les régénérés américains reçoivent en outre, par cylindrage, une addition de plusieurs centièmes d'huile minérale, ce qui élève sensiblement la plasticité de la masse. Comme les huiles minérales ont une influence retardante sur la vulcanisation, cette addition présente l'avantage d'obvier dans une certaine mesure à l'accident, signalé ci-dessus, d'hypervulcanisation, quand on vulcanisera de nouveau les mélanges de régénérés. Grâce à ce tour de main, les régénérés américains sont rapidement entrés dans la technique.

Le procédé acide de Mitchel, plusieurs fois modifié par d'autres inventeurs, mais resté le même en principe, a été remplacé en partie tout récemment, aux États-Unis, patrie de l'industrie de la régénération, par le *procédé alcalin*, dû à l'Anglais Marks. Dans le procédé alcalin, les déchets divisés contenant des fibres sont chauffés à très haute température, en autoclave, avec une lessive alcaline concentrée. En même temps que la désagrégation de la matière textile, il se produit une plastification suffisante de la masse de caoutchouc, de sorte que le traitement à la vapeur à haute pression, usité dans le procédé acide, perd ici son utilité. Les procédés alcalins ont d'ailleurs, vis-à-vis des procédés acides, un avantage essentiel, sur lequel nous nous étendrons plus loin. Tant qu'il n'est question que de la séparation des matières textiles, les deux procédés sont d'égale valeur.

Passons maintenant aux méthodes employées pour l'*élimination des matières minérales*. Il faut tout d'abord observer ici que les agents chimiques, désagrégeant la matière textile, agissent aussi plus ou moins profondément sur les matières minérales. Mais les matières minérales employées dans la fabrication des articles de caoutchouc (asbeste, litharge, oxyde de fer, gypse, soufre doré d'antimoine, chaux,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

kaolin, silice, craie, magnésie, carbonate de magnésie, sulfate de baryte, talc, oxyde de zinc, sulfure de zinc, cinabre, etc.), sont pour la plupart des substances que les acides ou les alcalis, dans les présentes conditions d'expérience, ne transforment pas ou ne transforment qu'incomplètement en combinaisons solubles : ni le traitement acide, ni le traitement alcalin n'enlèvent donc une quantité notable des matières minérales contenues dans les déchets. Une circonstance qui aggrave encore la difficulté de la séparation des matières minérales par dissolution, c'est que les mélanges de caoutchouc régulièrement préparés renferment ces matières finement divisées dans la masse. Or, les solutions aqueuses d'agents chimiques ne pénétrant que fort difficilement la substance caoutchouc vulcanisée, les matières minérales, même celles qui sont facilement attaquables par les acides ou par les alcalis, ne peuvent être séparés quantitativement de la masse de caoutchouc que si l'on réduit la matière à un état de division que l'on ne peut atteindre industriellement. Une élimination complète des matières minérales ne peut donc être réalisée que par l'intermédiaire d'un corps qui dissolve, non pas ces matières minérales, mais la *substance caoutchouc*. Les procédés de régénération basés sur ce principe seront distingués dans ce qui va suivre sous le nom de *procédés par dissolution*. Avant de les étudier plus intimement, il nous faut encore exposer les raisons de la supériorité des procédés alcalins sur les procédés acides.

C'est un fait connu des techniciens du caoutchouc que la présence d'acides exerce une action décomposante aussi bien sur le caoutchouc brut que sur les produits de caoutchouc vulcanisés. Cette influence décomposante n'est pas une action acide directe ; car elle ne dépend pas de la quantité d'acide en présence, mais elle se manifeste éminemment lorsqu'en présence de très minimes quantités d'acide, l'air et la lumière agissent longtemps sur le caoutchouc. Celui-ci, ou le produit du caoutchouc, perd alors, d'abord superficiellement, son élasticité et se recouvre d'une couche de substance dure, facilement déchirable. Au début, cette couche est très mince ; mais elle pénètre progressivement jusqu'au cœur de la masse de caoutchouc. Dans le caoutchouc brut, le durcissement est accompagné d'une lubrification de la masse : c'est pourquoi l'on dit que le caoutchouc brut « devient collant » et que le caoutchouc vulcanisé « devient croûteux ». (*Leimigwerden et Krustigwerden.*) Aussi bien ces phénomènes ne sont pas d'essence chimique, mais ils sont causés par une modification dans l'état moléculaire de la substance caoutchouc (1). Il est digne de remarque que non seulement des traces d'acides, mais encore toutes les substances utilisées dans le travail du lait de caoutchouc naturel comme agents de coagulation, paraissent exercer une action accélératrice sur la formation du collant ou du croûteux, tandis qu'au contraire, les substances agissant comme dépolymérisantes s'opposent à cette formation. Or, les alcalis, contrairement aux acides, — qui sont polymérisants, — ont un pouvoir dépolymérisant particulier ; des traces d'alcalis non seulement ne désagrègent pas le caoutchouc, mais encore agissent comme conservateurs sur le caoutchouc et ses produits.

L'influence nuisible exercée sur le caoutchouc par des traces d'acide à l'air et à la lumière, fait une obligation, dans les procédés acides, d'éliminer avec le plus grand soin toute trace d'acide des masses de caoutchouc, chaque fois que les régénérés

(1) Comp. à ce sujet, *Spence, Zeitschr. für Chemie u. Ind. der Kolloid*, t. VI, p. 70, et *Bing, Zeitschr. für Chemie u. Ind. der Kolloid*, t. IV, p. 232.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

montrent une tendance au durcissement. Mais un simple lavage à l'eau ne suffit pas. Il est nécessaire de traiter d'abord énergiquement les masses de caoutchouc, avec un alcali qui neutralise tous les restes acides se trouvant à l'intérieur des particules, et de bien laver ensuite à l'eau pour entraîner les sels alcalins, car les sels facilement ionisables agissent, pour la décomposition du caoutchouc, d'une manière analogue à celle des acides libres. Comme, contrairement aux acides, des traces d'alcali ont une influence bienfaisante sur le produit, un traitement ultérieur aussi soigneux n'est pas nécessaire dans le procédé alcalin. Grâce à cette circonstance, ainsi qu'à la possibilité déjà signalée d'obtenir en même temps la plastification des masses de caoutchouc et la destruction des matières textiles, les procédés de travail aux alcalis sont beaucoup plus simples que les procédés acides : pour cette raison, la préférence doit leur être accordée. Nous reviendrons encore, plus loin, sur un autre avantage des procédés alcalins.

Immédiatement après la séparation des matières textiles, celle des *matières minérales* est de la plus haute importance pour l'épuration des déchets. Il a été dit plus haut que les matières minérales, qui peuvent constituer plus de 50 p. 100 des produits de caoutchouc, à côté du caoutchouc pur, ne peuvent être séparées totalement des déchets que si l'on amène la substance caoutchouc en solution. L'idée d'extraire le caoutchouc de ses produits en traitant ceux-ci par des agents qui s'emparent du caoutchouc, de séparer mécaniquement de la solution les matières minérales insolubles, d'éliminer au moyen d'agents chimiques la petite proportion de charges organiques existantes et d'extraire finalement le caoutchouc purifié de la solution par un moyen approprié, cette idée vient si naturellement à l'esprit que l'on aurait dû envisager cette voie comme la première à suivre pour le travail des déchets de caoutchouc. Parmi les premiers projets de mise en valeur des déchets de caoutchouc, on en trouve effectivement, qui cherchent à atteindre le but assigné par l'emploi de procédés de dissolution. Mais de tels procédés n'ont pu avoir jusqu'à ces dernières années aucune importance technique, parce que les procédés de dissolution, si simples qu'ils puissent paraître en principe, comportent des difficultés sérieuses, en partie techniques, en partie économiques.

Les difficultés techniques consistent d'abord en ceci, que la substance caoutchouc vulcanisée est beaucoup plus difficilement soluble que le caoutchouc brut dans tous les dissolvants du caoutchouc. La dissolution ne s'effectue avec une facilité suffisante qu'à très haute température. Mais, à la température nécessaire pour la dissolution, il manifeste déjà une forte dépolymérisation de la substance caoutchouc. A cause de cette dépolymérisation avancée, le caoutchouc extrait de ces solutions est la plupart du temps très mou et gluant. Or, les masses de caoutchouc de cette nature ne peuvent trouver qu'un emploi technique très limité, et l'opinion est donc très répandue dans les cercles techniques que, d'une manière générale, les procédés par dissolution ne peuvent être pris en considération pour un travail rationnel des déchets de caoutchouc. Cette supposition est erronée. Il est fort possible, par l'emploi de solvants appropriés et avec des précautions suffisantes, de porter en solution la substance caoutchouc vulcanisée, à des températures auxquelles les effets dépolymérisants de la chaleur n'outrepassent point le degré désiré. Mais, à cause de l'extraordinaire diversité des déchets de caoutchouc, il est très difficile de trouver et de réaliser dans tous les cas les conditions les plus favorables pour l'obtention d'un effet précis. Les procédés par dissolution ne pourraient donc trouver d'emploi que dans une certaine

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

limite, si la tendance, signalée plus haut, que montre la substance caoutchouc à revenir à un état de polymérisation élevé après la dépolymérisation, ne donnait la possibilité de faire rétrograder à volonté les changements dus à la dépolymérisation (1).

Maintenant qu'il a été démontré que les objections de principe tirées des modifications de la substance caoutchouc ne s'opposent pas à l'emploi des procédés par dissolution, nous devons nous représenter comment un procédé par dissolution s'exécuterait en pratique. Nous supposerons qu'il s'agit de déchets contenant, à côté de matières textiles, de grandes quantités de matières de charge minérales et organiques (factice, huile minérale, goudron et analogues), et, par suite, relativement peu de caoutchouc.

Si l'on soumet de tels déchets, pendant longtemps et à température très élevée, à l'action d'un dissolvant du caoutchouc (les mieux appropriés sont des hydrocarbures à point d'ébullition pas trop bas), la substance caoutchouc et les matières de charge organiques entrent en solution, tandis que les matières textiles et les matières de charge minérales ne sont pas dissoutes. La solution peut être séparée facilement, par voie mécanique, des matières textiles. Les matières de charge minérales, au contraire, restent en suspension dans le liquide visqueux et leur séparation complète exige un très long repos ou une centrifugation. Le caoutchouc peut maintenant être séparé à l'état de pureté, si l'on mélange la solution liquide avec un agent dans lequel la substance caoutchouc soit insoluble, mais qui dissolve les matières de charge organiques. On pourra choisir à cet effet entre l'alcool méthylique, l'alcool éthylique et l'acétone. Il n'y aurait plus qu'à débarrasser la substance caoutchouc précipitée de la solution, du solvant entraîné et à la porter au degré de plasticité voulu, pour obtenir un régénéré qui ne le cédât en rien, tant pour la teneur en caoutchouc que pour la pureté, aux meilleures sortes de caoutchouc brut.

Il est donc possible d'extraire de la matière première la plus vile un produit répondant, comme qualité, aux plus sévères exigences, et il ne faut pas s'étonner de ce que la voie que nous venons d'indiquer soit suivie dans presque tous les procédés par dissolution décrits dans les brevets. Mais en réalité, il n'a même pas été livré au commerce 100 kilogrammes de régénéré obtenu par précipitation d'une solution de caoutchouc préparé avec des déchets, et il est facile de prédire que, d'ici à très longtemps, un semblable procédé ne pourra avoir aucune importance technique. La raison en est que, si le procédé de précipitation répond bien plus aux plus hautes exigences en ce qui concerne la qualité du produit, il n'en va pas de même au point de vue économique. Or pour un procédé industriel — au contraire d'un essai de laboratoire — ces dernières viennent en première ligne déterminer sa possibilité d'emploi. Les frais, qui, dans l'espèce, s'opposent à l'emploi du procédé, sont si élevés qu'ils ne peuvent pas être couverts par l'augmentation de valeur de la matière, due à sa purification. Ces dépenses élevées ne sont cependant pas occasionnées par le travail même du produit, mais par l'impossibilité dans laquelle on se trouve de séparer l'un de l'autre sans beaucoup de perte les dissolvants employés, aussi parfaitement qu'il est nécessaire pour les utiliser de nouveau. Les frais relatifs à la perte de dissolvant peuvent donc excéder à eux seuls, dans beaucoup de cas, la somme réalisée par l'amélioration de la matière originaire. Pour ces raisons purement économiques, il faut donc renoncer industriellement à l'emploi des procédés par dissolution combinés avec la méthode de précipitation.

(1) L'observation, importante pour la technique de la régénération, que la faculté de polymérisation de la substance caoutchouc vulcanisée est plus grande à des températures *élevées* déterminées qu'à la température ordinaire, a fait l'objet d'une demande de brevet par l'auteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais s'il n'est pas possible d'atteindre en pratique la séparation parfaite de la substance caoutchouc vulcanisée et des matières de charge organiques, cela n'a pas une importance pratique énorme, parce que, la plupart du temps, les matières de charge solubles dans les solvants du caoutchouc (factice, huile minérale, etc.), contrairement, aux charges minérales, ne se trouvent pas dans les déchets en si grande proportion que leur présence influe sensiblement sur la valeur du produit. Il y a néanmoins de grandes quantités de déchets dont il serait désirable non seulement d'éliminer les matières textiles et les charges minérales, mais encore d'abaisser la teneur en charges organiques. Comme les méthodes de précipitation ne peuvent pas venir en considération pour l'industrie, on recherche donc à atteindre le but par la voie opposée, c'est-à-dire à amener tout d'abord la substance caoutchouc en solution, à éliminer les matières de charge organiques par des agents chimiques et à ne séparer qu'ensuite la substance caoutchouc de la solution. *A priori*, cette voie apparaît comme propre à conduire au but : car en tant que matière de charge (ou de remplissage) organique soluble, on n'a guère à envisager que les factices et d'après les données de la chimie analytique, ces produits huileux peuvent être séparés avec une facilité relative du mélange de caoutchouc par un traitement avec des lessives alcalines. En analyse, on y arrive en chauffant la matière caoutchouc finement divisée avec une lessive alcoolique de soude. L'alcool n'a d'autre objet que de faciliter la pénétration du réactif dans la masse et de permettre, par conséquent, la saponification quantitative des produits huileux à plus basse température que si l'on emploie des lessives aqueuses. Mais aux températures élevées, nécessaires pour la plastification, les matières saponifiables peuvent être éliminées complètement, ou presque complètement, des déchets grossièrement divisés par des lessives aqueuses, comme celles qu'on emploie dans le procédé alcalin. Cela constitue un autre avantage du procédé alcalin vis-à-vis du procédé acide, qui devait encore être mentionné.

Comme, dans les réactions chimiques sur les mélanges de caoutchouc, la faculté de pénétration du liquide réagissant a une importance essentielle, il faut admettre avant tout que les matières saponifiables peuvent être éliminées des solutions de caoutchouc en agitant à haute température ces solutions avec des lessives alcalines aqueuses ; car, si les lessives aqueuses ne sont pas miscibles aux dissolvants du caoutchouc, un contact très intime a pourtant lieu, grâce à l'agitation des liquides, entre le réactif et les matières à saponifier, comme lorsque les lessives aqueuses agissent sur les particules du mélange *solide* de caoutchouc, ainsi que le cas se présente en analyse et dans les procédés alcalins. Des essais effectués à cet égard dans l'usine dirigée par l'auteur ont confirmé, en toutes circonstances, la justesse de cette prévision. Mais, à côté de la saponification des corps huileux, il s'est présenté dans ces essais une modification inattendue de la substance du caoutchouc. Cette modification se manifeste quand on agite avec de l'eau, à froid ou à température peu élevée, les masses de caoutchouc restant comme résidu après la séparation de la lessive et l'expulsion du dissolvant. *Les masses de caoutchouc disparaissent alors complètement, et il se forme des solutions colloïdales de caoutchouc.* Dans des conditions d'expérience convenables, la formation d'une solution colloïdale peut déjà être occasionnée par l'eau qui se condense dans l'appareil, lors de l'expulsion du dissolvant, au moyen de la vapeur d'eau (1). Les

(1) Comp. à cet égard les brevets anglais 14.681/05 et 25.735/06, ainsi que les brevets allemands 197 154 et 200 667.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

masses de caoutchouc extraites de dissolutions semblables, mais non traitées par une lessive alcaline, sont au contraire absolument indifférentes vis-à-vis de l'eau, de sorte qu'il ne peut faire aucun doute que seules les influences exercées par l'*alcali* sur la substance caoutchouc dissoute, lui procurent la faculté de former des solutions aqueuses colloïdales. Ces solutions aqueuses colloïdales de caoutchouc forment des liquides troubles, laiteux, dont l'aspect rappelle immédiatement le lait de caoutchouc naturel. Elles se distinguent en premier lieu du latex naturel en ce qu'elles renferment le caoutchouc à l'état vulcanisé (1). En revanche, une similitude plus étroite réside en ceci que tous les agents qui déterminent une coagulation du latex précipitent aussi la substance caoutchouc vulcanisée de ses solutions colloïdales. Les masses de caoutchouc vulcanisé séparées de ces solutions présentent entre elles des différences typiques, selon la nature du précipitant employé. Si l'on mélange les solutions colloïdales avec de l'*alcool*, la coagulation a eu lieu, comme dans le latex naturel. Mais les masses de caoutchouc séparées sont à l'état *gélatineux* et *peuvent être remises en solution par agitation avec de l'eau*. Le même phénomène se présente, si l'on sépare les masses de caoutchouc par concentration des liquides colloïdaux. Si l'on agite maintenant ces masses gélatineuses avec des liquides *acides*, elles prennent alors immédiatement une tout autre propriété. Elles ressemblent alors, sous tous rapports, à un coagulum de caoutchouc typique *et sont complètement indifférentes à l'eau;* elles ne peuvent donc plus être mises en solution aqueuse colloïdale. La même indifférence est aussi montrée par les masses de caoutchouc directement précipitées des lignes colloïdaux au moyen d'un agent *acide*. Ces phénomènes ne peuvent être ramenés à une neutralisation de l'alcali par l'acide, car on peut se mettre dans des conditions d'expérience telles que les masses gélatineuses soient totalement ou presque totalement exemptes d'alcali, sans que rien soit changé par là dans leur manière d'être caractéristique. Au surplus, il n'est pas douteux que la grande énergie dépolymérisante des alcalis, d'une part, l'énergie polymérisante des acides, d'autre part, ne soient les causes des phénomènes observés.

On sait que les agents utilisés pour la coagulation du latex ont un pouvoir coagulant très variable. Par contre, il n'a pas été recherché si les coagula extraits du latex naturel peuvent présenter, selon la nature du coagulant employé, des différences analogues à celles des masses de caoutchouc vulcanisé extraites des solutions colloïdales, c'est-à-dire, s'ils peuvent être de nouveau portés en solution colloïdale, dans des circonstances particulières. Il est à présumer que des différences de ce genre seront établies dans le cas du latex naturel.

Les espérances qu'avaient fait naître, pour la technique de la régénération, les observations qui précèdent, ne se sont pas complètement réalisées. La raison en est que l'état gélatineux des masses de caoutchouc extraites ne peut être modifié que par l'emploi de liquides acides, lesquels doivent pénétrer entièrement les masses et ne peuvent ensuite être éliminées qu'avec beaucoup de difficulté. Les produits préparés d'après ce procédé éprouvent donc facilement la décomposition par *encroûtement* ou durcissement. Si, malgré cela, nous nous sommes longuement étendu sur ces phénomènes, c'est que les observations rapportées présentent incontestablement un très grand intérêt au point de vue theorique.

(1) Revenant sur la théorie de l'adsorption d'Ostwald, on observera encore une fois que dans les conditions d'essai des cas précédents, où le soufre libre entre facilement en solution, la teneur des masses de caoutchouc en soufre combiné n'a pas éprouvé le moindre changement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La préparation en fabrique des régénérés de caoutchouc fut tout d'abord instituée aux États-Unis d'Amérique, où elle constituait une branche d'industrie florissante il y a déjà quelques dizaines d'années; c'est-à-dire, à une époque où l'emploi des régénérés se bornait en Europe, la plupart du temps, aux produits obtenus d'une manière primitive dans les manufactures mêmes de caoutchouc, par chauffage des déchets exempts de fibres avec des huiles. Il existe actuellement en Amérique 50 grandes fabriques, dont la plupart, comme il a déjà été dit, travaillent d'après le procédé acide. Certaines de ces fabriques produisent jusqu'à 10 tonnes de régénéré par jour, si bien que leurs bénéfices annuels doivent être évalués à plusieurs millions de marks. Il s'en faut de beaucoup que les déchets produits par l'Amérique suffisent à alimenter ses fabriques en régénéré. Aussi, une partie très importante, si ce n'est la majeure partie des déchets jetés sur le marché européen, est exportée, aux États-Unis, pour être ensuite, partiellement au moins, réintroduite en Europe à l'état de régénéré. La situation du marché européen, pour les déchets de gomme, est déterminée par la demande des fabriques américaines. Le premier concurrent que l'Europe opposa aux Américains fut la Northwestern Rubber Company, à Manchester, qui livre à l'industrie, depuis 1900 environ, des produits préparés selon le procédé alcalin de Marks (brev. allemand 119, 197). Un peu plus tard, la tentative de préparation de régénérés, dans la grande industrie, par l'emploi d'un procédé de dissolution, fut menée à bien en Allemagne par la firme Max Fraenkel et Runge, à Spandau. Le développement rapide de l'usine dirigée par l'auteur a montré pour la première fois que les produits préparés par un procédé de dissolution, non seulement sont utilisables, mais qu'ils peuvent encore concurrencer les autres. Au cours de ces dernières années, quelques petites fabriques ont encore été installées, qui emploient également le procédé de dissolution. En 1904, un droit d'exportation (*Ausfuhnzoll*) fut mis par la Russie sur les déchets de chaussure en gomme, qui sont d'une importance particulière pour la production américaine. Depuis la même époque, à peu près, la grande manufacture russe d'articles en caoutchouc Provodnik, à Saint-Pétersbourg, livre aussi au commerce des régénérés vraisemblablement préparés d'après le mode américain, mais qui n'égalent point en qualité les produits des États-Unis. A Copenhague, fut fondée en 1900, sous le titre *Dansk Afvulkaniserings-Aktieselskab*, un établissement ayant pour objet l'exploitation des brevets pris dans tous les pays civilisés par A. Theilgaard. Dans la préparation des produits de cette Société, les brevets Theilgaard — qui ont fait beaucoup parler d'eux — n'ont sans doute joué qu'un rôle secondaire. En tout cas, les produits livrés pendant les premières années furent bons et dignes d'éloges. Malgré cela, cette entreprise a trouvé prématurément une fin peu glorieuse. Les anciennes fabriques américaines ne trouvèrent, dans ces établissements, des concurrents que pour leur exportation en Europe. Comme les manufactures de caoutchouc américaines sont habituées depuis plus longtemps que les autres à l'emploi de régénérés et comme elles sont en état d'en consommer de grosses quantités, l'Europe trouverait donc avantage à exporter ses produits aux États-Unis, si ces derniers n'avaient énergiquement protégé, par des droits de douane élevés, la branche d'industrie florissante contre ses concurrents étrangers. La taxe douanière américaine atteint 25 p. 100 de la valeur marchande des régénérés : elle est donc absolument prohibitive. Nous avons déjà signalé plus haut qu'une partie notable des déchets employés par les fabriques américaines prend le chemin des ports d'exportation allemands. Il serait donc recommandable, dans une nouvelle réglementation des rapports commerciaux entre l'Allemagne et les États-Unis, de prêter attention

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à une branche d'industrie très susceptible encore de développement en Allemagne et de la protéger envers les concurrents américains, comme les Américains l'ont fait dans leur propre pays. On a proposé de suivre l'exemple de la Russie et de mettre aussi en Allemagne un droit d'exportation sur les déchets de gomme. L'exécution de ce projet présenterait de grandes difficultés; mais il serait sans doute possible d'élever assez le droit d'importation sur les régénérés, actuellement tout à fait insuffisant (il n'est que de 5 Mk par 100 kilos), pour qu'il protégeât véritablement les fabriques allemandes.

Après cette incursion sur le domaine économique, revenons à notre sujet et examinons les questions qui se posent au point de vue de l'*estimation des régénérés de caoutchouc*. Les explications données précédemment ont montré que, pour des raisons économiques, on ne peut pas toujours arriver en pratique à purifier la substance caoutchouc vulcanisée jusqu'au degré qu'indique la théorie. Mais le terme d'épuration pratiquement accessible n'est pas toujours atteint; il ne l'est même que dans des cas très rares. Il s'ensuit que la qualité des régénérés que l'on trouve dans le commerce est soumise à d'extraordinaires variations et qu'on peut y trouver toutes les matières employées dans la préparation des produits de caoutchouc. Pour porter un jugement à cet égard, il faut tout d'abord considérer que la valeur intrinsèque d'un régénéré est déterminée exclusivement par la substance caoutchouc qu'il renferme et que, par conséquent, la première question qui se pose est celle de la teneur en caoutchouc. Mais, à teneur égale en caoutchouc, d'importantes différences de qualité peuvent encore se présenter, soit à cause de la proportion du soufre de vulcanisation dans le produit, soit à cause de l'état physique de la substance caoutchouc. La question du degré de vulcanisation est d'une importance particulière, si les régénérés doivent servir à la préparation de produits vulcanisés *mous*. Il faut alors que le coefficient de vulcanisation (rapport entre la substance caoutchouc et le soufre combiné) soit aussi bas que possible. Au contraire, si les régénérés doivent être employés à la préparation de caoutchouc durci, le coefficient de vulcanisation n'a qu'une importance secondaire, puisqu'en tout cas, dans le travail ultérieur, on provoquera une élévation du degré de vulcanisation. La teneur en caoutchouc, le coefficient de vulcanisation, ainsi que la nature et la proportion des matières de charge existantes, peuvent être déterminés analytiquement dans les régénérés, par les mêmes méthodes qui servent à l'essai des produits de caoutchouc vulcanisé. Par contre, on ne peut reconnaître sur le régénéré même si le degré de polymérisation de la substance caoutchouc ou la plasticité du produit, qui en dépend, est telle que les propriétés physiques des articles fabriqués avec ce régénéré répondront aux conditions posées. Il a été observé plus haut, à ce sujet, que les techniciens assignent une valeur particulière, pour l'estimation des régénérés, à leur *nervosité*. La plupart du temps, l'expert se contente, pour déterminer la nervosité, d'une épreuve à la main. Mais, alors même que les constantes physiques, comme la résistance et l'élasticité, seraient déterminées d'après des méthodes rigoureuses, les valeurs trouvées pour les régénérés mêmes ne permettraient pas un jugement précis. Pour celui qui utilise les régénérés, les seules propriétés importantes sont celles que présentent les produits manufacturés *après une nouvelle vulcanisation*. Or, par cette nouvelle vulcanisation, il peut se produire des changements d'état physique, que les propriétés des régénérés mêmes ne donnent à prévoir en aucune façon. Tant qu'il est question de propriétés physiques, des essais pratiques peuvent seuls décider de la faculté d'emploi d'un régénéré. La voie qui doit être suivie pour juger comparati-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vement divers régénérés est donc la suivante : 1° Détermination de la teneur en caoutchouc; 2° détermination du coefficient de vulcanisation; 3° détermination des constantes physiques d'échantillons fraîchement vulcanisés, préparés dans des conditions absolument identiques, et 4° examen de la conduite de ces échantillons comparatifs sous l'action prolongée de l'air et de la lumière. Ces quatre facteurs réunis sont nécessaires pour donner une idée exacte de la valeur et de la faculté d'emploi d'un régénéré.

Posons-nous maintenant la question de savoir quelles limites d'emploi sont assignées aux régénérés de caoutchouc, comparativement au caoutchouc brut; nous devons dire, d'une manière générale, que ces limites n'existent pas. Il n'y a que dans les rares cas où le caoutchouc brut employé n'est pas soumis à la vulcanisation que les régénérés, d'une manière générale, ne peuvent pas être pris en considération comme succédané du caoutchouc brut. Pour la préparation de solutions, les régénérés ne peuvent non plus être employés dans tous les cas, par suite de la manière d'être anormale de la substance caoutchouc vulcanisée vis-à-vis des dissolvants. En revanche, toute sorte de produits en caoutchouc mou ou durci de bonne qualité peuvent être préparés, sans aucune addition de caoutchouc brut, avec des régénérés riches en caoutchouc et de bas coefficient de vulcanisation (1). Il va de soi qu'il n'en est pas de même avec les régénérés médiocres, pauvres en caoutchouc; car les charges organiques et minérales ne peuvent pas remplacer le caoutchouc quand on les introduit dans les mélanges sous forme de régénérés. Si l'on n'obtient pas toujours en pratique, par l'emploi de bons régénérés, les résultats que l'on pourrait obtenir, il faut en chercher la raison en ce que nombre de techniciens du caoutchouc croient pouvoir remplacer purement et simplement, dans leurs recettes de mélanges, le caoutchouc brut par du régénéré. Si l'on en use ainsi, les résultats peuvent ne pas être satisfaisants, car dans le travail des régénérés, on doit tenir compte de ce que la substance caoutchouc s'y trouve déjà plus ou moins fortement vulcanisée. Dans un mélange de régénérés, si les produits doivent posséder les mêmes propriétés que par l'emploi de caoutchouc brut, l'addition de soufre et les conditions de vulcanisation devront donc être changées de telle sorte qu'une compensation soit apportée aux changements provoqués par le soufre de vulcanisation déjà existant. Les manufactures américaines ont appris depuis longtemps à vaincre les difficultés de fabrication; en quoi l'addition aux régénérés américains d'huile minérale (mentionnée plus haut), laquelle retarde la vulcanisation, n'est assurément pas sans importance. En Allemagne aussi, particulièrement dans ces dix dernières années, l'emploi des régénérés a pris une grande extension, quoiqu'il n'ait pas manqué et qu'il ne manque pas encore de voix, pour induire qu'un préjudice est causé de ce fait au consommateur d'articles en caoutchouc. De tels jugements ne font que dénoter un manque absolu de compétence (2).

En réalité, aucune objection solide ne peut être faite à l'emploi des régénérés; car — comme on ne saurait trop le faire ressortir — la partie constituante, l'élément typique des régénérés est de la véritable substance caoutchouc, avec toutes les propriétés du caoutchouc. Il n'y a donc aucun moyen de constater si la substance caoutchouc vulcanisée contenue dans un produit manufacturé provient d'un régénéré,

(1) Voyez à cet égard les produits manufacturés exposés à Bruxelles par la firme Max Fraenkel et Runge, à Spandau, pour montrer la faculté d'utilisation de ses régénérés.

(2) Comp. les mémoires de O. N. Witt dans le n° 745 du « Prometheus », année 1904, et les commentaires sagaces de ces mémoires, par C.-O. Weber, dans la *Gummi-Zeitung*, 18e année, 648 et suiv.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou si elle a été ajoutée au mélange à l'état de caoutchouc brut, avant la vulcanisation. L'interdiction d'employer des régénérés, qui se trouve en particulier dans les spécifications de fournitures des administrations, serait absolument comme non-avenue, à cause de son contrôle impossible, si elle ne comportait pas une acceptation tacite.

Les développements précédents ont montré que le travail des déchets de caoutchouc, s'il peut paraître simple en principe, présente une multitude de difficultés; pour les vaincre, il faut de nombreuses expériences et aussi une étude profonde et persévérante du sujet. Si l'on s'en rapporte à la littérature des brevets, on trouvera malgré cela qu'un grand nombre d'inventeurs se croient en état de résoudre, par l'inspiration d'un heureux moment, les problèmes que comporte le travail des déchets de caoutchouc. L'auteur ne saurait donc clore cet exposé sans avoir insisté sur la méfiance avec laquelle, d'après son expérience, doivent être accueillies les données de ces brevets. Ceci ne s'entend pas seulement pour des brevets étrangers, mais aussi pour des brevets accordés en Allemagne. Aussi bien, le mode d'examen appliqué par le Patentamt allemand n'offre aucune garantie sur ce point de savoir s'il ne s'agit pas, dans les brevets nouvellement parus, de procédés depuis longtemps connus ou pratiqués, ou reconnus inutilisables. Une modification infime d'un procédé connu et l'affirmation qu'on en obtient un effet prodigieux, suffisent pour que le Patentamt couvre une revendication de la protection d'un brevet. Cela doit suffire, surtout dans un domaine comme celui-ci, où les liens de cause à effet ne sont pas toujours clairement visibles, car le Patentamt n'est pas en état de soumettre à l'épreuve pratique les indications du mémoire descriptif de brevet, et les prétentions du demandeur sont implicitement admises, pourvu qu'elles ne portent pas extérieurement en elles la marque de l'invraisemblance. Il semble donc permis de n'accorder aucune créance particulière à un brevet sur la régénération parce qu'il aura contourné heureusement les écueils du procédé allemand de délivrance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE CHIMIE

Par M. JULES GARÇON

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Généralités. — La mesure des quantités infinitésimales.
Produits minéraux. — La préparation des acides purs.
Industries minières. — Les mines du Tonkin.
Métaux et métallurgie. — L'action des solutions salines sur le fer et l'aluminium. — Tendances de la cyanuration.
Combustibles et éclairage. — Les charbons américains. — La réaction d'équilibre $2CO \rightleftarrows CO^2 + C$. Sur le rayonnement du manchon Auer.
Essences et résines. — Sur l'essence de térébenthine. — Solubilité des corps gras.
Produits organiques divers. — Solubilité de l'aniline. — Purification de l'acide acétique.
Industries textiles. — Sur le tulle artificiel. — Action des solutions cupriques sur le coton.

LA MESURE DES QUANTITÉS INFINITÉSIMALES

Dans une conférence faite à la Société française de physique le 20 avril 1911, (n° de juin du Journal de physique), *sir William Ramsay* expose comment il a réussi à mesurer des quantités très petites, poids et volumes, d'argon, de néon, de crypton, de xénon. La détermination des densités de ces corps portait sur des volumes de 200 centimètres cubes pour l'argon, de 32 centimètres pour le néon. La détermination du volume spécifique du crypton et du xénon liquide portait, en tubes capillaires, sur un volume de 6 millièmes de centimètre cube.

Le radium se désagrège en émanation et en hélium, et même avec $0^{gr}50$ de bromure de radium; la quantité totale de l'émanation est de l'ordre de $0^{m3},1$.

On peut déterminer, dit Ramsay,

Avec une bonne balance de précision	$10^{-4} = 0{,}000{,}1$ grammes.
Avec une balance d'essai	$10^{-5} = 0{,}000{,}01$
Avec la microbalance de Nernst	$10^{-6} = 0{,}000{,}001$
Avec la microbalance construite par Whytlaw-Gray	$3.10^{-9} = 0{,}000{,}000{,}003$
Le spectroscope permet de découvrir de l'hélium	$2.10^{-10} = 0{,}000{,}000{,}000{,}2$
L'odorat (pour le mercaptan)	$10^{-11} = 0{,}000{,}000{,}000{,}01$
L'électroscope	$10^{-12} = 0{,}000{,}000{,}000{,}001$

Tout le monde sait comment l'électroscope est devenu le moyen fort usité pour déterminer la présence du radium et du thorium dans les roches; c'est grâce à lui que M. et M^me^ Curie ont découvert le radium.

Les savants qui font des recherches sur le contenu des roches en radium distinguent avec confiance entre les échantillons qui en renferment $2{,}3 \times 10^{-12}$ et ceux qui renferment $2{,}10 \times 10^{-12}$ grammes par gramme de minerai.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces dernières années, il a fallu faire attention à l'émanation provenant du radium. Grâce à l'obligeance de l'Académie de Vienne, M. Ramsay a eu à sa disposition près d'un demi-gramme de bromure de radium, et nous avons réussi, dit-il, M. Whytlaw-Gray et moi, non seulement à mesurer le volume de gaz qu'il donne continuellement, mais même à déterminer son volume à l'état liquide ; à le geler, en le refroidissant par l'air liquide ; à mesurer les longueurs d'onde des rayons de son spectre ; enfin à peser une quantité qui ne surpassait pas le dixième d'un millimètre cube.

Il y a déjà trois émanations ; celle du radium, celle du thorium et celle de l'actinium. M. Ramsay propose de substituer au terme : émanation de radium, dû à Rutherford et Foddy, celui de *niton* qui signifie luisant, à cause de l'éclat de l'émanation devenue liquide.

Mais comment peser un gaz dont il était impossible d'avoir plus d'un dixième de millimètre cube ? A l'aide de la microbalance, imaginée par M. Steele, et construite par M. Whytlaw-Gray, et dont M. l'ingénieur G. Richard a donné, dans sa Revue de quinzaine du 9 juin 1911, une description complète. La balance est contenue dans une boîte en laiton où l'on peut faire le vide. Les objets à peser sont suspendus à des fils de quartz par des petits crochets en silice, et tenus en équilibre par un contrepoids ; on règle la pression dans la boîte jusqu'à équilibre, et c'est la variation de la pression qui correspond à la variation de poids. La balance indique une différence de poids de 2 ou 3 millionièmes de milligramme.

La possibilité de peser des quantités si minimes suggère des recherches qui pourraient être fort intéressantes. Par exemple, on pourrait évaluer l'épaisseur des couches de gaz qui s'attachent à des objets solides.

Sir W. Ramsay a eu besoin d'eau pure, qui ne laissât pas de résidu solide à l'évaporation ; il n'en a pas obtenu, même avec de l'eau synthétique, préparée en brûlant de l'hydrogène au contact de vases de platine ou de silice refroidis ; les gouttes obtenues ont toutes laissé un dépôt, pesant environ 100 millionièmes de gramme par goutte. Il a fini par découvrir qu'en laissant s'évaporer l'eau dans un courant d'eau filtrée à travers de l'ouate, aucun résidu ne subsistait. Le résidu antérieur provenait de la poussière suspendue dans l'air et consistait en cristaux de sel commun, de carbonate de chaux et de sulfate de chaux. L'eau en s'évaporant se charge d'électricité et attire la poussière.

Telles sont les tentatives de sir W. Ramsay, pour « voir l'invisible, tâtonner l'intangible et peser l'impondérable ».

LA PRÉPARATION DES ACIDES PURS

La fabrication des acides minéraux chimiquement purs a fait l'objet d'un article du docteur ingénieur *E. Schütz* (Zeitschrift für angewandte Chemie, n° du 17 mars 1911, p. 487-491). Sur cette fabrication, dit l'auteur, il n'y a qu'un petit nombre de documents publiés ; les fabriques conservent leurs procédés pour elles. Il est même impossible de donner des indications statistiques, et cependant cette fabrication n'est pas négligeable, car les acides purs sont nécessaires à la préparation des produits chimiques purs, produits pharmaceutiques, réactifs de laboratoire, etc. ; l'acide sulfurique purifié sera aussi employé dans les accumulateurs, si l'on veut éloigner la production de gaz délétères, de l'arséniure d'hydrogène en particulier qui a déjà causé des accidents dans les transports par tramways à accumulateurs.

Nous renvoyons aux traités pour la connaissance des impuretés qui se trouvent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans les trois principaux acides minéraux du commerce, l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique, l'acide nitrique; les traités donnent aussi l'indication des méthodes suivies pour purifier ces acides. Nous nous contenterons de relever quelques points spéciaux.

L'acide sulfurique préparé à l'aide des pyrites est un acide impur. Mais celui préparé avec l'acide sulfureux provenant du grillage des blendes, ou sulfure de zinc, est plus pur que celui préparé à l'aide des pyrites de fer; celles-ci sont chargées de sélénium et d'arsenic. On prend un acide non concentré, marquant 18° à 24° Bé. Cet acide peut servir directement à la charge des accumulateurs ; mais si on veut le concentrer, on le fait successivement jusqu'à 58° — 60° Bé, dans des alambics de platine, puis dans de grandes capsules de verre ou de porcelaine jusqu'à 66° Bé. L'emploi de la silice fondue est encore trop dispendieux. On obtient ainsi un acide tout à fait incolore et ne donnant aucun résidu à l'évaporation de 10 grammes.

L'acide chlorhydrique pur se prépare en employant des matières premières pures, soit un acide sulfurique pur, sans composés azotés, et du sel pur. L'acide sulfurique du procédé par chambres de plomb à 50° — 53° Bé renferme encore un peu d'acide sulfureux, ce qui le met à l'abri des composés azotés. Pour éliminer l'arsenic qu'il pourrait renfermer, on l'étend d'eau de façon à amener sa concentration à ne plus marquer que 30° Bé, et on fait passer un courant d'acide sulfhydrique qui précipite l'arsenic. Lunge donne dans son Traité classique tous détails à ce sujet. Lors de la préparation de l'acide, on ne recueillera pas les dernières portions ; et on absorbera les impuretés, moins volatiles que l'acide chlorhydrique, au moyen de tours d'absorption, comme celles de Lunge-Rohrmann.

Les principales impuretés de cet acide sont les vapeurs d'acide sulfurique qu'on absorbe dans une tour à un acide 92-93 de SO^4H^2, les traces de chlorure de fer qu'on absorbe dans une tour à coke, les traces de chlorure d'arsenic qu'on absorbe par le charbon de bois, ou qu'on précipite par le chlorure stanneux (br. allemand n° 109 488 de 1900, des fabriques de Harkort). De Haen, de Hanover (br. all. 121 886) fait passer l'acide chlorhydrique dans de l'acide sulfurique bouillant. Le procédé Hasenclever est basé sur un principe analogue.

Pour l'acide nitrique pur, la fabrication repose sur l'emploi de produits purs ; on a soin de ne recueillir que les produits du milieu.

MINES DU TONKIN

Le rapport du Ministère des Colonies sur la situation de la Cochinchine en 1909 renferme d'intéressants détails sur les industries minières.

La production minière du Tonkin a marqué un progrès sensible sur les années précédentes, et ce, malgré le bas prix des métaux en 1910.

Le zinc (calamine), l'étain (cassitérite) et le wolfram sont les seuls minerais dont l'exportation est constatée. D'importants gisements de cuivre, dans la province de Langson, sur le haut fleuve Rouge (province de Yen-bay), et la rivière Noire (province de Sonla), promettent cependant un rendement prochain ; le plomb argentifère semble devoir faire l'objet d'exploitations régulières dans les provinces de Tuyên quang et de Bac-kan ; l'or est épars dans toute la haute région tonkinoise (Lang-son, Bac-kan, Tuyên-quang, Son-la, Hoabinh, Lao-kay) sans qu'aucun placer ait encore donné des résultats appréciables ; le fer est extrait près de Thai nguyên et fondu sur place (mines de Cu-van), mais par des procédés primitifs et uniquement pour répondre à des besoins indigènes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi les colonies et pays de protectorat français, le Tonkin occupe le deuxième rang au point de vue de la production du zinc, immédiatement après la Tunisie.

La production du zinc a été en 1909 de 15 500 tonnes valant 2 287 000 francs. Le chiffre de la production totale pour 1909 est de 363 000 tonnes contre 329 000 en 1908. Le minerai extrait est calciné sur place, puis expédié en Europe.

Les usines d'étain et de tungstène ont donné 246 tonnes valant 501 000 francs.

L'exportation des minerais divers atteindra vraisemblablement 40 000 tonnes en 1910, valant 6 millions de francs.

La société des charbonnages du Tonkin, propriétaire de la concession de Hongay, maintient sa production au chiffre de 273 000 tonnes, valant plus de 3 200 000 francs et représentant les deux tiers de la production totale du Tonkin.

« En résumé, l'industrie minière, non seulement permet les plus brillantes espérances, mais encore donne dès à présent d'appréciables résultats : elle occupe au Tonkin environ 200 Européens (ingénieurs, maîtres mineurs, prospecteurs) et distribue des salaires à plus de 10 000 indigènes ; elle fournit de fret en retour les cargos-boats qui fréquentent le port de Haïphong ; et grâce à elle, une usine métallurgique pour le traitement de tous minerais dressera ses hauts fourneaux aux bords du Cuacam dès que la question dite des « Magasins chinois » aura reçu du département une solution équitable.

« Tout récemment, une déclaration d'exploitation de carrière de phosphates a été déposée à la résidence de Thai-nguyên. D'autres gisements de phosphate ont été reconnus dans plusieurs points du Tonkin. »

L'ACTION DES SOLUTIONS SALINES SUR LE FER ET SUR L'ALUMINIUM

Fer. — L'action de l'eau de la mer et des solutions salines sur le fer, à diverses températures, a inspiré un travail considérable de Heyn et Bauer, en 1908 (Mitteilungen der kgle Material-prüfungsamt). Ces expérimentateurs divisent les électrolytes en deux classes, suivant que leurs solutions aqueuses concentrées empêchent entièrement, ou bien qu'elles ne font que retarder la corrosion du fer.

Avec le chlorure de sodium, à 10°, la corrosion augmente jusqu'à une concentration de 38 grammes par litre environ, et diminue ensuite avec la concentration, jusqu'à devenir bien inférieure à celle dans l'eau pure. Les solutions des chlorures et des sulfates alcalins seraient toujours moins corrodantes que l'eau pure aux mêmes températures. Ce résultat de Heyn et Bauer étant contraire à ceux de nombreux observateurs, parmi lesquels on peut citer : Moody (Proceedings of the chemical Society, 1903, t. 157, p. 239), Mugdan (Zeitschrift für Elektrochemie, 1903, t. 9, p. 442), Lindet (Comptes rendus, 1904, t. 139, p. 859), Cribb et Arnaud (Analyst, 1905, t. 30, p. 295), *MM. J.-A.-N. Friend* et *J.-H. Brown* ont repris la question (Journal of the chemical Society, 1911, 184, p. 1302), et ils ont trouvé la raison de ces anomalies apparentes : c'est une question de température.

Au-dessus de 13°, toutes les solutions salines, de n'importe quelle concentration, exercent une action moindre que l'eau pure aux mêmes températures ; mais au-dessous de 13°, les solutions les plus étendues sont plus corrodantes que l'eau pure, 13° est donc une température d'inversion.

Pour l'eau de la mer, à 13°, l'action corrodante est la même que celle de l'eau pure ; mais si on étend l'eau de mer, elle devient plus corrodante. Au-dessous de 13°, l'action

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

corrodante augmente beaucoup; tandis qu'au-dessus l'addition d'eau de mer à l'eau pure rend celle-ci moins corrodante.

Ce fait peut être intéressant pour les ingénieurs maritimes. En tout cas, il demande une explication.

Aluminium. — Les professeurs *E. Heyn et O. Bauer* (Mitteilungen aus den Königlichen Materialprüfungsamt, 1911, p. 2 à 28) ont étudié la résistance de l'aluminium et des ustensiles d'aluminium à diverses actions.

Celle des agents atmosphériques, variations de températures, humidité, oxygène, eau, solutions salines, eau carbonique, etc., ont fait l'objet de recherches variées. Les résultats obtenus sont résumés comme il suit :

Dans l'attaque de l'aluminium par l'eau et par les solutions, il y a deux sortes d'actions à remarquer :

1° Une attaque générale des surfaces, qui transforme le métal en hydroxyde. On peut la mesurer par la variation du poids de l'échantillon, dans un temps donné;

2° Des attaques localisées, sous forme de bosses et de boursouflures, qui peuvent amener la destruction complète de l'ustensile.

La nature de l'attaque dépend de l'état du métal et de la nature de l'agent ou de la solution agissant.

Plus prononcé est l'étirage à froid que l'aluminium a dû subir, plus grande est sa propension à subir les pires actions destructives sous l'action des eaux ou des solutions. Si l'on travaille le métal à 450°, le métal n'est susceptible que d'être attaqué superficiellement, ce qui n'a qu'une faible influence sur la durée de l'ustensile.

Il y a donc une relation de cause à effet entre l'étirage à froid et les altérations profondes. Celles-ci ont, dans tous les cas analysés, présenté de la chaux et de l'acide silicique. La vaseline empêche absolument ces altérations de se produire. Les eaux des conduites ont une action néfaste; mais si l'on peut protéger les ustensiles tant qu'ils restent au magasin, il n'en est plus de même dès que les ustensiles entrent en service.

TENDANCES DE LA CYANURATION

Les progrès réalisés depuis dix ans dans la cyanuration des minerais d'or et d'argent ont été remarquables, et d'une rapidité telle que les ingénieurs des usines ont pu en ignorer une partie, à ce que remarque *M. A.-R. Towsend* dans le numéro de juin du Journal de chimie industrielle de l'American chemical Society. Dans neuf cas sur dix, la cyanuration permet de traiter mieux et plus économiquement.

D'abord limitée aux minerais d'or, on l'appliqua ensuite à ceux d'argent, bien que le rendement ne fût que de 60 p. 100, parce que le prix était très bas.

Une partie de l'écume était perdue. Les filtres à succion furent un premier progrès; ils permirent de traiter toutes les écumes. Aujourd'hui on arrive à traiter les minerais d'or et d'argent les plus divers, entre 4 et 35 dollars d'or, et de 100 à 800 grammes d'argent. La cyanuration a supplanté l'amalgamation au pain. Même les concentrés peuvent être traités.

Le prix de la cyanuration varie de 50 cents par tonne, jusqu'à 1 dollar et demi. Le rendement en or atteint 90 à 95 p. 100, et celui en argent de 88 à 92 p. 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tendances dans la cyanuration. — D'après une étude pratique publiée par *M. Mark R. Lamb* dans l'Engineering and mining Journal du 29 octobre 1910, la tendance actuelle pour le bocardage est d'augmenter le poids des bocards. En Amérique, le poids des bocards des installations récentes est d'environ 750 kgs, ce qui est loin encore des bocards usités dans l'Afrique du Sud. Quelques nouvelles installations abandonnent la batterie d'essais, surtout là où l'on est appelé à traiter des minerais riches.

Là où l'or se trouve en gros grains, il est de pratique usuelle de faire concorder les résultats des essais avec l'extraction réalisée et la teneur des tailings en réglant l'échantillonnage de façon à prendre plus ou moins de gros minerai ou de fin, ce qui rend inutile l'emploi d'une batterie d'essais.

En Australie, une mine emploie, au lieu du bocard, un broyeur à boulets qui traite journellement 40 tonnes de minerai concassé à 75 milligrammes. Il est muni d'un tamis de 30; il emploie une puissance de 17 chevaux, et on ajoute un boulet de 125 milligrammes chaque jour, ce qui correspond à une usure de 110 grammes de boulets environ par tonne; il faut ajouter autant pour l'usure des parois.

Dans les nouvelles installations, on n'emploie plus le moulin chilien, qui est remplacé en général par les tubes broyeurs pour le traitement des minerais d'argent. Pour les minerais d'or et en particulier pour la cyanuration des tailings de chloruration, Tippet a trouvé que le broyage entre des surfaces d'acier diminue la facilité de dissolution de l'or, dans le cyanure. Il serait intéressant de connaître l'effet du frottement du fer sur l'or et l'état dans lequel il se trouve dans le minerai. On dit en effet que l'or en suspension dans la solution de cyanure qui retourne des bacs à zinc aux cuves à sables ou à slimes, ne se redissout pas et est perdu; il est probable que l'or des tailings de chloruration est également dans un état allotropique tel qu'en présence du fer, il ne se dissout que partiellement dans le cyanure.

Les tubes broyeurs ont été d'abord commandés par des engrenages droits ou coniques; à présent, dans un certain nombre d'ateliers, le moteur est relié à l'arbre du pignon par un flexible. On remplace souvent les galets par du minerai de la mine, mais il n'y a pas d'habitude fixe établie. Au Mexique, à l'Esperanza, on charge 5 p. 100 de galets avec 95 p. 100 de minerai. Chaque tube de $1^{m},20 \times 6$ broie 4 tonnes de minerai par jour.

Le spitzlute pour classer les sables ne donne pas de très bons résultats dans les petites installations, en raison des variations dans l'arrivée et le départ de la pulpe, de sorte que tantôt le sable remonte et se déverse en partie dans le bassin des slimes, tantôt les slimes s'en vont avec les sables, selon que l'arrivée augmente ou diminue. Le spitzlute est peu satisfaisant pour le traitement des accumulations de tailings qui se sont mélangés avec des stériles, des racines, etc.

La concentration a souvent été reléguée au second plan pour les minerais d'or et d'argent. Le broyage des concentrés doit se faire en général aussi fin que possible. Toutefois, en Corée, on traite par lixiviation 90 tonnes de concentrés par jour en dix-huit jours sans broyage; les concentrés contiennent 56 p. 100 de marcassite, 36 de galène, 6 de sphalérite et 2 de pyrite arsenicale.

Une mine alimente un broyeur à tube avec les menus passant à travers une grille de $12^{mm},5$, le refus allant aux bocards, et les pulpes du bocard et du tube passant sur les tables d'amalgamation. Celles-ci sont placées à quelque distance des broyeurs pour éviter les vibrations, tandis que dans d'autres mines, comme au Transwaal, on emploie les tables d'amalgamation à secousses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

H. E. Ashley propose de diminuer la quantité de slime colloïde produit par le broyage en remplaçant l'eau par une solution de chaux ou encore de sulfate ou chlorure de calcium ou de magnésium qui précipiterait le slime sur les grains de quartz et l'empêcherait de se dissoudre.

On continue à employer la lixiviation dans les nouvelles installations, mais la méthode de fin broyage suivi d'agitation dans la solution et de filtration est encore plus employée. Il est toujours bon de conserver les tailings là où on peut le faire sans augmenter les dépenses, car par la suite on pourra peut-être les reprendre avec avantage.

L'importance relative des traitements par lixiviation continue et intermittente devient une question de peu d'importance en Amérique, bien qu'en Afrique de nouvelles installations prévoient un traitement double avec un temps assez long entre les applications de la solution.

On observe de grandes différences de solubilité dans les diverses mines. Ainsi, à Mercur (Utah), un minerai broyé à 125 millièmes est lixivié avec succès, tandis que le minerai du district de Florence (Arizona), broyé en poudre impalpable, ne laisse dissoudre que 50 p. 100 de l'argent contenu. A Hedges, à la mine Gold Cross, on a pu traiter un tailing cuivreux contenant seulement 4 fr. 50 d'argent, tandis qu'à Tombstone on n'a pu encore traiter avec profit des tailings contenant 10 francs d'argent par tonne. La régénération du cyanure dans les solutions cuivreuses pourrait aider au traitement de ces tailings. On évite les difficultés de la précipitation de ces solutions par le zinc en employant l'électrolyse. Perry a ainsi réussi à traiter les tailings cuivreux de la Colorado et traite maintenant ceux de Minas Prietas.

Avec un classement parfait, on peut employer des cuves de 3 mètres de profondeur. Mais même avec les cuves de $1^{m},50$ et un classement imparfait, la lixiviation avec dix jours de traitement est parfois moins coûteuse que le broyage à mort et use moins de force.

Au Mexique, il est rare qu'on traite par cyanuration les sables; aussi les appareils Blaisdell sont rarement employés, tandis que l'Afrique du Sud les emploie beaucoup.

Le traitement des slimes est le point qui attire le plus l'attention en ce moment. Chaque jour on invente de nouveaux filtres et les anciens se répandent de plus en plus. Le filtrage par le vide, le filtre-presse, les filtres fixes ou amovibles trouvent chacun leurs partisans. Quant aux brevets, ils semblent ne rapporter à leurs auteurs que des procès. Un avocat connu a dit ouvertement que la législation des brevets ne rapportait qu'aux avocats et avoués. Bien qu'il ait fait gagner de nombreux procès relatifs à des brevets, il n'a jamais obtenu un jugement qui compense pour l'inventeur les ennuis de la procédure. Dans la cyanuration, les brevets actuels ne peuvent apporter que de légères modifications, dont les brevets sont par suite très discutables.

On emploie davantage l'agitation par l'air. La quantité d'air requise varie entre $1^{m3},4$ à la pression de $1^{kg},4$ et $3^{m3},5$ à la pression de $2^{kg},500$ pour le sable fin. On a ainsi une agitation suffisante, c'est-à-dire très violente. Aucun agitateur mécanique ne pourrait se comparer tout en exigeant une force bien plus considérable. L'idée de Brodie d'employer des tubes spéciaux au début de l'opération, a permis d'appliquer cette méthode à de gros sables; cependant quelques installations persistent à vider la cuve où il s'est formé un dépôt. Cela démontre l'intérêt qu'il y a pour un directeur de connaître ce qui se publie dans les journaux techniques. Il est bon aussi que de temps en temps le directeur aille visiter d'autres installations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les pompes, on remplace les pompes à plongeur et les roues à tailings par des pompes spirales pour les faibles hauteurs et des pompes doublées en acier pour les grandes hauteurs. On diminue beaucoup le nombre de pompes nécessaires en commandant les cuves d'agitation en séries au lieu de les commander par charge. Dans une installation récente, on a placé toutes les pompes dans un bâtiment et toutes les valves et les commandes des moteurs sur une seule plate-forme, ce qui économise du temps dans un grand établissement.

Quand on peut avoir de la vapeur, il est avantageux de chauffer les solutions et les slimes; on obtient une dissolution plus rapide du métal et le dépôt plus prompt des slimes. On peut condenser la vapeur d'échappement dans des serpentins noyés dans les cuves. On trouve qu'il ne faut pas ajouter un excès de chaux; la meilleure proportion serait 1/4.

Pour la précipitation du métal, on a pris de nombreux brevets pour l'emploi de poussier de zinc avec presses appropriées, de zinc en grenailles ou en feuilles. Le plus employé est encore le zinc en copeaux. A Mercur on essaie de remplacer la poussière de zinc (dépense $2^{kg},150$ pour 30 tonnes de solution) par des copeaux; et à Esperanza, on a adopté la poussière de zinc en employant seulement $3^{kg},400$ par tonne de minerai, soit environ 2,6 fois le poids du lingot.

L'alimentation automatique en poussière de zinc n'a pas réussi jusqu'ici, car la quantité à distribuer est très faible relativement au volume de solution. Pour la précipitation complète, il faut un grand excès de zinc, bien plus que pour précipiter par exemple 90 ou 95 centièmes du métal. On emploie quelquefois à la suite de la précipitation par la poussière de zinc une cuve à copeaux que la solution traverse en sortant des filtres-presse, et où elle abandonne le reste du métal dissous.

La transformation du précipité en lingot se fait de façons très diverses, comprenant : traitement acide, grillage, coupellation, fonte au four à manche, traitement par le nitre. Il y a quelque perte par la poussière, mais on ne peut la connaître, car l'échantillonnage du précipité est très difficile.

L'agglomération en briquettes a été adoptée dans certaines usines et abandonnée dans d'autres. Les briquettes sont traitées par coupellation ou au four à manche. Le grillage du précipité est peu employé au Mexique et aux États-Unis.

La meilleure méthode semble être un traitement au nitre, puis à l'acide sulfurique. L'or obtenu se perd difficilement (en tout cas ni comme poussière ni comme vapeur) et une petite proportion d'argent ne gêne pas. L'argent se dissout et se précipite aisément sans perte au moyen de ferraille. Le prix des réactifs est peu élevé et le traitement est rapide. On évite aussi les pertes dues à une décantation trop prompte et qui sont assez fréquentes quand on emploie les liqueurs acides.

Dans une usine, on agglomère le précipité avec une partie de litharge et 1/4 de borax, et on fait des briquettes qu'on coupelle. En trente-six heures, on traite 680 kilogrammes de précipité. Dans une autre, on traite, par les acides seulement les parties qui ne passent pas au tamis 30. Le reste est fondu directement au four avec l'or traité par les acides. Un four à pétrole Fabre du Four a remplacé le four à coke. De l'air à $2^{kg},800$ chauffé dans un serpentin vaporise l'huile; la combustion est parfaite et la chaleur intense. On fond jusqu'à 272 kilogrammes en dix heures en brûlant un peu plus de $0^{hl},800$ par kilogramme. Il faut bien moins de travail et de temps pour le nettoyage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

***

Parmi les nombreux brevets relatifs à la cyanuration, il n'en est presque pas qui portent sur autre chose que des modifications de détails ou de mécanismes. Toutefois, les brevets de John Collins Clancy, directeur de la Moore Filter C°, de New-York (Metallurgical and chemical engineering, n° de novembre 1910), apportent une nouveauté intéressante au point de vue chimique. La méthode consiste essentiellement à régénérer le cyanure des solutions usées, par suite de l'oxydation qui donne des cyanates ou par le soufre qui donne des sulfocyanures qui ne dissolvent pas les métaux précieux. Cette régénération se fait en électrolysant la solution dans laquelle on a ajouté une amidine (dicyandiamidine, urée, guanidine, etc.), et en particulier du cyanamide de calcium ($CaCAz^2$) qu'on obtient industriellement au four électrique par l'action de l'azote sur le carbure de calcium. Par exemple, une solution de 900 grammes de cyanure par mètre cube employé pour la cyanuration de minerais ne titre plus que 112 grammes de cyanure par mètre cube. On y ajoute 900 grammes de cyanamide de calcium par mètre cube et on électrolyse avec des électrodes inertes en charbon pendant deux heures avec une densité de courant de 5,4 ampères par décimètre carré. En titrant la solution, on y trouvera ensuite 900 grammes de cyanure par mètre cube. Au lieu d'électrolyser à part la solution, on peut y mettre le minerai en suspension et électrolyser.

Pour montrer plus clairement toutes les réactions qui peuvent régénérer le cyanure actif, l'auteur indique qu'on peut traiter une tonne de minerai avec 2 mètres cubes d'une solution titrant 900 grammes de cyanamide de calcium et 450 grammes de chaux par mètre cube. On fait circuler la pulpe constamment pendant douze heures dans la cuve à électrolyser ; la dépense de courant sera alors de 90 à 120 ampères par tonne. La solution peut se remplacer par une des suivantes : (1) 225 grammes de cyanure de potassium, 450 grammes cyanamide de calcium, 450 grammes chaux ; (2) 450 grammes ferrocyanure de potassium, 450 grammes cyanamide de calcium, 450 grammes chaux ; (3) 550 grammes thiocyanate de potassium, 450 grammes cyanamide de calcium, 1 225 grammes carbonate de calcium pulvérisé ; (4) 225 grammes cyanure de potassium, 450 grammes cyanamide de calcium. On peut ajouter ou non à ces solutions, 225 grammes d'iodure de potassium qui aidera à dissoudre l'or des arséniosulfures et tellurures. L'addition d'un sel tel que du sulfate de sodium ou d'ammonium rend la liqueur plus conductrice et dans la proportion de $4^{kg},500$ à 9 kilogrammes par mètre cube donne de bons résultats.

Un autre mode de traitement par électrolyse consiste à employer une solution de thiocyanate avec un sel halogène (iodure ou bromure). On dissout ainsi les métaux précieux à l'exclusion des autres, même en présence du tellure. On emploierait, par exemple, par tonne de minerai, 2 mètres cubes d'une solution titrant 450 grammes de thiocyanate de potassium, 450 grammes de chaux, 225 grammes d'iodure de potassium. L'action de l'oxygène naissant dans la solution électrolysée produit de l'iodure de cyanogène qui dissout l'or.

La formule de réaction est : $KCAz + KI + 4O = ICAz + K^2SO^4$. S'il existe un sulfure alcalin en solution, on régénère le thiocyanate : $ICAz + K^2S = KCAzS + KI$. On peut employer continuellement la même solution en rajoutant du thiocyanate, mais il n'y a pas à remplacer l'iodure de potassium. On peut ajouter dans la liqueur du cyanure de potassium.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le n° du 25 juin de l'Engineering and mining journal, M. Bruno Mierisch avait proposé deux plans simplifiés de cyanuration. Dans le n° du 12 novembre, M. Dana G. Puttmann expose leur non-applicabilité, et propose d'autres plans.

LA RÉACTION D'ÉQUILIBRE $2CO \rightleftarrows CO^2 + C$.

MM. T. F. E. Rhead et R. V. Wheeler ont continué leurs essais sur l'effet que la température et la pression exercent sur la réaction d'équilibre $2CO \rightleftarrows CO^2 + C$ (essais que ces notes ont donnés). En remplissant le vase d'essai à 300°, et sous une pression de 750 millimètres, puis chauffant pendant 12 heures à 800°, 900°, 950°, 1000°, 1050°, 1100°, ils ont obtenu les résultats suivants :

Températures.	Pression.	Pourcentage en CO^2.	Pourcentage en CO.
800°	1,23	16,12	83,88
900°	1,17	3,70	96,30
950°	1,21	1,90	98,10
1 000°	1,14	1,17	98,83
1 050°	1,11	0,58	99,42
1 100°	1,33	0,35	99,65

Au-dessus de 1000°, l'équilibre est rapidement atteint, mais à 800°, il n'est atteint qu'après une durée de chauffage de 72 à 96 heures. A 700°, la réaction $CO^2 + C = 2CO$ est extrêmement lente; après cinq jours, on n'a encore que 18 p. 100 de CO.

LES CHARBONS AMÉRICAINS

La production des charbons aux États-Unis a passé de 53 280 000 courtes tonnes (de 908 kilogs) en 1876, à 85 881 030 en 1881, 113 680 427 en 1886, 168 566 669 en 1891, 191 986 357 en 1896, 293 299 816 en 1901, 414 157 278 en 1906 et 460 803 410 en 1909, valeur 554 902 694 dollars (5 fr. 18), en 1910, 485 millions de tonnes. Le début de l'exploitation, au moins de sa constatation officielle, remonte à 1814. Il n'est question alors que de 22 tonnes d'anthracite de Pensylvanie. Le premier tonnage constaté pour les bitumineux ne remonte qu'à 1890, 3 000 tonnes (Circulaire n° 4275 du Comité central des houillères de France).

Les tonnages des charbons lavés à la mine sont encore relativement peu importants; 16 millions de tonnes en 1909, ayant fourni 14 millions et demi de charbons lavés, destinés surtout à la fabrication du coke.

La production des charbons dans le monde atteint environ 1 200 millions de tonnes. Les États-Unis y contribuent pour 37 p. 100. Leurs exportations sont d'ailleurs peu importantes, à peine 10 millions de tonnes, dont le plus grand nombre va au Canada. Celles en Europe sont insignifiantes.

SUR LE RAYONNEMENT DU MANCHON AUER.

Un mémoire très important de *M. A. Foix* sur le rayonnement du Manchon Auer et des corps amorphes en général se trouve dans le n° de juillet 1911 des Annales de chimie et de physique.

Le manchon du bec Auer est constitué par l'association intime de 0,008 d'oxyde de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cérium à 0,992 d'oxyde de thorium. Lorsqu'on change ces proportions, les manchons fournissent de suite beaucoup moins de lumière. A quoi attribuer l'influence si grande de cette faible dose d'oxyde de cérium? Au début, oublieux de la féconde théorie de Kirchhoff, on chercha, à tort, la solution dans un phénomène de luminescense. Les auteurs de ces travaux recherchent la cause de cette luminescence soit dans l'hypothèse inexacte d'une combinaison entre l'oxyde de cérium et l'oxyde de thorium ; soit dans une action catalytique oxydante du premier de ces oxydes sur le mélange gazeux du brûleur.

Killing montra que le platine peut remplacer l'oxyde de cérium dans le manchon Auer. L'action catalytique de l'oxyde de cérium est d'ailleurs douteuse, car Geelmuyden a trouvé que les produits de la combustion du bec Auer sont moins oxydés que ceux d'un bec Bengell (Wiedm. Annalen, t. LVI, 1895, p. 433).

Saint-John montra le premier que le manchon Auer est dénué de toute luminescence, et il fait remarquer qu'en attribuant à ce manchon des pouvoirs émissifs convenables, dans les différentes parties du spectre, on expliquerait aisément les qualités émissives de ce corps : celui-ci serait donc coloré.

Dans cette idée, Le Chatelier et Boudouard d'une part (Comptes Rendus, t. CXXVI, 1898, p. 186), d'autre part (Zeitschrift für physikalische Chemie, t. II. 1900, p. 289), Nernst et Bosc mesurèrent les pouvoirs émissifs du mélange Auer, et ils trouvèrent, conformément aux vues de Saint-John, que ceux-ci baissent du bleu au rouge.

Il en résulte donc que le manchon Auer, corps coloré, rayonne beaucoup moins de chaleur obscure qu'on ne le pensait. Ce qui explique sa haute température d'incandescence, ainsi que l'intensité de la lumière émise.

Ceci étant admis, M. Guillaume et surtout M. Féry, cherchèrent pourquoi la propriété émissive du manchon Auer dépendent si étroitement de sa composition. M. Féry entrevoit l'influence que peut avoir la ténuité d'un radiateur sur son rayonnement, et il pense que l'oxyde de thorium doit être transparent (Annales de chimie et de physique, 7e série, t. XXVII, 1902).

Rubens, dans un travail capital (Journal de physique, 4e série, t. V. 1906, p. 306 et 19), établit d'une manière irréfutable que le manchon Auer et celui d'oxyde de cérium sont bien le siège de phénomènes d'incandescence.

Malgré ces efforts, le rôle de l'oxyde de cérium dans le manchon Auer est mystérieux. Car la dilution modifie peu les coefficients d'émission bleus de l'oxyde de cérium pur ou dilué dans l'oxyde de thorium. Il n'en est pas de même dans l'infrarouge, où les pouvoirs émissifs de l'oxyde pur de cérium sont voisins de 0,25, tandis qu'après la dilution, ils deviennent tout à fait négligeables.

La connaissance du pouvoir émissif des deux corps ne renseigne pas sur celle de leurs mélanges. M. A. Foix a calculé le pouvoir émissif d'une lame diffusante et incandescente en fonction de son épaisseur; puis les pouvoirs réflecteur et transmissif diffus de cette lame.

La discussion de ces expressions, dit M. A. Foix, montra que les propriétés émissives de la substance Auer pouvaient être celles d'un mélange. Elle révèle l'influence que peut avoir la densité superficielle, l'épaisseur et la diffusion d'un radiateur plan sur son pouvoir émissif. J'ai aussi constaté que la composition d'oxydes de cérium et de thorium est un mélange et non une combinaison. Un manchon Auer et une lame de même substance choisie convenablement sont équivalents quant à leurs pouvoirs émissifs. Le bon rendement lumineux de ce manchon ne dépend pas de la proportion de ses composants, mais plutôt de la densité superficielle de son oxyde de cérium.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Même le rendement lumineux d'une lame Auer, d'abord équivalente au manchon de ce nom, et qui serait ensuite privée de son oxyde de thorium, serait légèrement supérieur à celui de ce radiateur; l'oxyde de thorium n'est donc pas le support idéal.

SUR L'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE

Le dernier bulletin semestriel de la maison Schimmel renferme le relevé de plusieurs documents concernant l'essence de térébenthine. Voici quelques extraits de ce relevé. Je signale d'abord la définition correcte de l'essence de térébenthine commercialement pure telle que l'a indiquée M. Vézes :

L'essence de térébenthine est le produit exclusif de la distillation (à l'eau ou à la vapeur d'eau non surchauffée) de la térébenthine extraite de diverses espèces du Pinus. C'est un liquide incolore, parfois légèrement jaunâtre ou verdâtre, très mobile, à odeur caractéristique. A la pression normale de 760 millimètres, elle commence à bouillir entre 152° et 156°; au moins 4,5 de son poids doit distiller au-dessous de 164°. L'essence doit être neutre ou marquer seulement une faible acidité; cette acidité, dosée avec la phénolphtaléine comme indicateur, doit correspondre à 1,5 gramme au maximum de KOH par kilog. d'essence. En outre, elle ne doit pas contenir d'essences minérales, non plus qu'aucune des substances qui ne résultent pas de la distillation aqueuse de la térébenthine. En raison de son mode de fabrication, l'essence de térébenthine peut contenir une petite proportion d'essence de résine et de colophane; toutefois la somme de ces deux produits ne doit pas dépasser 12,5 pour 100.

L'essence du Pinus maritima (France, Portugal, Espagne) est lévogyre : (—29° à — 33°). Sa densité à 25° ne doit pas être inférieure à 0,8575. L'essence du Pinus halepensis (Grèce, Algérie, Provence) est dextrogyre (38° à 41°); sa densité ne doit pas être inférieure à 0,8550. Les essences d'Amérique, P. palustris, P. heterophylla, etc., sont les unes dextrogyres, les autres lévogyres; leur angle de déviation est très variable, mais ne dépasse jamais celui des essences d'Europe ; leur densité ne doit pas être inférieure à 0,8560.

« M. Vézes a discuté, dans un supplément, la question de l'appréciation des essences dont la densité est inférieure, l'acidité ou la teneur en résine supérieures aux chiffres ci-dessus, par suite de l'âge ou d'un mode de préparation irrationnel. Les essences de ce genre ne peuvent rentrer dans la catégorie des essences commerciales lorsque leurs écarts ne peuvent s'expliquer par le mode de préparation, lorsque l'acidité dépasse 5, ou que la somme des impuretés dépasse 5 p. 100, ou encore lorsque la densité des essences du Pinus maritima ou du P. halepensis dépasse 0,865 à 25° et 0,869 pour les essences d'Amérique. »

La consommation de l'essence de térébenthine et de ses succédanés en divers pays a fait l'objet d'un certain nombre de rapports dressés par des consuls des États-Unis. Les succédanés ont assez nombreux; leur prix est inférieur. En général, ces succédanés se vendent directement aux peintres et aux fabricants de couleurs à l'huile, qui ne donnent pas de garantie.

M. Grimaldi avait décelé la présence du camphène dans l'essence de résine. Sous l'action de l'acétate mercurique, les essences de térébenthine, de pin et minérales réagissent différemment et on peut ainsi les distinguer. Le précipité obtenu avec l'essence de térébenthine est entièrement soluble dans l'acide nitrique; celui de l'essence de pin ou de l'essence de résine ne s'y dissout qu'en partie. La raison en est due à la diversité des terpènes qui composent ces essences.

A l'instar de ce qui a été fait il y a quelque temps par le gouvernement des États-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Unis, celui du Canada a fait des recherches sur l'étendue des adultérations de l'essence de térébenthine dans son territoire. Sur 73 échantillons (prélevés à raison de 5 dans chaque district fiscal), 29 étaient bons, 24 suspects et 20 falsifiés par le pétrole.

Le laboratoire de chimie appliquée à l'industrie des résines, à Bordeaux, a publié une brochure dans laquelle M. Vézes expose très en détail l'extraction de l'essence de térébenthine et de la colophane dans les Landes.

De nouvelles sources d'essences ont été indiquées ou propagées.

« En Algérie, on a de nouveau autorisé l'extraction de l'essence de térébenthine du baume résineux du Pinus halepensis, dans certains districts. En France même, on commence à s'occuper des réserves de la même espèce qui existent dans le département de l'Hérault.

« Les prix élevés de l'essence de térébenthine ont engagé le gouvernement des Indes à se préoccuper de nouveau de l'extraction indigène de l'essence de la térébenthine du Pinus longifolia, qui est très riche en huile essentielle. Sa composition est très différente de celle de l'essence de térébenthine ordinaire, dont elle se distingue surtout parce qu'elle renferme beaucoup de sylvestrène. Il en résulte qu'elle ne possède pas les qualités siccatives des autres essences de térébenthine contenant presque uniquement du pinène; elle ressemble plutôt passablement aux essences de pins. »

L'essence de térébenthine, dans l'île de Sakkaline, commence à être extraite du Larix dahurica Turcz.

L'essence de l'Amazelco térébenthiné du Brésil est signalée par la maison Roure-Bertrand fils.

L'essence de térébenthine de l'Agathis robusta C. Moore, de Queensland, est identique à une bonne essence d'Amérique.

SOLUBILITÉ DES RÉSINES.

M. Ch. Coffignier, continuant ses remarquables études sur les propriétés des différentes résines, étudie les variétés de la résine Dammar, dammar de Batavia, dammar Patang, dammar Bornéo, Singapour, dammar Pontianak, dammar Sumatra, de Batjan. Le dammar Sumatra se distingue nettement parce qu'il est beaucoup plus dur; les autres variétés sont des résines tendres très voisines. Voici les insolubles trouvés par ébullition pour les variétés principales :

INSOLUBLES P. 100 DES RÉSINES DAMMAR

	Batavia.	Patang.	Bornéo.	Singapour.	Pontianak.	Sumatra.	Batjan.
Alcool éthylique.	28,5	20,3	23,6	19,1	29,4	45,5	39,8
— méthylique. . . .	34,3	53,7	31,9	24,6	29,4	52,2	40
— amylique.	12,4	7,6	12,2	5,8	3,7	34,2	10,9
Éther	3,7	4,5	9,6	1	4,1	37,9	3,2
Chloroforme.	0	0	7,4	0	0	13,1	3,6
Benzine	0	0	7,5	0	0	18,3	3,1
Acétone	16,5	14,7	20,4	14	16,4	45,3	21,3
Essence de térébenthine.	0	0	4,6	0	0	12,6	2,7
Aldéhyde benzoïque . . .	0	0	8	0	0	24,7	0
Aniline.	0	0	16	0	0	32,8	0
Acétate d'amyle.	2,7	6,2	10,1	4,1	4,6	30	7,3
Tétrachlorure de carbone.	0	0	8,4	2,5	0	31,6	11,4

La Sandaraque est complètement soluble dans les essences d'aspic, de romarin, de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cajeput, dans l'alcool éthylique, l'alcool amylique, l'aniline, l'éther, l'acétone, l'acétate d'amyle. De même le mastic est complètement soluble dans l'essence de térébenthine, l'alcool amylique, la benzine, le chloroforme, le tétrachlorure de carbone, l'acétate d'amyle, l'aldéhyde benzoïque.

SOLUBILITÉ DE L'ANILINE

L'aniline est plus soluble dans une solution de son chlorhydrate que dans l'eau pure. Lidoff (J. de la Société physico-chimique russe, 1883, t. 15, p. 424) l'a établi à 18°. MM. N. V. Sidgwick, P. Pickford et B. H. Wilsdon viennent de faire les déterminations de détails pour toutes concentrations et pour toutes températures (n° de juin 1911 du Journal of the chemical Society), et ils ont établi les courbes. A 25°, 52,1 de chlorhydrate d'aniline se dissolvent dans l'eau pure et 8,89 d'aniline.

PURIFICATION DE L'ACIDE ACÉTIQUE

La purification de l'acide acétique a inspiré plusieurs travaux récents. Jones (J. of the chemical Society, 1911, p. 397) a montré l'importance de cette purification pour déterminer les coefficients de solubilité du chlore, du brome, etc.; la diminution du titre d'une solution de brome dans l'acide acétique étendu de son volume d'eau permet de mesurer sa pureté, pourvu qu'on opère à l'abri de la lumière, comme MM. Orton, Edwards et King l'ont démontré (*ibidem*, 1911, p. 1178).

Le point de fusion de l'acide acétique a été trouvé égal à 16°31; c'est presque celui observé par Squire et Caines, ou par Jones et Murray, 16°,5. Rudorff a trouvé 16°,75, Peterson 16°,55, Sonstadt 17°,5, Ramsay et Young 16°,4, de Visser 16°,67, Hopkins et Cole ont trouvé (Proceedings of the royal Society, 1901) que l'acide acétique ordinaire renferme de l'acide glyoxylique qui donne la réaction des protéines ou d'Adamkiewicz.

MM. Orton, Edwards et Kings débarrassent l'acide acétique glacial des composés qui peuvent réagir avec le chlore ou le brome, en le distillant avec l'oxyde phosphorique. Les traces d'anhydride acétique ont varié de 0,009 à 0,04 gramme par 100 centimètres cubes d'acide purifié. Celui-ci ne s'altère plus à l'air et à la lumière. *W. R. Bonsfield et T. M. Lowry* (Proceedings of the chemical Society, vol. 27, p. 187) purifient l'acide acétique des traces d'acide formique et homologues en le distillant avec le permanganate de potassium, retenant à part les acides de tête, et éliminant toute trace d'eau par la congélation. Leur acide purifié fond à 16°,6; d=1,05148 gr. à 18°,3; d = 1,04922 gr. à 20°,4. Conductibilité de la solution aqueuse $K^{18} = 0{,}001641^{5}$.

D'après le docteur Wade, tous les acides gras inférieurs, sauf l'acide acétique, donnent avec l'eau des mélanges volatils azéotropiques; d'où un moyen d'éliminer les traces d'acide propionique, etc., en le soumettant à la distillation fractionnée avec une petite quantité d'eau. L. F. Guttmann a obtenu l'acide à 100 p. 100, en congelant une grande quantité, recueillant la partie qui fondait le moins vite et répétant l'opération six fois.

SUR LE TULLE ARTIFICIEL

Un brevet pris en 1908 par *MM. Ratignier et H. Parvilhac et Cie*, pour un procédé de décoration des tissus, excite en ce moment un vif intérêt. C'est celui du *tulle artificiel*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici le texte de ce brevet (n° 393 412 du 25 octobre 1908) :

Le procédé qui fait l'objet de l'invention consiste dans l'application, sur des tissus quelconques pleins ou à jour, de motifs ornementaux en soie artificielle. Il est caractérisé par ce fait que le collodion ou autre matière servant à la fabrication de la soie artificielle, étant moulé mécaniquement, sous forme de réseau ou de motifs séparés, est appliqué immédiatement sur le tissu, avant d'être coagulé.

Le réseau ou les motifs ornementaux en soie artificielle sont obtenus au moyen d'un cylindre gravé, sur lequel est placée une trémie, distribuant dans les creux de la gravure le collodion ou composition analogue. Le cylindre tournant, un racloir placé à la suite de la trémie enlève l'excédent de matière et ne laisse subsister que celle qui remplit la gravure. Le tissu à décorer se déroule du rouleau et prend contact avec le cylindre ; un peu au-dessous du racloir il est pressé contre ce cylindre par un contre-rouleau et l'accompagne pendant environ un demi-tour.

Pendant son contact avec le cylindre, le tissu s'empare de la composition existant dans la gravure. Cette composition, encore plastique au moment où elle rencontre le tissu, y adhère fortement grâce à la pression du rouleau, puis se coagule assez rapidement pour pouvoir se détacher du cylindre et s'enrouler avec le tissu.

Avec les tissus à jour, tulle, gaze, mousseline, etc., il est nécessaire de soutenir la composition à l'envers du tissu, et dans ce but le rouleau reçoit une toile sans fin sur laquelle on étale une couche de tontisse régularisée par un racloir. Cette tontisse, pressée contre le tissu du côté opposé à la composition, y adhère au travers des jours, et l'excédent tombe, laissant le tissu intact partout où il n'est pas recouvert par l'ornementation.

Lorsqu'on opère sur des tissus pleins, on peut supprimer l'emploi de la tontisse et la toile sans fin. L'invention consiste dans l'application sur tous tissus d'ornements en soie artificielle cette application ayant lieu au moment où la composition vient d'être moulée sous forme de réseaux ou de motifs quelconques, et étant accompagnée d'une application de tontisse sur l'envers des tissus à jour.

Si l'on sépare ce réseau du tissu qui lui sert de support, on a un tissu artificiel ou tissu chimique, tulle, etc., selon la forme qu'on lui donne. C'est le cas du tulle artificiel, lancé par la Compagnie française des applications de la cellulose (à Fresnoy-le-Grand, Aisne).

M. Léon Lefèvre (n° de juillet de la Revue des matières colorantes) dit très justement de ce produit nouveau : « Sans doute, il ne saurait avoir la prétention de remplacer ou même de rivaliser de loin les tulles de soie, merveilles de nos fabriques lyonnaises. Mais, tout comme la soie artificielle, il pourra trouver des emplois spéciaux qui lui assureront un débouché. »

Pour les fournitures de modes où ils substitueront à bon marché les tulles surapprêtés, pour les tentures où ils se trouveront à l'abri de l'humidité et de toute cause de déformation, ils peuvent déjà obtenir un emploi intéressant.

ACTION DES SOLUTIONS CUPRIQUES SUR LE COTON

Une thèse de *M. Otto Leuchs*, à l'Université de Leipzig (1910), renferme des données bibliographiques sur ce sujet.

On sait que le traitement au cuivre a une action marquée sur la solidité à la lumière des couleurs de benzidine, etc. Albert Scheurer attribue son influence à un véritable filtrage des rayons lumineux ; Camille Schœn à des propriétés oxydantes ; A. Kertèsz à la formation d'une laque moins soluble ; A. Ganswindt à la formation d'un composé imperméable.

M. Leuchs compare l'action avant teinture et celle après teinture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES D'AGRICULTURE

Par **M. H. Hitier**

Le *Dry Farming*. — Comment emmagasiner puis conserver l'humidité dans nos sols. — Le déchaumage et les labours d'automne. — Les hersages et les binages au cours de l'été. — La jachère.

Le regretté M. Dehérain, membre de l'Institut et de la Société nationale d'Agriculture, professeur au Muséum d'histoire naturelle et à l'École nationale d'agriculture de Grignon, donnait cette conclusion à son magistral ouvrage de chimie agricole : « L'eau est la première condition de la fertilité des terres et le but vraiment utile du travail du sol est d'y créer des réserves d'humidité. »

Si cela est vrai pour l'agriculture de nos pays jouissant d'un climat plutôt tempéré et humide, combien cette question de l'eau prend-elle une importance tout à fait exceptionnelle dans les pays à climat sec, aride, quasi désertique. Or les régions à climat sec couvrent d'immenses étendues à la surface du globe et, de plus en plus aujourd'hui, cherche-t-on tout naturellement à les mettre en valeur ; sous les climats plus favorisés les terres libres deviennent de plus en plus rares.

C'est le cas notamment pour les États-Unis où la colonisation, depuis longtemps déjà, a dû abandonner l'immense zone aride qui s'étend sur une grande partie du continent de l'Amérique du Nord. « A 600 ou 800 kilomètres au delà de Mississipi, à partir d'une ligne qui suit à peu près le centième degré de Greenwich, la chute de pluie devient inférieure à 500 millimètres par an ; l'irrégularité de la distribution des pluies au cours de l'année, et les longues sécheresses qui en sont la conséquence, ne permettent plus alors la culture du sol, sauf en quelques points privilégiés et dans les vallées susceptibles d'irrigation : c'est la zone « semi-aride » qui embrasse les plateaux des Rocheuses et la portion ouest des Prairies, sur une longueur de 2000 kilomètres du Nord au Sud et une largeur de 1 200 à 1300 kilomètres de l'Est à l'Ouest (1). » La zone semi-aride aux États-Unis occupe 2 millions et demi à 3 millions de kilomètres carrés, 250 à 300 millions d'hectares, cinq fois l'étendue de la France, 35 à 40 p. 100 du territoire des États-Unis.

Un peuple aussi entreprenant, aussi énergique que les États-Unis, dit M. Pierre Leroy-Beaulieu, ne pouvait se résigner à laisser inutilisée une telle portion de son territoire. Les travaux d'irrigation ont dès lors pris aux États-Unis une importance exceptionnelle. Le census de 1900 estimait, déjà, à 2 905 000 hectares la surface irriguée dans l'Ouest, et le programme des travaux dressés à la suite de la loi du 17 juin 1902, *Reclamation act*, sur l'irrigation porte l'établissement des irrigations sur 760 000 nouveaux hectares pour la fin de l'année 1911.

(1) Pierre Leroy-Beaulieu, *Les États-Unis au XX^e siècle*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Richard, dans ses revues de quinzaine toujours si intéressantes et qui nous tiennent si fidèlement au courant du mouvement industriel dans le monde entier, bien entendu n'a pas oublié de nous parler, à plusieurs reprises, de ces travaux d'irrigation aux États-Unis.

Mais quelque grands que soient ces travaux, les surfaces jusqu'ici irriguées ne représentent qu'une bien faible proportion des terres de la zone semi-aride et aride ; les Américains se sont donc préoccupés de rechercher tous les moyens qui, en dehors même de l'irrigation, par une culture plus ou moins extensive, leur permettraient de tirer parti du sol, sous un climat naturellement sec où les pluies sont rares.

Le professeur Campbell notamment, aux États-Unis, s'est fait le très habile et dévoué propagateur des meilleurs moyens de lutter contre la sécheresse en agriculture ; bien d'autres agriculteurs américains ont suivi son exemple.

Les méthodes qu'ils ont préconisées, connues sous le nom de « *Dry farming* », ont éveillé l'attention des agriculteurs du monde entier ayant à cultiver des terres dans des conditions de climat analogues. Aux États-Unis, depuis cinq ans, les agriculteurs américains organisent des congrès spéciaux consacrés au « *Dry farming* » et il se publie à Coloradie Springs un bulletin bimensuel sur le « *Dry farming* ».

Les Canadiens, les Anglais de l'Afrique méridionale suivent de très près la question, ils envoient des délégués aux congrès américains du *Dry farming*, les Russes également, les agriculteurs de Tunisie et d'Algérie font de même ; le gouvernement hongrois, dès 1909, a envoyé aux États-Unis des experts spéciaux qui étudient le « *Dry farming* » et le système de *Campbell;* des applications en ont été faites à l'Académie royale d'Agriculture de Debreczen (Hongrie) et, tout dernièrement, à l'assemblée générale de 1911 de l'Institut international d'Agriculture de Rome, M. E. de Miklos, délégué de la Hongrie, a présenté un rapport extrêmement complet sur le « *Dry farming* », système Campbell. Nous empruntons en grande partie à ce rapport les notes qui vont suivre.

Tout d'abord, qu'est ce que le « *Dry farming* » exactement?

Le délégué de la Hongrie pour l'étude du « *Dry farming* » aux États-Unis, M. J. Safary, nous dit : le mot « *Dry farming* » signifie littéralement l'exploitation agricole poursuivie sous un climat sec.

« Les agriculteurs des États-Unis qui, sous un climat aride, avaient leurs terres à une hauteur où les irrigations ne les atteignaient plus, s'appelaient *Dry farmers* et leurs méthodes d'exploitation le « *Dry farming* ».

« Il y a des contrées arides et semi-arides dans toutes les parties du monde et l'humanité lutte depuis les temps les plus reculés contre la sécheresse. Toute cette lutte, là où elle ne se fait pas au moyen de l'irrigation, n'est donc autre chose que le *Dry farming*.

« Il est donc vrai que le *Dry farming* n'est pas nouveau ; la plus grande partie de ses outils sont connus depuis longtemps ; ce sont les *méthodes* qui sont nouvelles, c'est-à-dire le groupement et l'emploi des anciens moyens. »

La méthode aujourd'hui la plus en faveur, concernant le *Dry farming*, est celle du professeur H. W. Campbell ; simple fermier d'abord, c'est sur l'expérience acquise par vingt-cinq ans de pratique qu'il fonda son système. Il a exposé celui-ci, du reste, tout au long, dans un manuel, Campbells Culture manual, qui a été traduit notamment en Hongrie. M. Campbell dans les congrès du *Dry farming* aux États-Unis est l'orateur toujours impatiemment attendu, toujours écouté, et toujours longuement questionné par les agriculteurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sociétés de chemins de fer, autorités publiques, particuliers confient à M. Campbell des fermes modèles et d'expériences sur les points les plus différents de la région aride pour lui permettre de démontrer qu'on peut vaincre la sécheresse par une méthode spéciale de culture et que l'on peut de la sorte obtenir des résultats non seulement suffisants, mais même très satisfaisants.

Il faut emmagasiner dans le sol la plus forte proportion possible de l'eau des pluies, il faut surtout, cette eau étant entrée dans la terre, savoir la conserver et la savoir mettre à la disposition des plantes au fur et à mesure des besoins de celles-ci.

D'après M. Safary, les principaux points de la méthode Campbell seraient les suivants :

Conserver le sol dans un état propre à la fertilité, autant avant qu'après la récolte, et pour cela :

1° Faire en sorte que l'humidité des couches inférieures puisse atteindre les couches supérieures en conservant la capillarité entre ces deux couches ou en la rétablissant, si elle a été obstruée par le labour.

2° Réduire autant que possible l'évaporation de l'humidité en rompant la capillarité entre la surface et les couches inférieures.

Un sol cultivé de la sorte possède une couche labourée dans l'état le plus avantageux ayant assez d'air et d'eau pour le développement le plus complet des plantes.

Quant aux outils employés à cette culture, Campbell ne donne pas de règle absolue, il préconise la charrue, la herse à disques, le *sub surface packer* ou *comprimeur*, mais il dit très sagement : « C'est le fermier qui connaît le mieux sa propre terre, c'est lui qui saura le mieux ce qu'il doit faire et comment il doit le faire. » C'est à lui de saisir le moment le plus propice pour les travaux de sa terre ; qu'il se souvienne toutefois qu'on peut tout perdre en perdant du temps. Si l'état du sol le permet, Campbell conseille :

1° D'ameublir la surface du sol, immédiatement après la récolte, que ce soit la herse, le disque, la charrue ou tout autre outil que l'agriculteur emploie à cet effet.

2° De faire suivre immédiatement le labour du sol, du rétablissement de la capillarité inférieure ainsi que la rupture de la capillarité supérieure qui a pu être rétablie par la pluie ou toute autre cause.

Au fond la méthode de Campbell nous semble pouvoir se résumer ainsi : après le labour rétablir aussi promptement que possible la continuité parfaite entre le fond du sillon non entamé par la charrue et la partie remuée, retournée par la charrue ; faire en sorte que l'on ait toujours ainsi une terre bien liée ; de cette façon l'eau du sous-sol pourra remonter par capillarité dans les couches supérieures où se trouvent les racines des plantes.

Mais il faut éviter que cette humidité remontant par capillarité n'arrive à la surface même du sol, et s'y évapore sans que la plante en ait profité, il faut donc établir une sorte de couche isolatrice à la surface même du sol, c'est le rôle de la herse, des bineuses, etc.

L'alpha et l'oméga du *Dry farming*, c'est de réunir l'eau de pluie dans le sol, puis d'en empêcher l'évaporation.

Des meilleurs moyens d'emmagasiner les eaux de pluie dans le sol. — Ces moyens peuvent varier suivant les conditions naturelles de chaque exploitation, suivant surtout la répartition et l'époque des pluies ; voyons toutefois ceux recommandés aux congrès du *Dry farming*, expérimentés en Hongrie, et qui du reste ne sont que la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

confirmation des pratiques suivies depuis longtemps déjà par nos meilleurs agriculteurs français; tels le déchaumage et le labour profond et avant l'hiver.

Un des dogmes principaux de Campbell serait de disquer, c'est-à-dire de labourer superficiellement, de déchaumer le sol *aussitôt la moisson*. « Pour le moment, nous dit M. Safary, Campbell tâche de combiner le disque avec la moissonneuse, ce qui serait la solution idéale et non impossible, car les fabricants américains sont en train de fabriquer une moissonneuse où le travail des couteaux et des parties affectées à la taille serait pourvu par un petit moteur à gazoline fixé sur la moissonneuse, de sorte que le travail du cheval ne serait que de faire avancer, de traîner la machine. »

Il y a bien longtemps qu'en France, dans toutes les bonnes cultures, cette pratique du déchaumage, sitôt la moisson, est préconisée et suivie; parfois même voit-on dans le Nord, avant la rentrée des récoltes, dans l'espace laissé libre entre les moyettes de céréales liées, l'agriculteur passer la charrue légère ou l'extirpateur. Dans toutes les fermes à betteraves, le déchaumage des chaumes de blé et d'avoine se poursuit durant tout le mois de septembre.

Pendant longtemps cette opération du déchaumage avait été considérée comme étant surtout utile pour détruire une certaine quantité de larves d'insectes que l'on exposait ainsi au soleil; pour faire périr une certaine quantité de mauvaises herbes; on déchaumait encore dans le but de provoquer la germination de mauvaises graines que le labour suivant ferait disparaître, etc., mais en réalité il semble bien que le déchaumage soit surtout utile en assurant une plus grande provision d'humidité dans le sol.

Sur une terre déchaumée, l'eau de pluie, en effet, pénètre beaucoup plus facilement que sur un chaume dur et tassé; l'évaporation, d'autre part, de l'eau du sous-sol à la surface même du sol est arrêtée en grande partie par la couche pulvérulente créée par le déchaumage, la capillarité supérieure étant rompue.

M. de Kerpely directeur de l'Académie d'agriculture de Debreczen, entre autres essais sur le déchaumage, tous concordants du reste, cite cet exemple de l'heureuse influence du déchaumage sur la quantité d'humidité contenue dans la terre. Après une récolte de maïs fourrage, une partie du champ fut laissée intacte.

L'arpent de la partie disquée contenait dans une couche de 60 centimètres d'épaisseur (1):

Le 9 août 1909, 910 hectolitres; le 3 septembre, 980 hectolitres; le 7 septembre, 2170 hectolitres; le 30 septembre, 2380 hectolitres de plus d'eau que la partie non disquée. Ayant labouré et semé le 5 octobre le tout avec du blé, il y avait :

Le 21 octobre 1909, 700 hectolitres; le 2 décembre, 910 hectolitres; le 13 décembre, 1870 hectolitres; le 3 janvier 1910, 2010 hectolitres de plus d'eau dans la parcelle qui fut disquée préalablement que dans celle qui ne le fut pas.

Les trois premiers essais se firent à 60 centimètres, le dernier à 80 centimètres de profondeur.

Le 16 mars, après six semaines de temps sec et de grand vent, cette différence était,

(1) Les essais sont faits sur des couches de terre descendant à 10, 20, 40 et 60 centimètres et en prenant des échantillons avec un outil spécial; l'on est même descendu l'hiver 1910 à 80 et 100 centimètres de profondeur pour mieux suivre le mouvement de l'humidité dans le sol cultivé de manières différentes.

« En prenant une couche de 20 centimètres comme point de départ, dit M. de Kerpely, chaque 1 p. 100 d'humidité de notre sol assez consistant répond à une quantité d'humidité de 140 hectolitres d'eau par arpent cadastral (= 0,5665 hectare) qui équivaut à une pluie de 2,4 millimètres. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans une épaisseur de 100 centimètres, d'environ 910 hectolitres. L'humidité de la parcelle non disquée était à 80 et à 100 centimètres d'épaisseur, respectivement de 10 et 8 p. 100, la parcelle disquée contenant à ces mêmes profondeurs 13 et 11 p. 100 d'eau. Ces données forment une preuve éloquente de la nécessité d'ameublir les chaumes le plus tôt possible.

Pour faire ce travail du déchaumage, en France, nous nous servons de charrues déchaumeuses, d'extirpateurs, etc., en Hongrie, en Amérique, on préfère la herse à disques dont le travail est très rapide... on tient l'ameublissement rapide du chaume pour la chose principale, « sans s'attarder à des questions de beauté de travail, sans se préoccuper si l'on peut voir quelques brins de chaume sortant du labour ».

Le déchaumage, sitôt la moisson, présente en outre le très grand avantage de faciliter beaucoup les labours avant l'hiver, les labours d'automne ; tous les praticiens ont observé ce fait.

Or le labour d'automne, le labour avant l'hiver, est le grand moyen de défense contre la sécheresse de l'été, au moins sous les climats comme celui de la France, de la Hongrie, etc., où c'est l'humidité de l'hiver qu'il nous faut emmagasiner et conserver. Tous nos praticiens ont remarqué les bons effets de ces labours avant l'hiver, et les conseillent pour obtenir une terre fraîche.

Les essais de l'Académie royale d'agriculture de Debreczen fournissent, ici encore, précisément, des données exactes en ce qui concerne la différence de la quantité d'humidité contenue dans des terres labourées ou non à l'automne.

Plus de 2 000 essais ont été faits, voici quelques-uns des résultats constatés. « En examinant le 31 mars 1909 le sol qui fut labouré en automne 1908, nous y avons trouvé 2 100 hectolitres de plus d'humidité par arpent que dans l'arpent du sol qui ne fut labouré qu'au printemps. En continuant nos essais, nous avons trouvé que cette différence ne fut pas supprimée par les pluies qui suivirent, car il y avait encore au mois de juin 1 610 hectolitres de plus d'humidité dans le sol labouré en automne, ce qui correspond à 27,6 millimètres de pluie. Le résultat de la récolte fut que la parcelle labourée au printemps donna 30 quintaux de moins de betteraves que celle qui fut labourée en automne, *bien qu'il y ait eu des pluies abondantes aux mois de mai et de juin*.

« La plus grande quantité d'humidité dans le sol labouré en automne reste donc jusqu'au bout, la terre labourée au printemps ne peut jamais faire disparaître la différence. La cause en est que l'humidité pénètre plus profondément à travers la couche ameublie, tandis qu'elle ne reste que dans la couche supérieure du sol non labouré et par cela même s'écoule et s'évapore beaucoup plus vite. »

Citons encore ces autres essais très concluants de M. de Kerpely.

A l'automne 1909 une pièce de chaume de seigle fut laissée sans y toucher tandis que d'autres pièces furent disquées et labourées : la quantité d'eau constatée par hold (1) cadastral fut :

Dates.	Profondeur. cm.	Pièce non labourée hectolitres d'eau.	Pièce labourée en automne hectolitres d'eau.	Différence hectolitres d'eau.
23 novembre 1909.	60	3 700	6 020	2 320
3 janvier 1910	80	5 100	8 680	3 580
6 mars 1910	100	6 420	10 220	3 800

Au début du printemps (6 mars), la terre labourée en automne contenait, à une pro-

(1) Le hold cadastral en Hongrie correspond à 0 hectare 5 665 centiares.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fondeur de 100 centimètres, 3 800 hectolitres de plus d'eau que la terre non labourée; celle-ci fut laissée dans cet état jusqu'au mois de juin, tandis que la partie labourée l'automne fut, au contraire, disquée et hersée plusieurs fois jusqu'au moment où l'on y planta le tabac (10 mai).

Le contenu d'eau par hold cadastral fut :

	Terre non labourée. Hectolitres d'eau.	Terre labourée en automne. Hectolitres d'eau.	Différence en hectolitres.
Le 6 mai à 100 cm.	6 440	11 060	4 620
Le 7 juin à 100 cm.	3 780	9 870	6 090
Le 28 juin à 100 cm.	3 430	8 820	5 390

Ces chiffres montrent bien l'importance considérable du labour d'automne. La terre labourée possède une couche ameublie qui rassemble l'eau et la fait descendre petit à petit dans les couches inférieures où elle reste à la disposition des plantes.

En faisant des recherches à des profondeurs de 10, 20, 40, 60, 80 et 100 centimètres, M. de Kerpely a pu très bien suivre le processus de l'infiltration ; en voici quelques données : contenu d'eau du sol en p. 100.

Dates.	Terre non labourée à l'automne eau p. 100 à une profondeur de cm.			Terre labourée à l'automne eau p. 100 à une profondeur de cm.		
	60	*80*	*100*	*60*	*80*	*100*
14 décembre 1909.	6 %	»	»	13 %	»	»
3 janvier 1910	9	7	»	16	11	»
6 mars —	9	9	9	15	14	14
6 mai —	10	8	7	15	15	14
28 juin —	5	5	4	13	13	12

« Les différences sont très importantes, surtout si nous considérons que nos terrains sablonneux retiennent 5-6 p. 100 d'eau avec une telle force que les plantes ne peuvent plus l'utiliser ; il ne peut être question que de la quantité d'eau qui est au-dessus de ces 5-6 p. 100. La terre non labourée ne tient donc à la disposition des plantes que 3-4 p. 100 d'eau au printemps, tandis que cette quantité s'élève dans les pièces labourées en automne jusqu'à 9-10 p. 100 ; outre cela, les plantes utilisent plus difficilement les 3-4 p. 100 de la terre non labourée que les 9-10 p. 100 de la terre labourée en automne, circonstance qu'il ne faut pas oublier. »

Nous disions que tous les praticiens sont d'accord pour reconnaître l'utilité des labours faits avant l'hiver; ils en sont tellement convaincus qu'ils n'hésitent pas à faire des sacrifices importants pour parvenir à effectuer ces labours à temps voulu.

Ainsi en France, en ce moment le labourage à vapeur s'organise de différents côtés; des cultivateurs de betteraves s'associent un certain nombre et achètent un matériel fort coûteux (100 000 francs et plus). Le labour de 35 à 40 centimètres leur revient cher, 80 francs au moins à l'hectare, prix beaucoup plus élevé que le même labour fait avec des bœufs ; mais comme me le disait un de ces agriculteurs :

« Il ne faut pas voir seulement le prix de revient des deux labours, et pour juger de l'un et de l'autre se contenter de dire : le labour avec les bœufs coûte tant, le labour à la charrue à vapeur coûte tant ;

« Il faut considérer que le labourage à vapeur permet de labourer toutes les terres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

destinées à la betterave avant l'hiver, et que dans ces conditions, parce que les terres auront été labourées à *temps voulu*, l'on récoltera 4 000 à 6 000 kilogrammes de plus de betteraves par hectare : ces 4 000 à 6 000 kilogrammes de betterave paieront largement et bien au delà, les 30 ou 40 francs de supplément que le labourage à vapeur aura coûté, comparativement au prix du labourage avec les bœufs. »

Conservation de l'humidité dans le sol au printemps et durant l'été. — L'humidité étant emmagasinée dans le sol durant l'automne et l'hiver, il s'agit de la conserver pour l'époque où précisément la végétation en a le plus besoin, c'est-à-dire durant le printemps et l'été.

Très fréquemment au printemps, en mars et avril, par exemple, sous notre climat, des vents violents soufflent à la surface de nos champs : c'est le hâle du printemps, disent les agriculteurs; bientôt la croûte superficielle se dessèche, la terre prend une teinte blanchâtre bien caractéristique. Pour éviter l'évaporation de l'eau du sous-sol, remontant alors à la surface par capillarité, il y a lieu de herser les labours d'automne au printemps de bonne heure, on les herse dès que l'on peut travailler les terres, on les laisse ensuite telles quelles et on vient les travailler à nouveau, au moment même des semailles.

M. de Kerpely cite l'essai suivant pour préciser l'utilité de cette façon aratoire :

« J'ai fait, dit-il, disquer et herser une pièce de terre labourée en automne et destinée à la culture du tabac le 8 février; car l'hiver de 1910 était exceptionnellement doux; j'ai laissé une partie de la pièce sans y toucher jusqu'au 31 mars, quand je l'ai disquée et hersée, tout en répétant le travail sur la partie de la pièce qui le fut déjà le 8 février. J'ai fait herser les deux parties, donc toute la pièce, également plusieurs fois jusqu'au 10 mai, c'est-à-dire à l'époque où j'y ai mis les plants de tabac. Le contenu d'eau de la pièce fut à une profondeur de 100 centimètres par hold cadastral :

	Partie dont la culture fut commencée		
	Le 31 mars. Hectolitres d'eau.	le 8 février. Hectolitres d'eau.	Différence Hectolitres d'eau.
6 mars	10 220	11 060	+ 740
10 —	9 800	10 990	1 190
29 —	9 590	10 780	1 190
15 avril	9 730	10 850	1 120
21 —	9 730	10 780	1 050
6 mai après de bonnes pluies	10 920	11 760	840
18 mai après avoir planté le tabac	11 060	12 110	1 050
28 juin	8 820	9 870	1 050

« Il est donc facile de voir que les différences du continu d'eau sont assez importantes, quoique le traitement du sol n'ait différé qu'en ce qu'une partie du sol fût ameublie sur sa surface au mois de février et l'autre à la fin du mois de mars. »

Ici encore nous constatons la confirmation du bien fondé d'une pratique suivie par nos meilleurs cultivateurs : M. Louis Petit, par exemple, qui cultive la belle ferme de Champagne près Juvisy (Seine-et-Oise), attache une importance capitale aux premières façons données aux terres à betteraves au printemps. Dès la sortie de l'hiver, tous les labours reçoivent deux coups de herse et un coup de crosskill. Ainsi, nous disait-il, durant la campagne je retrouve toujours une terre ameublie et humide.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais toutes les terres ne peuvent, dans tous les cas, être labourées à l'automne; la majorité des cultivateurs ne trouve ni les attelages, ni le temps suffisant pour faire ses travaux; et les labours faits seulement au printemps sont encore très fréquents : C'est ici surtout qu'il y a lieu de suivre les indications fournies par Campbell : pour conserver l'humidité que la terre peut contenir.

« Il faut que le labour du sol soit immédiatement suivi du rétablissement de la capillarité inférieure ainsi que de la rupture de la capillarité supérieure, à l'aide du comprimeur et de la herse. »

M. de Miklos traduit par le mot *comprimeur* le mot anglais *sub-surface packer*, et il ajoute : le comprimeur est un outil ayant la forme d'un rouleau et composé d'un certain nombre de roues tranchantes; *son but est la compression mécanique de la couche inférieure de la terre labourée;* il fait disparaître les vides existant entre les mottes.

« Le comprimeur complète le travail mécanique de la charrue, il la suit pour comprimer la partie inférieure de la couche ameublie au fond du sillon et pour que la partie inférieure du labour arrive à un état plus tassé. Le labour vient, par suite de cette compression, en contact immédiat avec le sous-sol non remué. Mais en faisant cela, nous n'avons pas comprimé la partie supérieure du labour, et c'est en cela que ce travail diffère de celui du rouleau comprimeur, lequel comprime le sillon dans toute son épaisseur. »

Le comprimeur, au fond, ressemble à un croskill dont les disques seraient assez espacés les uns des autres, et plus que le croskill il laisse, à la surface même du sol, une couche de terre non tassée mais effritée.

Les Américains et, en général, tous les agriculteurs suivant les méthodes du *Dry farming* dans les pays arides, attachent la plus grande importance au travail des comprimeurs, effectué à temps.

Dans les grandes exploitations où le travail se fait mécaniquement, l'on voit le comprimeur attaché derrière la charrue même :

La terre comprimée garde alors une couche supérieure de 4 à 6 centimètres qui reste tout à fait ameublie; ce n'est qu'au-dessous que la terre devient parfaitement et uniformément comprimée, la compression artificielle servant à remplacer l'affaissement naturel du sol; la terre se comprime au fond du sillon. Il faut alors — d'après la recette de Campbell — semer la graine dans la couche qui est au-dessous de la couche ameublie, pour qu'elle ait toujours l'humidité nécessaire à la germination et au développement de la plante; la couche ameublie ne permet pas l'évaporation, mais se laisse facilement traverser par les pousses de la plante.

Cette couche meuble de 3 à 4 centimètres, il s'agit de la maintenir constamment à cet état pendant l'été pour former écran et empêcher l'évaporation. C'est pourquoi, dans les méthodes du *Dry farming*, recommande-t-on de herser les labours, au printemps, de les reherser jusqu'au temps des semailles et autant de fois que la couche supérieure de la terre en montre le besoin; pour ces façons de hersage, ce n'est pas la lourde herse en fer creusant des sillons grossiers qu'il faut employer, mais des herses légères à dents serrées, très larges et permettant d'effectuer ici encore les façons très rapidement.

M. Couston écrit, dans le *Journal d'Agriculture pratique* (8 juin 1911) :

« Dès qu'une forte pluie a tassé la surface du sol et formé une croûte, les fermiers américains passent, sur leurs labours, de grandes herses rustiques en deux sections (qu'ils fabriquent souvent eux-mêmes), qui mènent 5 mètres de large et font, avec un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

attelage de quatre chevaux de front, jusqu'à 13 hectares par jour. Un jeu de trois herses peut donc en cinq jours travailler 200 hectares. La couche pulvérulente, qui empêche la dessiccation, se trouve donc rapidement ameublie. On donne le premier hersage au printemps aussitôt que possible sur les labours d'automne, et on renouvelle l'opération, après chaque pluie importante, deux ou trois fois, quelquefois quatre, rarement cinq. »

Les hersages répétés constituent la partie la plus importante de la méthode américaine. Leur nécessité ressort, d'ailleurs, très nettement du fait bien connu que le tassement du sol active sa dessiccation. Une forte pluie, en resserrant la terre, facilite l'évaporation ultérieure, à ce point « qu'une averse, survenant en période de sécheresse, laisse, après quelques jours, le sol beaucoup plus sec qu'auparavant. » M. Malçor, dans une remarquable étude publiée en 1910 dans le *Bulletin de l'Association agricole de la Tunisie*, cite une constatation que confirme ce fait d'apparence paradoxale. Dans un domaine tunisien, « au cours du printemps et de l'été 1909, les terrains destinés aux emblavures avaient reçu un labour profond et plusieurs façons superficielles, si bien qu'au milieu d'août, après une sécheresse prolongée, on pouvait, après avoir dégagé la terre, sur une épaisseur de 5 ou 6 centimètres, pétrir ce sol cependant très siliceux. Vers ce moment une pluie assez forte survint au cours d'une absence du directeur du domaine, qui ne put ainsi prendre à temps les mesures nécessaires. Le résultat fut net : quinze jours après, toute humidité appréciable avait disparu de la couche arable et même du sous sol. »

Si le sol est occupé par des plantes, céréales ou plantes racines, la herse, les bineuses sont à employer pour obtenir ce même résultat d'une couche superficielle maintenue constamment ameublie.

On sait, du reste, quelle importance attachent les bons praticiens au hersage des blés et avoines au printemps ; pour eux ce travail des céréales en avril, quand il est possible, assure une belle récolte ; c'est que non seulement ce hersage détruit nombre de mauvaises plantes, mais il rompt la croûte qui s'est formée à la surface du sol, et forme cette couche pulvérulente tant à rechercher pour conserver l'humidité, en rompant la capillarité supérieure.

« Ayant semé le 22 avril 1909, dit encore M. de Kerpely, un champ de maïs à fourrage, nous l'avons roulé. Après que les grains eurent germé et que les plantes se furent fortifiées, nous avons hersé le 17 mai la moitié du champ et nous avons répété ce hersage une fois.

« Il y eut dans une couche de 60 centimètres d'épaisseur de la parcelle hersée :

« Le 24 mai, 1 540 hectolitres ; le 4 juin, 1 680 hectolitres de plus d'eau que dans la parcelle non hersée.

« Cette grande différence d'humidité influença le résultat de la récolte, car la parcelle hersée donna 39 quintaux de plus de fourrage par arpent. »

S'agit-il de plantes qu'on ne peut herser au cours de leur végétation, comme la betterave, le tabac, etc., on les bine, on les sarcle ; par ces façons encore on détruit les mauvaises herbes, cause de puissante absorption d'eau du sol, et en même temps on maintient la couche superficielle ameublie. La capillarité supérieure est rompue et ceci explique le vieux dicton agricole : un binage vaut un arrosage.

La jachère. — Dans les climats arides et dans les sols dépourvus d'engrais et d'humus, on ne peut songer à demander aux terres de porter continuellement des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

récoltes. Pour obtenir une bonne récolte, en effet, il faut recueillir l'humidité d'une année entière, parfois même de deux années, en faisant pendant ce temps de la jachère bien comprise suivant la méthode Campbell. Il est curieux de voir ainsi préconiser la vieille année de jachère qui joua dans l'agriculture même de nos pays du Nord un si grand rôle. L'année de jachère, ce n'était pas une année où l'on abandonnait la terre et la laissait en friche, c'était l'année de travail constant du sol — l'année où l'on emmagasinait dans sa terre une ample provision d'humidité et favorisait le travail des infiniment petits; pendant la jachère bien comprise, la terre *vit* réellement Qu'on nous permette de citer cette page de Dehérain sur la jachère :

Pourquoi cette année sans récolte, pourquoi cette longue période de repos? est-ce seulement pour avoir le loisir de détruire les plantes adventices qui pullulent dans les blés semés à la volée, très vite inabordables au printemps, qu'on laissait la terre inactive? Non, le bénéfice qu'on tirait de la jachère était bien plus élevé que celui qu'aurait pu procurer le seul nettoyage du sol, ce bénéfice tenant à des causes plus profondes qu'on vient seulement de pénétrer.

Pour que les réserves du sol deviennent utilisables, il faut qu'elles se transforment, et cette transformation ne se produit que si la terre est aérée et humide.

La terre n'est bien aérée qu'autant qu'elle est ameublie par les instruments; mais le travail des terres argileuses n'est pas toujours possible ; sèches ou trop humides, elles sont inabordables; si même on les laboure, quand elles ne sont pas convenablement égouttées, on les transforme en grosses mottes irréductibles par les herses ou les rouleaux et s'aérant mal. Or il est bien plus facile de trouver le moment opportun pour labourer, quand la terre est découverte, que lorsque le travail se place pendant la période de courte durée qui sépare une récolte de la suivante. Nos pères avaient peu d'engrais, il fallait tirer du sol tous les aliments des végétaux, et la nécessité de très bien exécuter les travaux militait déjà en faveur de la jachère nue; mais ce n'est pas là cependant la cause qui justifie complètement leur manière d'agir. Pour que les métamorphoses qui amènent l'azote du sol à être utilisable puissent se produire, il faut que la terre soit humide; or, on n'est sûr de lui conserver l'humidité nécessaire que si on la maintient nue, privée de végétaux.

Aujourd'hui, bien pourvus d'engrais, nous blâmons cette pratique de la jachère, et nous l'abandonnons avec juste raison; mais n'est-il pas admirable que par simple empirisme, à force d'observations longuement répétées, nos pères aient su réaliser la formation des agents de fertilisation les plus précieux dont ils ignoraient profondément l'existence, et qu'ils aient ainsi pallié leur manque d'engrais? Il a fallu que les avantages de laisser la terre nue fussent bien visibles pour que partout on consentît à la travailler pendant une annés entière, sans lui demander de récolte; on voulait qu'elle se reposât; en réalité le travail intérieur y était au maximum puisque, sans le savoir, on y réalisait les conditions nécessaires à l'activité des ferments qui amènent l'azote à la forme essentiellement assimilable des nitrates (1).

Des agriculteurs algériens ont eu la très ingénieuse idée de combiner les avantages sur le même champ, de la jachère et de la culture des céréales, voici comment (2).

Dès 1898, M. Ryff, à la suite d'expériences faites dans le champ du comice agricole de Sétif, préconisait la culture à grand écartement pour permettre les binages. Il sème au semoir deux lignes de céréales espacées de $0^m,20$ et séparées par des vides de 70 à 80 centimètres. Cet espace vide est entretenu propre et meuble par un ou deux binages exécutés en mars, avril et mai. Cette grande surface de terre inculte et propre assure aux doubles lignes d'à côté l'humidité nécessaire qu'un espace plus restreint n'aurait pu leur procurer. Après la moisson, ces doubles lignes sont labourées et l'es-

(1) Dehérain, *les Plantes de grande culture*.
(2) Note de M. Le Men, Société nationale d'Agriculture de France, séance du 7 juin 1911.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pace de 70 à 80 centimètres, qui était resté en jachère binée, est ensemencé à son tour par une double ligne. C'est l'assolement biennal. Une moitié du terrain produit, l'autre moitié reste en jachère. Mais au lieu d'avoir la moitié en jachère d'un côté et la moitié en culture d'un autre côté, la jachère se trouve entre les doubles lignes de céréales et contribue à assurer l'humidité nécessaire à ces dernières. Cette culture à grand écartement permettant les binages assure, en toute année, une récolte moyenne et ne coûte pas plus cher que la culture ordinaire.

Sans connaître en rien les expériences faites à Sétif par M. Ryff, M. Bourdiol à Rivoli arriva également à la même solution : pour conserver l'humidité du sol, il eut recours à des binages continus, et voici comment il applique sa méthode à la culture en grand des céréales.

Dans un champ quelconque, mais cependant suffisamment approprié par des travaux préparatoires si l'état du champ l'exige, on trace une première raie de charrue de $0^m,08$ à $0^m,10$ de profondeur dans laquelle on sème à la volée la quantité de semences nécessaires. Le premier principe à observer est que l'on doit semer de 1/4 à 1/5 plus épais que de coutume. A une certaine distance de cette première raie, distance qui varie entre 70 et 120 centimètres (chiffres acquis par l'expérience) et que l'on peut fixer à 0,80-0,90 centimètres en moyenne, on trace une seconde raie de charrue que l'on ensemence dans les mêmes conditions que la première et ainsi de suite. De sorte que ce genre de labour divise le champ en bandes incultivées d'une largeur donnée, séparées par des raies de 0,15 à 0,20 centimètres qui sont seules ensemencées. Les grains confiés au sol germeront. Dès que les lignes de céréales seront bien visibles et si l'état du sol le permet, on fera un léger labour ou un binage interlinéaire au moyen d'une charrue simple ou d'une houe américaine selon le degré de propreté de ces bandes et la dureté du sol. Ce binage sera dorénavant répété au moins une fois par mois en hiver, si les pluies ne se succèdent pas trop rapidement, et sans faute après chaque pluie dès que la croûte superficielle se dessèche et se fendille. 2e principe : Les binages ne doivent être faits ni trop tôt, ni trop tard après les pluies, pour leur permettre de produire le maximum d'effet utile. Ils seront répétés régulièrement en temps sec toutes les trois semaines environ pendant les mois de mars, avril, mai et même juin si l'état des récoltes pendantes permet à cette date le passage des outils et des animaux, — puis deux fois au moins pendant l'été, après la moisson faite. 3e principe : Les deux binages d'été, très importants, ne doivent jamais et sous aucun prétexte être négligés. Donc il faut exécuter au moins 6 binages et au plus 10 binages pendant l'année complète. Il ne faut pas oublier qu'un ou deux roulages faits en temps utile ont une heureuse influence sur le tallage et la vigueur des plantes.

La deuxième année de cette pratique culturale, on peut, dès le commencement d'octobre, commencer les semailles en ensemençant cette fois le milieu des bandes interlinéaires de la culture précédente. Et ainsi de suite.

Quand on aperçoit pour la première fois un champ de céréales exploité selon cette pratique culturale, qui est nouvelle du moins quant à son application à la grande culture, deux particularités frappent immédiatement le visiteur : 1° la faible superficie du sol occupée par les plantes ; 2° la vigueur prodigieuse de la végétation.

Par cette méthode, somme toute, l'humidité absorbée et retenue aussi longtemps que possible, la nitrification abondante et les transformation chimiques favorisées au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

maximum par un milieu chaud et humide même en été, profitent tant aux récoltes en terre qu'à celles qui suivront.

M. Ryff et M. Bourdiol font du *Dry farming* sans le savoir.

« Le *Dry farming* n'est pas, en effet, comme quelques-uns l'ont cru, une baguette d'enchanteur faisant disparaître la sécheresse, mais c'est un pas logique, énergique et plein de succès vers le mieux (1). »

Campbell met bien en garde ses lecteurs et ses auditeurs; il ne prétend pas leur donner une recette toute faite et infaillible; il recommande de ne pas suivre le texte de la méthode à la lettre, mais d'en déduire le principe et de l'appliquer selon les circonstances,

Travailler d'après Campbell, cela veut dire travailler en pensant; or forcer l'agriculteur à penser, à surveiller sa terre et à la connaître, à abandonner souvent d'anciennes méthodes pour en prendre de nouvelles plus rationnelles, « ce sont des choses, comme le remarque très justement M. Safary, qui ne peuvent être exprimées en argent, mais c'est cependant de l'argent qu'elles rapportent ».

(1) Campbell ne cesse de répéter qu'il ne faut pas croire que sa méthode assure, toutes les années, et dans toutes les circonstances, une bonne récolte, il prétend seulement que dans une moyenne de dix ans, par exemple, on obtiendra un résultat meilleur, un gain plus grand avec sa méthode.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE MÉCANIQUE

LES MACHINES SOUFFLANTES AUX ÉTATS-UNIS, d'après *M. W. Trinks* (1).

La pratique des machines soufflantes a été, aux États-Unis comme partout, complètement révolutionnée parce que les vitesses de leurs pistons ont passé de 1m,50 par seconde jusqu'à 5 mètres avec les moteurs à gaz de hauts fourneaux. Avec les anciennes vitesses, une soufflerie à cylindre de 1m,50 de course et marchant à 30 tours par minute sous une pression effective de refoulement de 0kil,8, une section d'aspiration de l'air de 12 p. 100 de celle du cylindre et une section de refoulement de 9 p. 100, les soupapes d'admission et de refoulement à ressorts ne battaient presque pas et n'occasionnaient aucun étranglement ou laminage nuisible en pratique.

Le type de distribution représenté en figure 1, d'Allis et Chalmers, s'est fort répandu pendant ces quinze dernières années. Les valves d'aspiration, du type à piston équilibré, sont commandées mécaniquement; les valves de refoulement, du type piston à ressort, s'ouvrent automatiquement et se ferment desmodromiquement. Il y a, en général, à chaque fond du cylindre, deux valves d'aspiration et trois de refoulement. On ne dépasse pas, pour une course de 1m,50, une cinquantaine de tours par minute, vitesse à laquelle la dépression à la fin de la course d'aspiration est d'environ 0 km. 035.

Pour les valves de refoulement, le moment de leur ouverture devrait varier avec la pression de refoulement par une commande desmodromique réglée par cette pression; mais cette complication ne paraît pas justifiée en pratique, tandis que la précision seule de la commande mécanique de cette ouverture en assure la supériorité sur la marche automatique par ressorts, avec laquelle il se produit toujours, au moment de l'ouverture, une légère surpression au-dessus de la pression du réservoir de refoulement. Dans le type de J. Kennedy (fig. 2) les piston-valves d'aspiration et de refoulement sont commandés d'une façon entièrement desmodromique. Les valves de refoulement s'ouvrent dès que la pression atteint 5 kg. 30 au cylindre, et le diagramme (fig. 3) montre que les pertes, pendant le refoulement au réservoir, sont très faibles. Ces machines fonctionnent très régulièrement, et avec un entretien très peu coûteux. Elles ne se sont pourtant pas répandues en raison, de leur complication apparente, de la grandeur des soupapes de sûreté nécessaires pour parer à un arrêt des soupapes de refoulement, et aussi de ce que la perte au refoulement augmente rapidement avec la lenteur de la course.

On a eu fréquemment recours, pour empêcher le battement des valves de refoulement à ressorts, à l'emploi de dash-pots analogues à celui représenté en figure 4 et en

(1) *American society of mechanical Engineers*, journal, juillet 1911.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

figure 5, où l'aspiration est faite au travers de robinets oscillants, d'une conduite très douce parce qu'ils sont équilibrés pendant presque toute la durée de leur mouvement. Ces robinets donnent facilement une section d'entrée d'environ 11,5 p. 100 de celle du cylindre. La section des ouvertures des soupapes de refoulement est de 16,5 p. 100, mais avec une levée de 90 millimètres, qu'il faut, en pratique, réduire à 57 millimètres avec, alors, une section de 11 p. 100 seulement. Il existe un grand nombre de ces machines aux États-Unis et au Canada.

Les tiroirs à grille de la Southwark Foundry (fig. 6 et 7) (1) ont 47 millimètres de

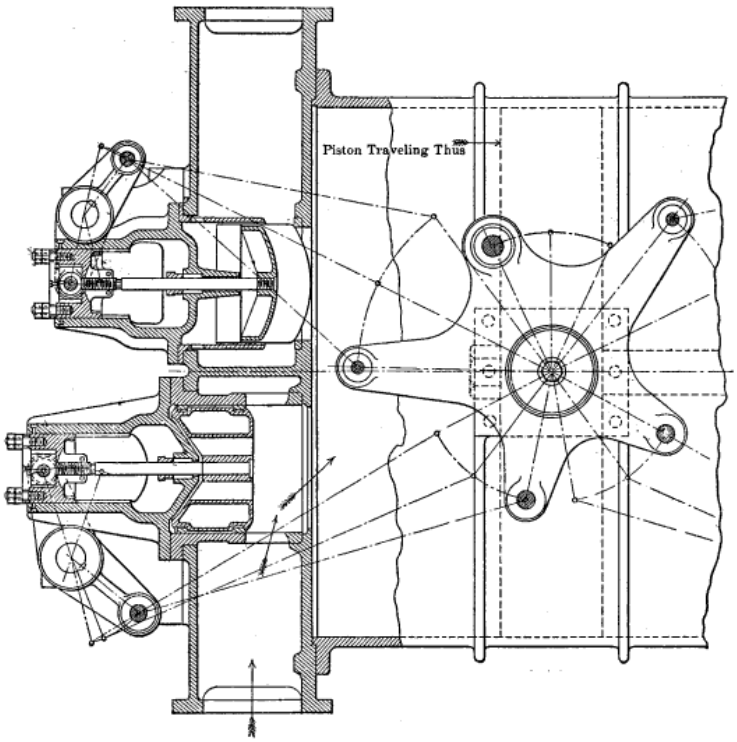


Fig. 1. — Machine soufflante *Allis* et *Chalmers*.

course, le tiroir d'aspiration, à droite de la figure 6, est commandé mécaniquement par une came, et le tiroir de refoulement est rappelé sur la came par un piston en communication avec le refoulement dans le cylindre. On obtient ainsi des sections de 14 p. 100 de celle du cylindre à l'aspiration et de 11 p. 100 au refoulement. Les tiroirs n'exigent qu'une faible puissance et, en fonte, ils durent très longtemps. Ce genre de distribution, très populaire il y a quelques années aux États-Unis, a cessé de plaire, probablement parce que le tiroir de refoulement, en s'ouvrant beaucoup trop tôt aux faibles vitesses, donne alors de mauvais rendements et une marche irrégulière. En outre, cette distribution ne permet, pas plus que les précédentes, de dépasser sensible-

(1) *Revue de mécanique*, septembre 1903, p. 275; février 1905, p. 178; avril 1908, p. 386.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment la vitesse de 1m,30 par seconde au piston de la soufflerie. Si l'on dépasse cette

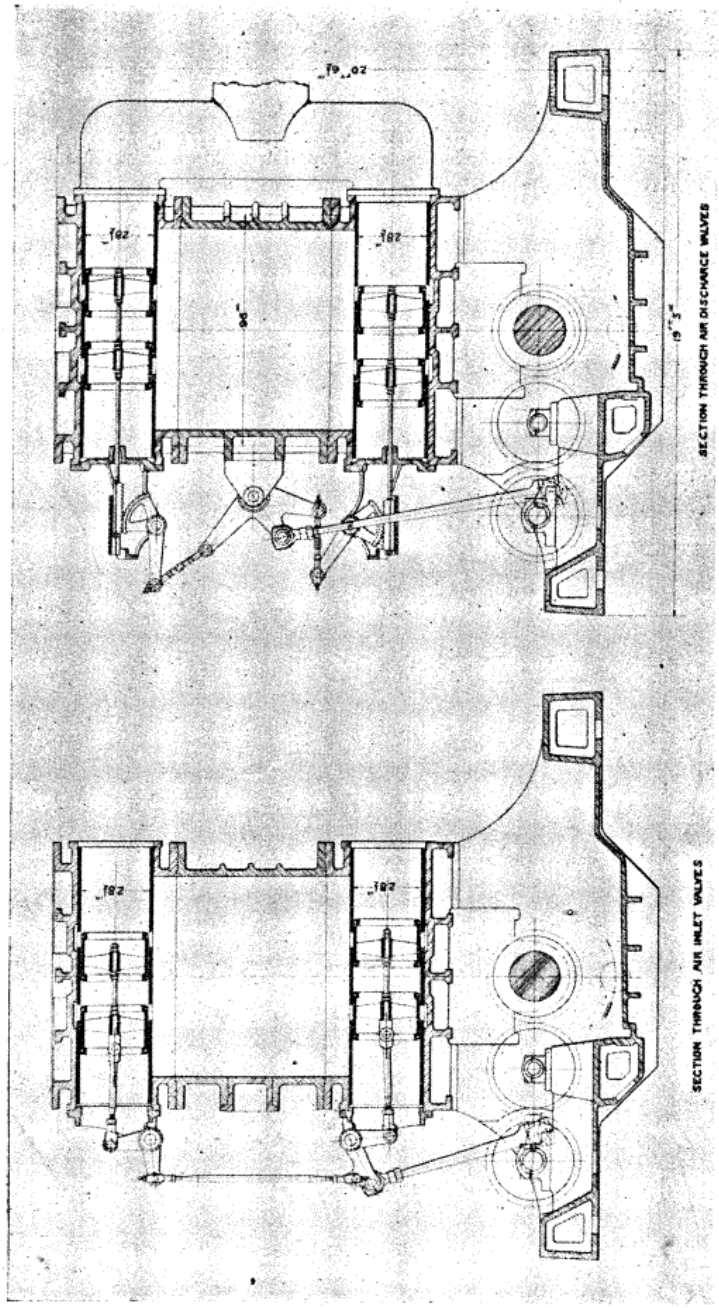


Fig. 2. — Machine soufflante *Kennedy*. Coupe par les tiroirs d'admission et de refoulement.

vitesse, il se produit des pertes de laminage importantes, même avec les soupapes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de refoulement à ouverture mécanique, et aussi des pertes par les parois du cylindre.

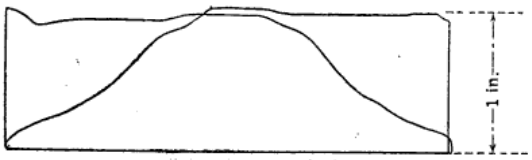


Fig. 3. — Diagramme d'une soufflerie Kennedy. Pression maxima de refoulement 1k,4. Cylindre de 2m,45 × 1m,67. Vitesse 32 tonnes.

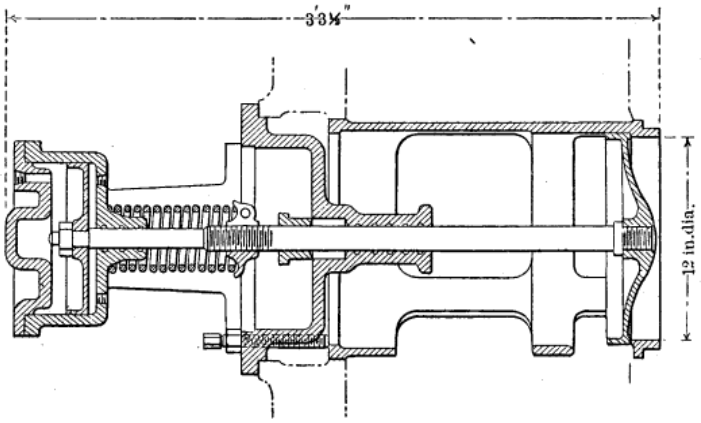


Fig. 4.

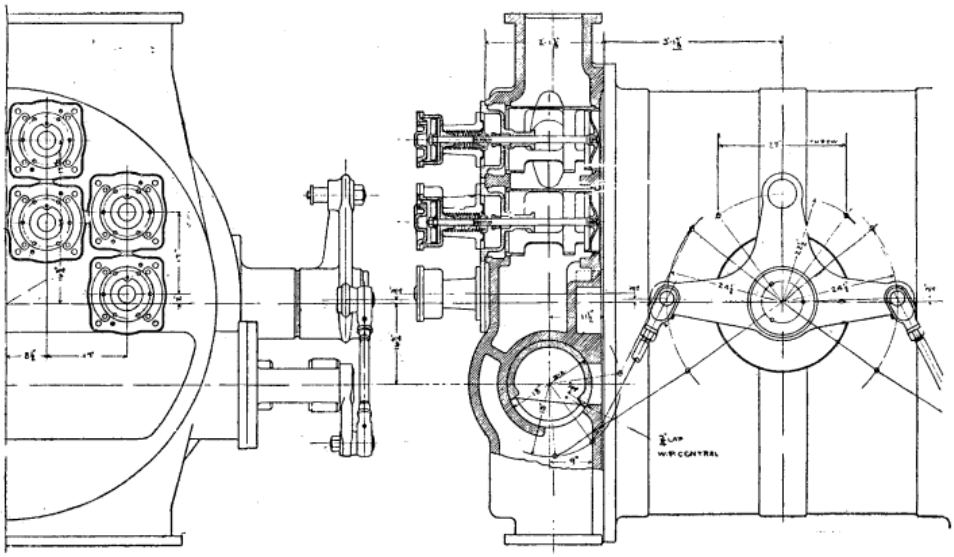


Fig. 5. — Soufflerie *Mesta*.

A la vitesse de 3 mètres par seconde, les valves du type fig. 1 s'usent rapidement,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et martellent. Les soupapes de refoulement du type fig. 5, dont il faut alors charger

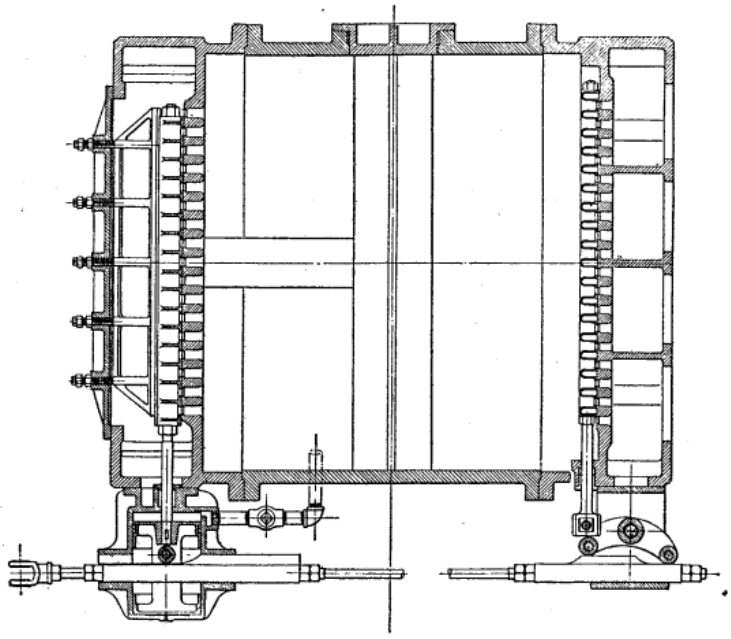


Fig. 6. — Soufflerie de la *Southwark Foundry*.

les ressorts et diminuer la levée, laminent par la lenteur de leur levée. Les pertes

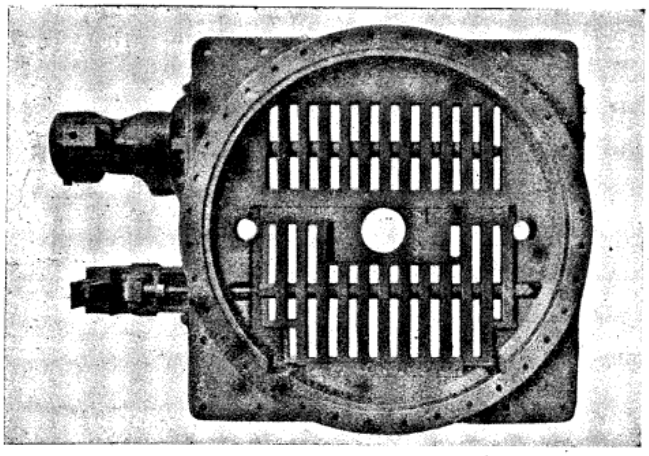


Fig. 7. — Soufflerie de la *Southwark Foundry*.

par laminage s'élèvent alors jusqu'à 6 p. 100 pour le refoulement et 12 p. 100 à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

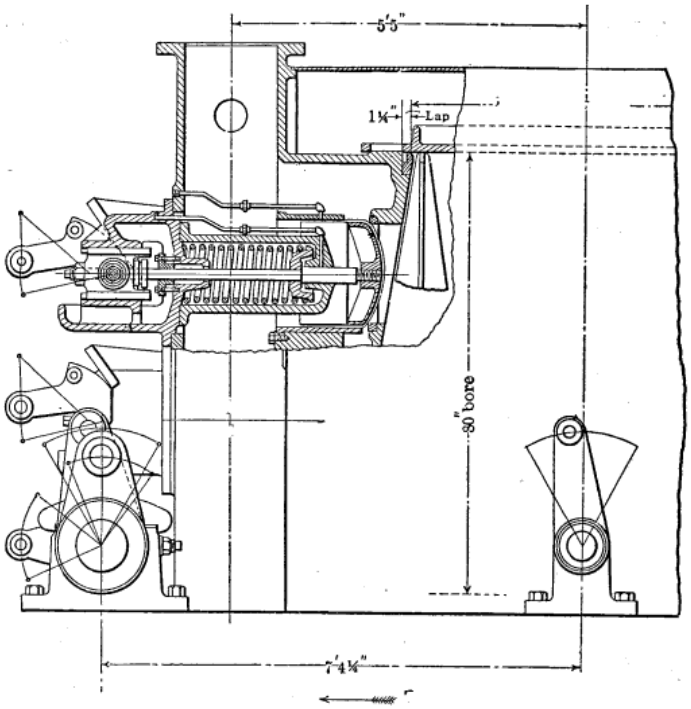


Fig. 8. — Soufflerie *Slick*.

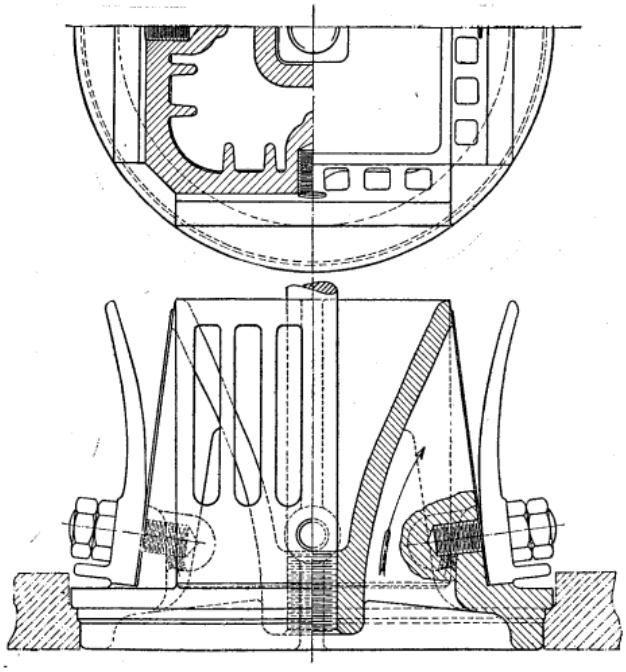


Fig. 9. — Clapets *Slick*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'aspiration, et l'on n'évite ces pertes, avec les tiroirs à grilles, qu'en employant de très grands cylindres, dont la distribution devient d'un réglage difficile.

L'aspiration se fait, dans les machines de Slick (fig. 8), par des ouvertures percées dans le cylindre même du compresseur, qui se déplace comme un énorme tiroir-fourreau et démasque ces ouvertures pendant l'aspiration, avec une section qui peut atteindre facilement 20 p. 100 de celle du cylindre, et sans espaces nuisibles. Les soupapes de

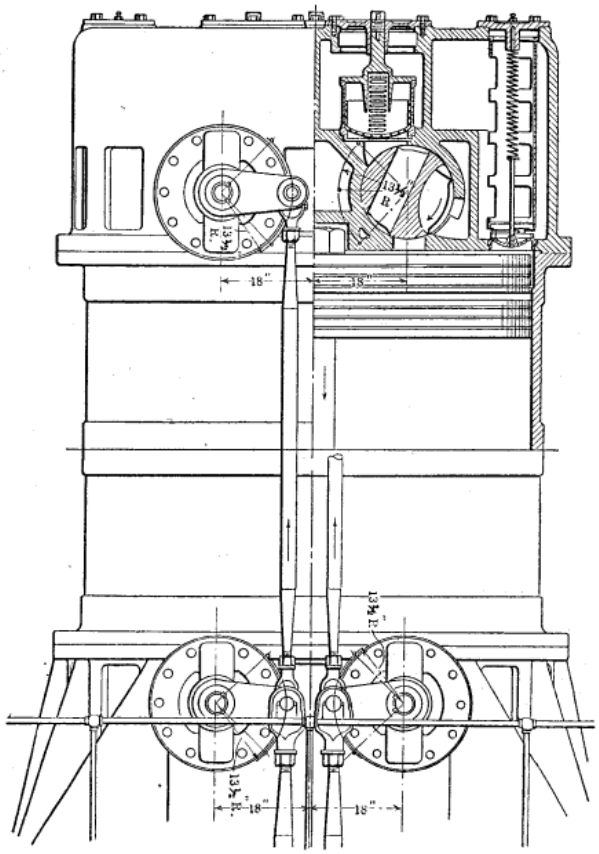


Fig. 10. — Soufflerie *Mesta*.

refoulement sont analogues à celles du type fig. 1, mais deux fois plus nombreuses, et, néanmoins, sujettes au martelage. Les clapets flexibles du type fig. 9 se brisent à moins qu'on ne les fasse légèrement courbés, de manière qu'ils s'appuient sur leurs sièges sans augmentation de leur tension initiale. Cette distribution Slick permet de marcher économiquement à la vitesse de 3 mètres par seconde. Au delà d'une vitesse de 65 tours par minute, avec des courses de $1^{m}50$, les forces d'inertie du cylindre-tiroir fatiguent les mécanismes et font chauffer les excentriques.

La distribution de M. G. Mesta, de Pittsburg, entièrement au moyen de robinets oscillants et desmodromiques (fig. 10), au nombre de deux par fond de cylindre et con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trôlant chacun à la fois l'aspiration et le refoulement, se prête aussi très bien aux vitesses de 4 mètres par seconde ou de 82 tours par minute avec courses de 1m,50,

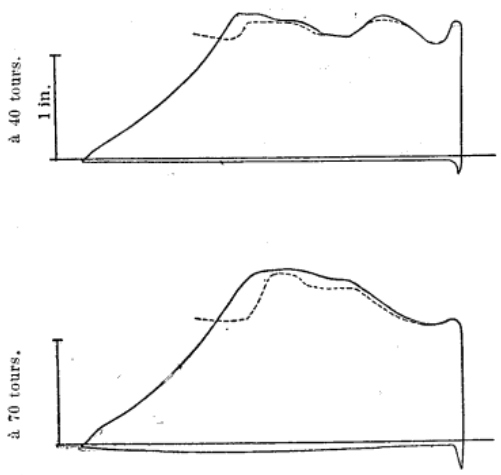


Fig. 11. — Diagrammes de la soufflerie Mesta (fig. 10) 1 pouce = 1k,4.

comme l'établissent les diagrammes fig. 11, qui montrent que, malgré la grande section de 18 p. 100 à l'aspiration, il se produit encore un léger étranglement aux vitesses

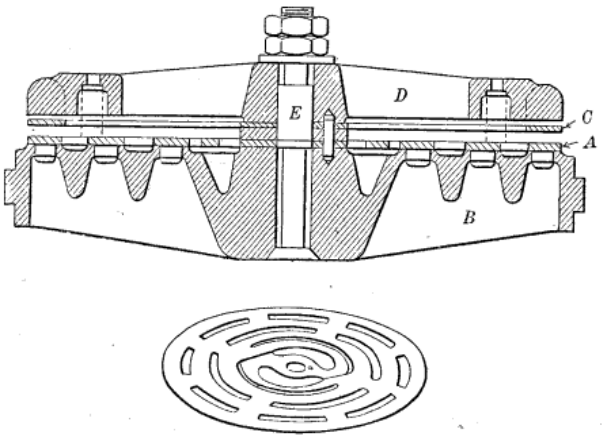


Fig. 12. — Clapet *Hoerbiger Rogler*.

de 70 tours par minute, correspondant à une vitesse du piston de 3 mètres par seconde. La résistance des robinets n'absorbe guère plus de 2 p. 100 de la puissance totale au compresseur, mais ils consomment beaucoup d'huile, et le prix de ces machines est très élevé.

En Europe, on a résolu le problème des machines soufflantes à grandes vitesses par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

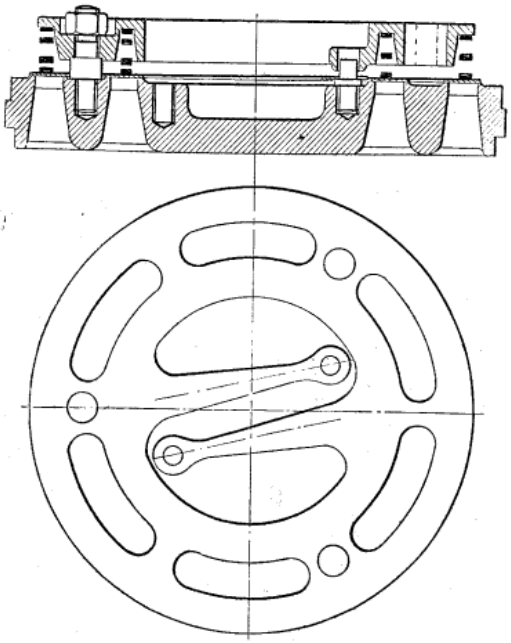


Fig. 13. — Clapet *Borsig*.

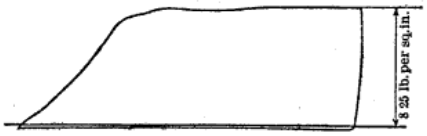


Fig. 14. — Diagramme d'une soufflerie à clapets *Borsig* (fig. 13) de 1m,20 de course à 90 tours.

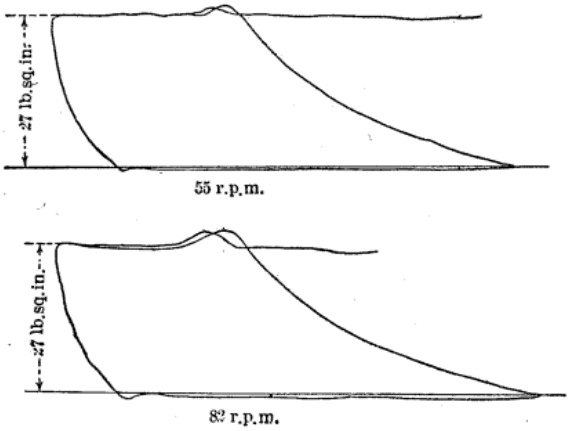


Fig. 15. — Diagrammes d'une soufflerie à soupapes *Hoerbiger Rogler* (fig. 12).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'emploi de soupapes ou clapets métalliques extrêmement légers et, par conséquent, d'une très faible inertie, à ouvertures multiples et de courtes levées, comme celles de Borsig et de Hœrbiger Rogler et Borsig (fig. 12 et 13) (1) guidées sans frottements par la déformation élastique d'une partie du clapet. Pour assurer à ces soupapes l'ouverture nécessaire aux grandes vitesses, il a fallu augmenter les espaces nuisibles; mais l'usage de ces grandes vitesses, a permis l'emploi de machines moins encombrantes et de moteurs plus économiques, tels que les moteurs à gaz de hauts fourneaux, de sorte que le mauvais effet des espaces nuisibles se trouve largement compensé. En outre, la légèreté et la simplicité de ces clapets font qu'ils ne martellent pas, durent très longtemps et se remplacent facilement à peu de frais. Leur marche est des plus satisfaisantes, comme le montrent les diagrammes fig. 14 et 15. Le fonctionnement de ces machines européennes semble supérieur à celui des souffleries américaines à grande vitesse. La marche de leurs soupapes est silencieuse, avec amortissement par la petite couche d'huile et d'air plaquée à leurs fonds de course, aidée ou non par une lame formant dash pot comme C (fig. 12) que le clapet A refoule avant de venir toucher sa garde D.

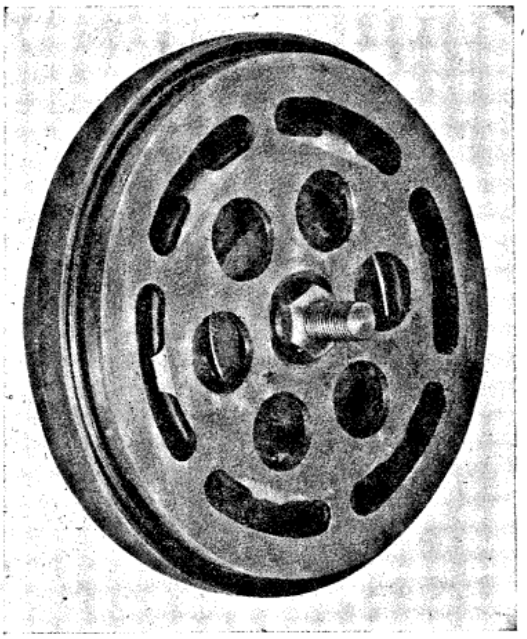


Fig. 16. — Clapet *Mesta Iversen*.

La Compagnie Mesta a adopté des clapets de ce genre, perfectionnés par M. Iversen et guidés sans friction par un ressort en spirale avec lame amortisseuse (fig. 16). Les diagrammes figures 16 et 17 donnent le fonctionnement de ces clapets à différentes vitesses, avec un ressort trop fort, quelque battement des clapets d'aspiration aux

(1) *Bulletins* de mars et mai 1901, p. 416 et 421.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faibles vitesses, et une très faible levée des clapets de refoulement. Les vibrations s'atténuent beaucoup avec la vitesse. Les chocs de fermeture, bien que ne faisant pas grand bruit, sont néanmoins tels qu'ils exigent, pour ces clapets, des aciers spéciaux. Ces valves semblent devoir être bientôt universellement adoptées pour les souffleries

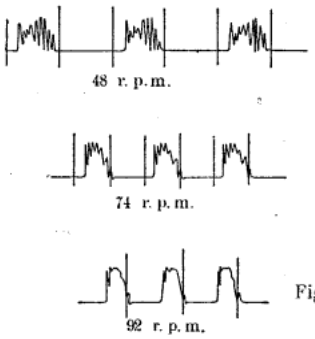


Fig. 16. — Aspiration.

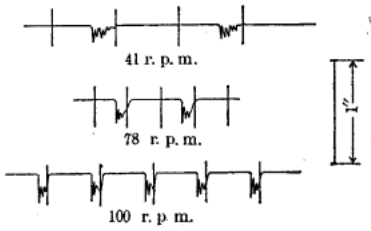


Fig. 17. — Refoulement.

Fig. 16 et 17. — Diagramme des soupapes (fig. 15) (aspiration de refoulement).

rapides en raison de leur durée, de leur absence de graissage et de la facilité de leur remplacement.

Mais, quelle que soit la distribution d'une soufflerie à piston, son refoulement n'en reste pas moins ondulatoire, et il est nécessaire, pour empêcher la propagation de ces ondulations dans la tuyauterie de ces souffleries, d'interposer entre ces tuyauteries et leurs souffleries de grands réservoirs accumulateurs du refoulement.

APPLICATION DE LA TRANSMISSION *Janney* AUX AUTOMOBILES

La société des automobiles *Delaunay-Belleville* a proposé (1) d'appliquer, sous les formes des figures 18 à 22, aux automobiles la transmission hydraulique de *MM. Williams et Janney* décrite à la page 729 de notre *Bulletin* de mai 1911.

Sur les figures, la transmission Janney est indiquée par les lettres A B, elle commande les deux roues de chaînes 9 et 10, reliées aux roues 7 et 11. L'arbre moteur est en 7 et l'arbre entraîné en 12.

En figure 18 avec les embrayages 4-3 et 1-2 débrayés, 8 entraîne 9, et 10 entraîne 11, mais sans entraîner 12; l'automobile est arrêté. Lorsqu'on embraye 1-2, 11 entraîne 12 par 13, rainuré sur 12. Lorsqu'on embraye 3-4, 7 entraîne 12 directement par 3-4-13. Les embrayages 3-4 et 1-2 sont commandés par la tringle 15, à cliquet à billes élastique 16.

En figure 19, le troisième embrayage 6-5 permet, lors de l'arrêt de l'automobile, de débrayer 8 de 7, de sorte que la transmission hydraulique ne tourne plus, et il en est de même quand 7 entraîne 12 directement, par 4-3, avec 5-6 et 1-2 débrayés.

Il en est de même en figure 20, avec les manchons rainurés 17 et 18 commandés

(1) *Brevet anglais*, 1072, de 1911. Voir aussi la transmission hydraulique de Delaunay-Belleville (*Brevet anglais*, 27065 de 1910).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en sens contraires par le pignon 22 et les crémaillères des tringles d'embrayage 20 et 21.

En figure 21, les manchons 17 et 18 sont commandés, du levier 24, par son pla-

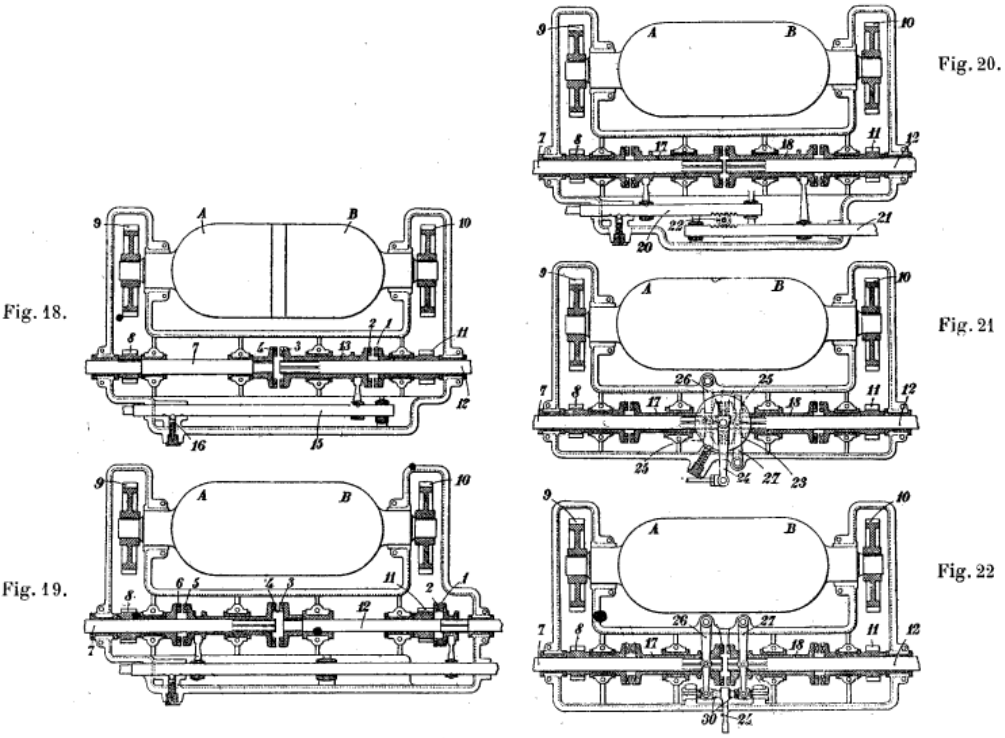


Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21 Fig. 22

Fig. 18 à 22. — Application de la transmission *Janney* aux automobiles.

teau 23 agissant par ses tocs 25 sur les leviers 26 et 27. En figure 22, ces leviers sont commandés par les vis 30.

On voit que, par ces différents mécanismes, la transmission hydraulique peut se débrayer pendant l'arrêt et en prise directe, ce qui lui évite toute fatigue inutile.

ENGRENAGES *Humphris* (1)

Dans ce type d'engrenage, l'une des roues porte (fig. 23) des cônes qui entraînent l'autre roue par leur pénétration dans les trous correspondants de sa jante.

Le diamètre maximum des cônes est de 0,7 du pas, et l'épaisseur minima entre les trous de 0,3 de ce pas, ce qui permet de réduire l'angle d'attaque et son arc. Comme le montrent les figures 24, l'attaque se fait par des surfaces à grands rayons de courbure situés du même côté du plan de contact et avec un faible glissement.

(1) *American Machinist*, 17 juin 1911.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

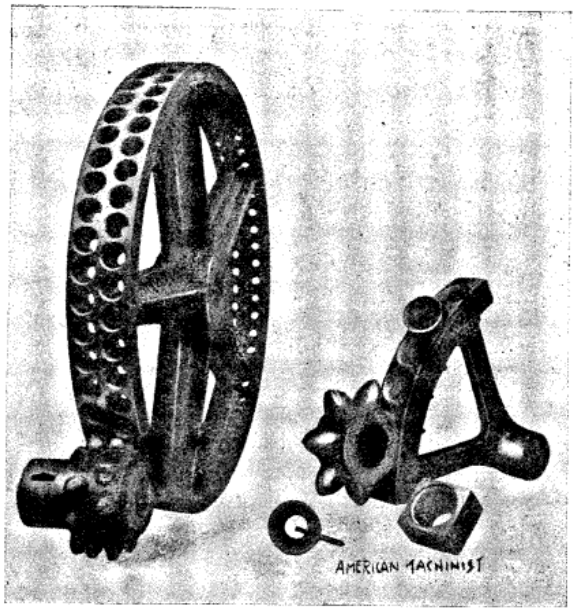


Fig. 23. — Engrenages *Humphris*.

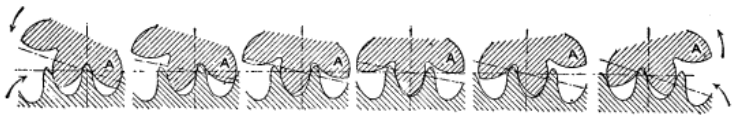


Fig. 24. — Engrènement *Humphris*.

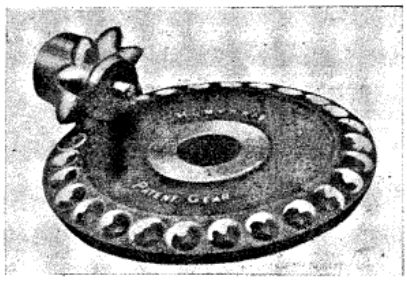


Fig. 25. — Pignons *Humphris*.

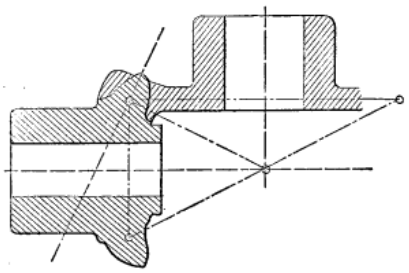


Fig. 26.

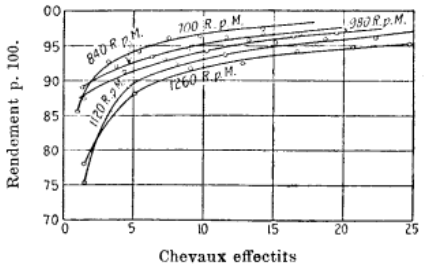


Fig. 27.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces engrenages sont très durables, comme on l'a constaté par des essais à l'école de technologie de Manchester et sur des tramways électriques avec des pignons du type figures 25 et 26. Ces pignons se prêtent très facilement aux changements de vitesses en perçant plusieurs cercles de trous dans la roue; les dents tracées pour le cercle le plus employé s'accommodent très bien des autres. Leur rendement est excellent,

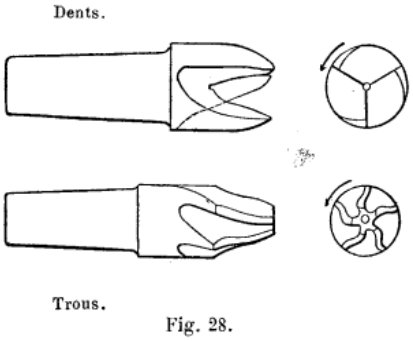


Fig. 28.

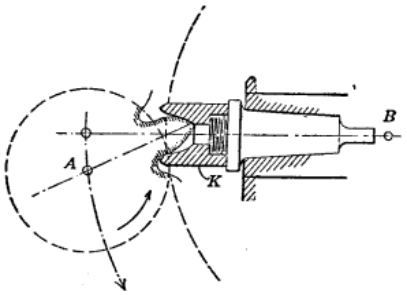


Fig. 29.

comme le montrent les courbes du diagramme figure 27, obtenues à l'école de Manchester avec des pignons en acier doux cimentés après une transmission de puissance de 29 chevaux pendant 6 mois.

L'usage de ces pignons est facile. Le finissage des dents et des trous se fait par des fraises spéciales, au profil des dents, et pivotant autour du centre fictif B (fig. 29) de la roue avec laquelle devra engrener le pignon, pendant que la dent en usinage tourne autour du centre fictif A de ce pignon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Sous le titre **Le lait, son analyse, son utilisation**, M. Monvoisin, chef de travaux à l'École nationale vétérinaire d'Alfort, vient de publier un livre qui renferme un résumé fort bien ordonné et complet de nos connaissances sur la constitution, la composition et l'origine des éléments du lait, sur son analyse chimique, physique et bactériologique, sur le mécanisme et la reconnaissance de ses altérations et de ses falsifications ; cette étude amène en outre l'auteur à examiner les procédés physiques et chimiques pour la conservation du lait soit en nature, soit concentré, soit en poudre.

Sans doute, la multiplicité des travaux dont le lait a déjà fait l'objet ne permet guère de présenter, sur le sujet que le titre nous annonce, une étude entièrement originale ; mais d'une part, M. Monvoisin a introduit dans son traité des documents relatifs aux études qui lui sont personnelles ou familières, et, d'autre part, il a su mettre en ordre et exposer clairement les différentes notions que les laitiers, les chimistes et les médecins doivent posséder aujourd'hui.

L. Lindet.

Le fascicule que j'ai l'honneur de présenter au nom de M. Rabaté, professeur départemental du Lot-et-Garonne, et qui porte le titre : **Étude pratique sur le séchage des fruits**, est le compte rendu d'un concours qui a eu lieu en septembre 1910, à Villeneuve-sur-Lot, entre constructeurs d'étuves à dessécher les fruits et spécialement les prunes. Dix constructeurs ont pris part à ce concours, et il est intéressant de constater que neuf d'entre eux (le dixième n'ayant pu être classé) ont présenté des appareils qui ont donné des résultats très satisfaisants.

Ces étuves fonctionnent au moyen du courant d'air chaud d'un calorifère chauffé soit par le bois, soit par la houille ; toutes comportent une entrée d'air froid et des ouvertures pour l'évacuation des buées ; les claies sur lesquelles on dépose les prunes sont placées sur un chariot qui, tantôt, une fois entré dans l'étuve, y reste à poste fixe, tantôt au contraire, monté sur pivot, peut se déplacer et permettre une meilleure surveillance de la dessiccation. Toutes sont de dimension telle qu'elles puissent être employées à la ferme, c'est-à-dire travailler 250 à 300 kilogrammes par fournée, chacune des fournées demandant une durée de vingt-cinq à trente heures.

Le jury a eu à se prononcer sur la construction des étuves, sur le travail qu'elles produisent et sur la qualité des pruneaux obtenus. Pour le premier de ces objets, le jury a donné une série de notes représentant les mérites des différents organes, en affectant à chacune d'elles un coefficient ; par ordre d'importance des coefficients ainsi affectés, le jury a eu à examiner la régularité et l'importance du séchage, les sorties et le réglage de l'air humide, les entrées, le réglage et le chauffage de l'air extérieur, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

facilités que présentait la manipulation des wagons et des claies, l'appareil de chauffage, la facilité de ramonage des tuyaux. Pour le second de ces objets, et dans l'ordre que leur imposent les coefficients, le jury a donné des notes au rendement en pruneaux marchands, à la quantité de pruneaux préparés en vingt-quatre heures, à la quantité de bois brûlé, au prix de l'étuve rapporté à sa production journalière. Le troisième objet ne comportait pas plusieurs notes, puisqu'il vise uniquement la qualité marchande des produits obtenus.

La combinaison de toutes ces notes a fourni, pour l'appareil classé en première ligne, 552 points, et pour celui qui a été classé en dernière ligne 445 points ; si l'on fait la part des hasards heureux dont les premières étuves ont pu profiter et de l'habileté spéciale avec laquelle elles ont été conduites, on peut considérer que toutes ces étuves se valent, et peuvent rendre à l'industrie du séchage des fruits, et spécialement des prunes, les plus grands services.

Ce concours fait honneur à ceux qui en ont été les organisateurs, ainsi qu'à M. Rabaté, qui nous en a rendu compte, et a pris soin de nous décrire chacun des appareils qui ont fonctionné devant le jury de Villeneuve-sur-Lot.

L. LINDET.

Histoire du commerce de la France. Première partie : **Avant 1789**, par ÉMILE LEVASSEUR. Grand in-8, de 611 p. Paris, Arthur Rousseau, 14 rue Soufflot (Prix : 12 fr. 50).

M. Émile Levasseur, administrateur du Collège de France, dont notre Société déplore la perte récente, avait traité, durant son professorat de plus de quarante ans au Collège de France, nombre de matières relatives au commerce de la France. Comme il n'existe pas d'histoire complète de ce commerce, M. Arthur Rousseau en a très judicieusement entrepris la publication, et quelles leçons pourraient, mieux que celles de M. Levasseur, donner un tableau fidèle et éloquent du sujet toujours palpitant d'intérêt de ce qu'a été et de ce qu'est notre commerce !

Nous empruntons à la préface les passages dans lesquels il indique le plan de son ouvrage et les principales matières qui y sont traitées.

Sous le titre d'*Histoire du commerce de la France avant 1789*, je comprends non seulement le commerce extérieur que la France faisait avec ses colonies et avec les pays étrangers, mais aussi, dans une certaine mesure, le commerce intérieur, c'est-à-dire le mouvement commercial qui se produisait entre les diverses parties de la France. La distinction d'ailleurs entre l'un et l'autre ne saurait être établie avec quelque précision avant les temps modernes, et même, pendant les deux derniers siècles de la monarchie absolue, le morcellement administratif rend cette distinction difficile.

C'est pourquoi j'ai tracé mon plan dans un cadre plus large que ne le ferait supposer le titre pris dans le sens exclusif de commerce extérieur. J'ai fait entrer en effet dans le cadre spécial de chacun des sept livres de l'ouvrage un exposé sommaire de l'état social lorsque j'ai jugé qu'il servait à faire comprendre les conditions du négoce ; j'ai donné les renseignements nécessaires sur les moyens de communication et sur les transports, routes, cours d'eau navigables, ports, marine et navigation, sur les instruments d'échange, y compris l'historique du régime monétaire, de ses variations, de la production des métaux précieux et de son influence sur les prix, du prêt à intérêt et du crédit. Les marchés et les foires, les places de commerce, la formation des colonies françaises et des compagnies de commerce privilégiées, les tarifs de douane, les doctrines du protectionnisme et de la liberté du travail, les traités de com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

merce, les articles d'importation et d'exportation, et en général les relations commerciales de la France avec les pays étrangers sont traités dans chaque livre avec le développement jugé suffisant. Ces diverses manières d'envisager le commerce forment le fond essentiel de l'ouvrage.

Les périodes de l'histoire économique ne sont pas enclavées entre des dates déterminées comme celles de l'histoire politique et leur détermination est, par conséquent, quelque peu imprécise et peut même paraître arbitraire. Nous avons cependant pensé que l'histoire du commerce, étroitement liée à l'histoire de la civilisation et de la fortune du pays, pouvait être groupée en neuf périodes, chaque période comprenant des sous-périodes de caractère divers et ayant en général une durée d'autant moins longue qu'elles se rapprochent davantage des temps contemporains : Période préromaine, Période romaine, Période franque, Période du régime féodal souverain, Période de la royauté féodale, Période de la Renaissance, Période d'Henri IV et de Richelieu, Période de Louis XIV et de Colbert, Période du XVIIIe siècle.

L'ouvrage est divisé en sept livres, suivis d'un résumé général sous le titre de REVUE DES PÉRIODES. — Le livre premier, LA GAULE, se compose de deux chapitres : *La Gaule préromaine* et *La Gaule romaine*. — Le second livre, LA PÉRIODE FRANQUE ET LA PÉRIODE FÉODALE, se compose de quatre chapitres : *Désorganisation et transformation de la société romaine, Le commerce durant la période franque, Le régime féodal, Marchés et foires*. — Le troisième livre, LA ROYAUTÉ FÉODALE, se compose de sept chapitres : *Les périodes, Foires et Marchés, Les transports, Les péages et la douane, La monnaie et l'intérêt de l'argent, Les Compagnies de marchands de l'eau, Les ports et le grand commerce par terre et par mer, La misère et le relèvement*. — Le quatrième livre, LA RENAISSANCE, comprend six chapitres : *La Renaissance, Les institutions commerciales, Le commerce, Les essais de colonisation en Amérique, Guerres de religion et décadence, La révolution monétaire du XVIe siècle*. — Le cinquième livre, HENRI IV ET RICHELIEU, comprend quatre chapitres : *La politique commerciale et la théorie mercantile, La circulation, Les traités de commerce et le commerce, Les Compagnies de commerce et la colonisation*. — Le sixième livre, LOUIS XIV ET COLBERT, se compose de neuf chapitres : *Louis XIV et Colbert, Les grandes ordonnances et les commerçants, Les moyens de transports et d'échange. Les provinces, les villes et les ports, Les tarifs des douanes de 1664 et de 1667 et le droit de 50 sous par tonneau. Les grandes Compagnies de commerce, Les colonies, Le commerce extérieur et les traités. Le déclin*. Le septième livre, LE XVIIIe SIÈCLE, se compose de huit chapitres : *La banque de Law et les monnaies, Les routes et les transports, Les ports, La Compagnie des Indes, Les colonies, Les théories nouvelles sur le commerce au XVIIIe siècle, Le commerce extérieur, L'Angleterre et les traités de commerce de 1713 et de 1786*.

A la fin du volume se trouve une liste des principales publications relatives à l'histoire du commerce, et en tête du volume une table alphabétique des matières qui facilite les recherches.

La seconde partie de l'ouvrage comprendra l'HISTOIRE DU COMMERCE DE LA FRANCE DEPUIS LA RÉVOLUTION JUSQU'A NOS JOURS.

Essai d'aérodynamique du plan, par ARMAND DE GRAMONT, duc de Guiche, docteur ès sciences, In-4 de 211 pages. Paris, Hachette et Cie, 1911.

Dans ce premier volume des Publications du laboratoire de Guiche, le duc de Guiche expose les résultats d'une longue série d'expériences faites pour déterminer les lois de la résistance de l'air sur un plan qui se déplace dans un air calme. De nombreux expérimentateurs avaient déjà fait des études dans ce domaine ; malheureusement, ceux qui ont obtenu les résultats les plus dignes de foi avaient opéré en étudiant les effets d'un courant d'air à filets parallèles sur une surface fixe. Or, il est douteux que les observations faites dans de pareilles conditions soient valables pour les aéroplanes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le duc de Guiche a fait l'étude de la résistance de l'air sur une plaque mince se déplaçant d'un mouvement de translation. Le professeur Langley s'est servi d'un manège tournant; l'abbé Le Dantec (voir notre Bulletin, 1899), G. Eiffel, MM. Cailletet et Colardeau, Canovetti, fixèrent les surfaces sur des chariots guidés. Le duc de Guiche a adopté cette dernière méthode, mais en étendant minutieusement son étude de la distribution de la pression et de la dépression aux deux faces d'un plan mince, en pratiquant dans la plaque des trous de fort petit diamètre reliés à des manomètres.

Les conclusions principales du duc de Guiche sont: 1° le principe de la relativité n'est pas applicable en pareille matière; 2° les observations faites sur les petites surfaces ne fournissent aucun renseignement valable pour les grandes surfaces portantes des aéroplanes; 3° on ne peut obtenir de résultats généralisables qu'en étudiant minutieusement la distribution de la pression sur les deux faces du plan en mouvement; 4° il existe, pour la pression sur la face antérieure, une loi de distribution énoncée antérieurement par M. Bourlet.

Le volume contient un nombre considérable de tableaux numériques, de graphiques très précis et la détermination des coefficients figurant dans les formules.

C'est, au dire des hommes compétents, le travail le plus complet et le plus détaillé, fait jusqu'à ce jour, sur l'aérodynamique du plan. Il suscitera d'ailleurs de nombreuses discussions scientifiques et sans aucun doute il ouvre la voie à une nouvelle série de recherches sur cette question d'actualité.

Compte rendu des travaux du deuxième congrès international pour la répression des fraudes, tenu à Paris du 17 au 24 octobre 1909. Achevé d'imprimer le 22 août 1910.

Ce congrès, dont le comité exécutif avait pour président M. le docteur Bordas, et pour vice-président M. Eug. Roux, a été signalé en son temps dans notre *Bulletin*. Aujourd'hui, c'est un plaisir que de dire qu'au point de vue bibliographique, le compte rendu renferme des documents extrêmement précieux, et les travailleurs auront très grand intérêt à s'y reporter en ce qui concerne les propriétés, les constantes et la fabrication de nombreuses substances. Nous donnons ci-dessous l'indication des principales classes de ces substances. D'un grand intérêt aussi est l'ensemble des décisions adoptées par le congrès pour les définitions des substances alimentaires commerciales.

Technologie alimentaire. — I. Boissons : vins, vins mousseux, vins de liqueurs, cidres et poirés, bière, eaux-de-vie, liqueurs, sirops, vinaigres.

II. Boulangerie : farines et semoules, pain, boulangerie, pâtes alimentaires, tapiocas et fécules exotiques. Pâtisserie fraîche et sèche, pain d'épices, riz.

III. Confiserie : sucre, miel, confiserie, confitures, cacao, chocolat, suc de réglisse.

IV. Épicerie : thé, café, chicorée, épices, moutarde, sel.

V. Laiterie : lait, crème, laits condensés, beurre, fromage, œufs.

VI. Charcuterie : huiles, graisses alimentaires, charcuterie, salaisons, conserves en général, fruits et légumes secs, viandes de boucherie.

Matières premières de la droguerie. — Huiles essentielles; matières premières aromatiques, produits chimiques, eaux naturelles, eaux minérales naturelles, glace.

Hygiène alimentaire. — Essences artificielles, colorants, reverdissage des légumes, levures artificielles, fleurages, alun, caramel, gélatine, acide sulfureux, antiseptiques, traitement du cacao par les alcalis, présence du plomb dans les acides tartriques et citriques, matières analysées dans les produits de la charcuterie, glace, eaux minérales, eau oxygénée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'Année sucrière (1re année, 1909-1910). *Revue générale annuelle des progrès réalisés dans l'industrie du sucre en France et à l'étranger*, par R. Teyssier. In-8 de VII-312 p. avec 36 fig. (Prix : 12 fr. 50). Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1911.

Il n'existait pas jusqu'ici en France de livre comparable au *Jahres-Bericht* édité en Allemagne depuis fort longtemps, qui, sous une forme concise et méthodique, relate tous les ans les progrès accomplis dans la technique sucrière. S'inspirant de cet exemple, M. Teyssier a cru rendre service à tous les praticiens de l'industrie du sucre et à tous ceux qui s'intéressent à elle en publiant *l'Année sucrière*, destinée à suivre graduellement l'évolution qui se fait, à décrire les progrès qui se réalisent dans les méthodes de travail, enfin à donner la description des appareils nouveaux des constructeurs français et étrangers.

Les nouveautés chimiques pour 1911, par C. Poulenc. In-8 de 354 pages, avec 178 fig. (Prix : 4 francs). J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, Paris.

M. Poulenc conserve dans son ouvrage le même plan général que les années précédentes.

Dans le premier chapitre, sont rangés les appareils de physique qui s'appliquent particulièrement à la chimie, comme, par exemple, ceux qui sont destinés à la détermination des densités, des hautes températures, etc. Signalons en particulier un nouveau cryoscope et un nouvel appareil destiné à la recherche des substances fluorescentes dans les eaux.

Dans le second chapitre, se trouvent réunis tous les appareils de manipulation chimique proprement dite et dont la disposition est de nature à faciliter les opérations longues et fastidieuses. On y trouvera décrits de nouveaux dispositifs de chauffage, de nouveaux extracteurs, de nouveaux dispositifs d'appareils destinés à la filtration, en particulier les ultrafiltres, de nouveaux appareils à produire le vide ou l'air comprimé, de nouveaux centrifugeurs, etc.

Le troisième chapitre comprend les appareils d'électricité en général. On y trouvera la description de nouveaux fours électriques, un nouvel appareil pour le dosage de la radioactivité.

Le quatrième chapitre comprend les appareils s'appliquant à l'analyse. On y trouvera de nouveaux appareils pour l'analyse des gaz, puis les nouveaux dispositifs imaginés pour le dosage du sucre, de nouveaux appareils destinés aux analyses métallurgiques, un appareil pour l'essai de la solidité des manchons utilisés dans l'incandescence par le gaz, enfin de nouveaux appareils pour l'analyse des huiles, l'homogénéisation des laits, la recherche du fluor dans les vins.

Dans le cinquième et dernier chapitre sont classés les appareils intéressant la bactériologie.

Recherche pratique et exploitation des mines d'or, par M. Georges Proust. In-16 (19-12), de IV-112 p., avec 14 fig. (Prix : 2 fr. 75). Paris, Gauthier-Villars, 1911.

Ce petit volume, après avoir donné les notions géologiques nécessaires à la recherche du minerai, passe en revue la prospection, l'outillage, l'exploitation et le traitement de l'or. Il est suivi d'un Index géologique.

Table des matières. — Éléments de minéralogie. Les roches. Roches éruptives. Gisements. *L'or*. Prospection et étude. Essais. Coupellation. Outillage. Exploitation. Traitement (quartz aurifère, alluvions). Index géologique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Répertoire international des travaux publiés sur la composition, l'analyse et les falsifications des denrées alimentaires, par le docteur A. J. J. Vandevelde, 1re année, 1900, à 10e année, 1909.

I. *Traités généraux et méthodes générales.* — II. *Appareils de mesure* et de dosage. — III. *Eau.* — Traités généraux. Analyse. Composés minéraux azotés, organiques. Bactéries. Contamination. Purification. Approvisionnement. — IV. *Lait et crème.* — Traités généraux. Composition. Analyse. Propriétés générales. Enzymes. — Bactéries. — Impuretés, contamination, antiseptiques. — Purification, stérilisation. — Falsification. — Réglementation. Législation. — Préparation lactées. — V. *Graisses et huiles.* — Traités généraux. — Beurre. — Succédanés et falsifications. Autres graines et huiles. Analyse générale. — Bactéries. — VI. *Fromages.* — Analyse. — Bactéries, maturation. — Divers. — VII. *Farines* et dérivés. — Farines et grains. — Pain. — Recherches biologiques, panification. — Dérivés divers. — VIII. *Épices, denrées coloniales.* — Traités généraux. — Café et succédanés. — Thé et succédanés. — Cacao et chocolat. — Poivres et analogues. — Épices diverses. — IX. *Sucres.* — Sucres proprement dits. — Limonades. — Sirops. — Miel. — X. *Substances édulcorantes.* — XI. *Boissons alcooliques et dérivés.* — Alcool. — Spiritueux et essences. — Bière. — Vin.

Ce remarquable travail est inséré en supplément, dans les Annales des falsifications, depuis 1910. Son auteur, Directeur du Laboratoire Municipal de la Ville de Gand, y fait entrer l'universalité des travaux concernant la composition des denrées alimentaires.

C'est une œuvre de première utilité, et son ampleur ressortira aux yeux de nos lecteurs, au simple exposé résumé de la classification que M. Vandevelde a adoptée.

Die Absorption, par J. M. V. Bemmelen. In-8 (23 × 16), de 548 p. Ch. Stemkopff, Dresden 1910. (Prix : 15 fr.).

C'est la réimpression des travaux et mémoires publiés par M. van Bemmelen sur l'absorption. On sait l'importance considérable jouée par les phénomènes d'absorption dans la chimie des colloïdes. Aussi faut-il savoir très grand gré à M. Wo. Ostwald de nous donner, réunis en un seul volume, tous les travaux, aujourd'hui classiques, de M. van Bemmelen sur ce sujet. Ce volume est nécessaire à tous ceux qui s'occupent de chimie physique, c'est-à-dire, pourrait-on dire, à tous ceux dont les occupations ou les recherches dépendent et des sciences physiques et des sciences chimiques.

Cette collection de mémoires est précédée d'une biographie de van Bemmelen, puis d'une bibliographie de ses travaux. Van Bemmelen a vécu du 3 novembre 1830 au 3 novembre 1910, exactement quatre-vingts ans. La bibliographie de ses travaux commence par sa thèse, en 1854, pour finir par deux travaux en 1910.

Les mémoires principaux reproduits dans ce volume sont les suivants :

Sur la nature des colloïdes et leur teneur en eau (Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas, 1888); les composés d'absorption et le pouvoir d'absorption de la terre arable (Mitt. der Landwirts. Versuchsstationen, 1888); sur l'hydrogel de l'oxyde de fer (J. für prakt. Chemie, 1892); l'hydrogel de l'oxyde de cuivre (Z. fur anorg. Chemie, 1893); l'absorption de l'eau dans les colloïdes (ibidem, 1896, et années suivantes jusqu'en 1909); la formation des gels, leur structure; l'absorption de l'acide chlorhydrique; l'action de la température; les combinaisons d'absorption des hydrogels; la distinction entre les hydrogels et les hydrates; les propriétés des hydrogels.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Éléments de thermodynamique, avec de nombreux exemples pratiques. In-16 de 230 pages. **La thermodynamique appliquée à la machine à vapeur**, par L. LALANDE et L. NOALHAT. In-16 de 194 pages. (Prix : 9 fr.) Paris, L. Geisler, 1, rue de Médicis, 1911.

Ces deux volumes seront consultés avec fruit par tous ceux qu'intéressent les applications directes de la théorie de la chaleur aux machines.

Ils renferment un grand nombre de renseignements utiles aux praticiens. Ils ne contiennent que le strict nécessaire de la théorie. Ils s'étendent sur les applications et montrent tout le parti que l'on peut tirer de formules dont on ne sait pas, souvent, se servir correctement.

Tous les ingénieurs d'études savent la difficulté qu'ils ont éprouvée, au début de leur carrière, à utiliser leurs connaissances techniques et à les appliquer à tel ou tel cas particulier de la pratique. Ils savent aussi que, faute d'un guide sûr et désintéressé, ils n'ont acquis que lentement l'habitude des formules.

Ces deux formules répondent à ce besoin d'apprendre aux jeunes ingénieurs la pratique de leur art. Les exemples dont ils sont remplis éclairent mieux que toutes les spéculations savantes.

A ce titre, ces ouvrages ont leur place marquée dans les bibliothèques des écoles techniques et dans les bureaux d'études de toutes les usines qui s'occupent de machines thermiques.

Les moteurs à gaz et à pétrole, les machines motrices diverses, à l'Exposition Universelle et Internationale de Bruxelles 1910, par M. LUCIEN PÉRISSÉ. In-8 de 102 p. et 45 fig. (Prix : 3 fr. 50). Paris, L. Geisler.

L'Exposition de Bruxelles en 1910 présentait une classe importante des moteurs à gaz et à pétrole et des machines motrices diverses, autres que les machines à vapeur ; M. L. Périssé, qui a déjà à son actif de nombreux travaux sur les moteurs, a pu les étudier en détail au cours des opérations du Jury des récompenses, dont il était membre.

L'auteur a naturellement suivi les classifications imposées par les règlements de l'Exposition, mais a groupé en tête des chapitres d'intéressants renseignements généraux sur l'état de l'industrie des moteurs à gaz et à pétrole, à l'époque actuelle.

Il a étudié les moteurs à gaz de hauts fourneaux, dont un spécimen superbe figurait à l'Exposition, présenté par la Société Cockerill ; les moteurs à gaz de gazogène et autres au nombre de 25, notamment ceux des maisons Crossley, Fetu Defize Bollinckx, Ruston Proctor, Campbell, Bardot, etc., etc., sans oublier la fameuse pompe à explosion de Humphrey. Les gazogènes au nombre de 11 étaient exposés par les usines d'Augsburg et les principales maisons ayant présenté des moteurs à gaz pauvre.

Les moteurs à pétrole, dont 36 exemplaires figuraient à l'Exposition, réunissaient les noms de Nuremberg, Werkspoor, Diesel, Crossley, Daimler, Drakenburgh, Brons, Ruston Proctor, Campbell, Blakstone, Marshall, Erenfeld, etc., à côté desquels on pouvait voir les moteurs marins de Kromhout, Deutz, Avance, ainsi que les petits groupes spéciaux de la Maison Panhard et Levassor ; enfin une locomotive à pétrole de la Maison Deutz a été décrite également.

Les moteurs hydrauliques, les moteurs à vent et à air comprimé complètent le volume qui rend, avec une grande exactitude, l'impression que le visiteur ressentait en étudiant les appareils exposés à Bruxelles.

Les moteurs à combustion, qui semblent à la veille de prendre un développement considérable, étaient représentés par de nombreux spécimens.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet ouvrage a donc un grand intérêt d'actualité ; il complète nos publications précédentes notamment celle de M. le professeur A. Witz. Il est indispensable à consulter pour se tenir au courant des derniers progrès de la mécanique dans tous les pays.

Les courants alternatifs de haute fréquence : théorie, production, applications, par M. A. CHARBONNEAU. In-8 jésus de 621 p. et 440 fig. (Prix : 18 fr. 50). Paris, L. Geisler, 1911.

Il n'existe, à l'heure actuelle, aucun ouvrage d'électricité traitant spécialement la question des courants alternatifs de haute fréquence. On ne trouve que des traités généraux d'électricité consacrant quelques pages sur ce sujet : d'autre part, on trouve aussi différents travaux très épars dans certaines revues. Cet ouvrage de documentation précieuse, où la conception pratique voisine la théorie, comprend un exposé général sur la vibration de la matière et les travaux de Hertz. L'auteur décrit ensuite successivement tous les organes nécessaires à la production de ces courants, en y joignant la théorie du fonctionnement de ces divers organes ; puis enfin les différentes applications des courants de haute fréquence auxquels, par sa haute compétence sur le sujet, il a su donner une extension industrielle, courants qui sont destinés au plus grand avenir. — Ces considérations ont engagé l'auteur à traiter la question et à mettre entre les mains de l'ingénieur et du physicien un ouvrage technique sur cette nouvelle modalité de l'énergie électrique qui était considérée jusqu'à ce jour comme expérience de laboratoire.

Cours de Mécanique appliquée aux Machines, par M. J. BOULVIN, professeur à l'Université de Gand. 7e volume : **Machines servant à déplacer les fluides.** In-8 de 352 pages, avec 305 figures, 3e édition. (Prix : 10 fr.). Paris, L. Geisler, éditeur, 1, rue de Médicis, 1911.

Continuant la mise à jour de son important ouvrage, M. Boulvin vient de faire paraître la troisième édition de ce volume, consacré aux pompes de tous genres et aux ventilateurs.

Nous n'avons plus à faire l'éloge de ce grand Traité, qui contraste avec la plupart des autres par une fusion intelligente de la théorie et de la pratique ; nous nous bornerons à dire un mot des améliorations apportées à ce septième volume, dont la deuxième édition n'avait que 230 pages.

La théorie des pompes à piston a été complétée par une étude plus rationnelle du mouvement des soupapes et des chocs auxquels elles donnent lieu, étude qui se traduit par des formules pratiques permettant de calculer ces importants organes, alors que le praticien en était souvent à hésiter entre des formules empiriques.

L'auteur a très bien suivi l'évolution de la pompe à piston, toujours actionnée à plus grande vitesse qu'autrefois, ainsi que des pompes à vapeur à action directe. Celles-ci découlent l'une de l'autre dans un ordre logique, et il a préféré analyser complètement un nombre limité des types répandus et bien choisis plutôt que d'effleurer superficiellement des systèmes nombreux.

Mais c'est surtout la théorie des pompes et des ventilateurs à réaction qui a été exposée d'une manière plus fouillée que dans l'édition précédente. Il faut savoir gré à l'auteur d'avoir abordé et résolu avec clarté les nombreux problèmes auxquels donnent lieu ces turbomachines ; il a su condenser leur théorie avec beaucoup d'unité et en a donné de lumineux exemples d'applications.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Parmi les machines souvent négligées dans les ouvrages, il en est d'intéressantes et sur lesquelles on obtient difficilement des données précises : tels sont le bélier, les éjecteurs, les émulseurs. M. Boulvin s'en occupe, et on trouve dans son livre une théorie de l'élévateur d'eau à air comprimé, théorie mise au point par des coefficients et des résultats d'expérience.

Cours municipal d'électricité industrielle, par L. Barbillion, directeur de l'Institut électrotechnique de l'Université de Grenoble. 2e Édition revue et augmentée, avec la collaboration de MM. P. Bergeon, sous-directeur de l'Institut électrotechnique et M. Claret, chargé de conférences électrotechniques. Tome II : **Courants alternatifs**, 2e fascicule : *Transformateurs, Moteurs asynchrones, Couplage et compoundage des alternateurs, Compléments.* In-8 de 615 pages, avec 552 figures. (Prix : 14 fr.) Paris, L. Geisler, éditeur, 1, rue de Médicis, 1911.

Le deuxième fascicule du *Cours municipal d'Électricité industrielle*, *Courants alternatifs*, n'atténuera pas, chez ses lecteurs, l'impression très favorable qu'avait déjà produite le premier. Ce deuxième fascicule est consacré aux questions les plus importantes, parce qu'elles sont les plus nouvelles, de l'Électrotechnique moderne. L'auteur, avec la collaboration de deux autres professeurs de l'Institut, a su apporter dans les études, très délicates, qu'il a consacrées aux Moteurs asynchrones, aux Transformateurs, etc., les mêmes qualités de précision et de netteté d'exposition qui ont acquis au premier volume un succès si mérité.

Les méthodes graphiques et vectorielles ont notamment une place des plus importantes dans cette partie de l'ouvrage et les diagrammes de Blondel et d'Eyland, consacrés aux moteurs à champ tournant, sont l'objet d'applications à des exemples pratiques.

Mais, à côté de ces questions, en somme classiques, mises au point en quelque sorte depuis assez longtemps déjà, et où l'habileté du professeur ne peut guère valoir que par la méthode et la clarté des notations, l'étude du *couplage des alternateurs* a provoqué l'apparition de théories nouvelles, propres à l'auteur, remarquablement plus simples que celles apportées jusqu'ici. Par une ingénieuse représentation vectorielle, le lecteur est amené à passer sans difficultés du cas d'un alternateur unique branché sur un réseau, à ceux beaucoup plus complexes de deux ou plusieurs alternateurs en parallèle et ce, de la manière la plus simple, par l'intermédiaire d'une notion nouvelle, celle de l'alternateur de capacité double dont le rôle serait équivalent à celui de deux machines accouplées. L'étude du balancement de chacun des alternateurs par rapport à cet alternateur de capacité double, ainsi que celle des possibilités de décrochage, sont rendues ainsi particulièrement intéressantes et faciles à concevoir.

La question du compoundage des alternateurs fait également l'objet d'une étude très approfondie.

A signaler, également, parmi les Appendices, une très intéressante étude des distributions par câbles armés, des aperçus, du reste classiques aujourd'hui, mais néanmoins indispensables à donner dans un cours, sur l'Électrotechnique non sinusoïdale, et enfin quelques notions générales sur la Régulation des groupes électrogènes qui constituent, en quelques pages, l'un des résumés les plus clairs et les plus complets qui aient été donnés sur la question.

En un mot, ce deuxième fascicule réalise, et au delà, les promesses que l'on pouvait attendre du premier, et il est destiné à rendre de très grands services à tous ceux qui ont fait appel à l'emploi des courants alternatifs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Étude de la stabilité de l'aéroplane. Thèse pour le doctorat présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, par Georges de BOTHEZAT, ingénieur électricien, ingénieur technologue, docteur de l'Université de Paris, avec une préface de Paul PAINLEVÉ, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences de Paris et à l'École Polytechnique. In-8° de x-192 p., avec 32 fig. Broché. (Prix : 10 fr.) Paris, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, 47 et 49, quai des Grands-Augustins.

Quoique le nombre des ouvrages publiés ces derniers temps sur l'aviation soit considérable, on peut dire qu'aucun d'entre eux ne traite à fond la question de la stabilité de l'aéroplane, qui est pourtant le grand pas à franchir dans la conquête définitive de l'océan aérien par le plus lourd que l'air. Cette lacune tient aux difficultés que présente la solution, même théorique, de ce troublant problème. L'auteur l'a abordé courageusement et après de longues et pénibles recherches, il en donne une solution complète dans laquelle il ne laisse dans l'ombre aucune des nouvelles questions que l'on peut se poser relativement à la stabilité de l'aéroplane.

A l'heure actuelle, il est hors de doute que les vrais progrès de l'aviation seront surtout dus au perfectionnement des appareils. A ce point de vue, l'ouvrage de M. de Bothezat traite la question avec une ampleur et une vigueur inconnues jusqu'à ce jour ; il présente donc un intérêt tout spécial pour tous les ingénieurs, constructeurs, et, en général, pour tous ceux qui s'intéressent à l'industrie nouvelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN JUILLET 1911

DEJONC (EUGÈNE). — **La mécanique pratique. Guide du mécanicien**, 5e édition. In-12 (17 × 11), de 655 p., 755 fig. Paris, Lucien Laveur, 1911. **14403**

PUGET (P.). — **La fabrication du papier** (Encyclopédie industrielle), de 382 p., 74 fig. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1911. **14404**

OFFICE DU TRAVAIL. — **Enquête sur le travail à domicile dans l'industrie de la lingerie**, tome IV. Paris, Imprimerie Nationale, 1911. **14405**

GRUNER (E.) et BOUSQUET (G.). — **Atlas général des houillères** : Bassins houillers de France, Allemagne, Autriche-Hongrie, Belgique, États-Unis, Grande-Bretagne, Pays-Bas, Russie, 2e partie. Texte de XI-372 p. Paris, Comité central des houillères de France, 1911. **14406**

BARBILLION (L.). — **Cours municipal d'électricité industrielle**, tome II : **Courants alternatifs**, 2e édition, 2e fascicule. Paris, L. Geisler, 1911. **14407**

FRANÇOIS (L.) et LAURENT (P.). — **Meunerie et féculerie** (Encyclopédie des aide-mémoire Léauté), de 153 p., 36 fig. Paris, Gauthier-Villars. **14408**

PÉCHEUX (H.). — **Les lampes électriques** (Encyclopédie des aide-mémoire Léauté), de 186 p., 38 fig. Paris, Gauthier-Villars. **14409**

MONVOISIN (A.). — **Le lait, son analyse, son utilisation.** In-12 (19 × 12), de X-286 p., 40 fig. Paris, Asselin et Houzeau, 1911. **14410**

JOSSE (E). — **Neue Kraftanlagen**, 2 Auflage. In-8 (25 × 17), de VIII-149 p., 93 fig. München und Berlin, R. Oldenbourg, 1911. **14411**

HENRIONNET (CH.). — **Petit traité d'astronomie pratique** à l'usage de l'astronome amateur. In-8 (23 × 14), de 51 p., Paris. Gauthier-Villars, 1911. **14412**

PROUST (GEORGES). — **Recherche pratique et exploitation des mines d'or** (Actualités scientifiques), de 111 p., 11 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1911. **14413**

BRADLEY (A.-G.). — **Le Canada, empire des bois et des blés.** Adapté de l'anglais par GEORGES FEUILLOY, 4e édition. In-8 (20 × 13), de 278 p., 20 planches, 1 carte. Paris, Pierre Roger et Cie, 1910. **14414**

Handbook for ironfounders. In-12 (16 × 10), de 155 p. London. The Frodair iron and steel company limited. **14415**

FRIEND (J. NEWTON). — **The corrosion of iron and steel**, petit in-8 (20 × 13), de XIV-300 p., 65 fig. London, Longmans, Green and Co., 1911. **14416**

WEST (PERAJ C.-H.). — **The modern manufacture of Portland cement**, vol. I : Machinery and kilns. London, Crosby Lockwood and Son, 1910. **14417**

SMILES (SAMUEL). — **The relations between chemical constitution and some physical properties.** In-12 (19 × 12), de XIV-583 p., 30 fig. London, Longmans, Green and Co., 1910. **14418**

VANDEVELDE (A. J.-J.). — **Répertoire des travaux publiés sur la composition, l'ana-**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lyse et les falsifications des denrées alimentaires (don de M. Vandevelde), 1900 (1re année), 1901, 1902, 1903, 1904, 1905, 1906, 1907, 1908. **14419**

TEISSIER (R.). — **L'année sucrière 1909-1910** (1re année). Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1911. **14420**

RIFFLET (A.). — **Cartes des charbonnages du Nord et du Pas-de-Calais. Sièges d'extraction. Nature des charbons. Statistique, 1910.** **carte**

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR LE DÉVELOPPEMENT DES TRAVAUX PUBLICS. Compte rendu de l'assemblée générale du 10 décembre 1910. Paris, 19, rue Blanche. **br.**

RABATÉ (E.). — **Études pratiques sur le séchage des fruits.** In-8 (24 × 16), de 28 p., 23 fig. Montpellier, Coulet et fils, 1911. **br.**

ROBIN (F.). — **Note sur la résistance à l'écrasement des aciers et ses variations en fonction de la température** (*ex* Revue de métallurgie, juin 1911, p. 423-455). **ex.**

LEWIS (JOHN F.-P.). — **Improved cast iron.** In-12 (20 × 13), de 16 p. **br.**

***

Annales des falsifications, 1908 (1re année), 1909, 1910. **Pér. 122**

Bulletin international de la répression des fraudes, 1908 (1re année), 1909, 1910. **Pér. 122**

DIRECTION DU TRAVAIL. — *Statistique des grèves et des recours à la conciliation et à l'arbitrage survenus pendant l'année 1909*. Paris, Imprimerie Nationale, 1911. **Pér. 205**

SOCIÉTÉ DES ARTS DE GENÈVE. — *Comptes rendus de l'exercice 1909 et de l'exercice 1910*. **Pér. 152**

Les nouveautés chimiques pour 1911, par M. CAMILLE POULENC. **Pér. 335**

Transactions of the AMERICAN INSTITUTE OF MINING ENGINEERS, vol. XLI. **Pér. 201**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LITTÉRATURE

DES

PÉRIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Juin au 15 Juillet 1911

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

Ac. . . . Annales de la Construction.
ACE . . . American Society of civil Engineers.
ACP . . . Annales de Chimie et de Physique.
ACS . . . American Chemical Society Journal
AIM. . . . American Institute of Mining Engineers.
AM. . . . Annales des Mines.
AMa . . . American Machinist.
Ap. . . . Journal d'Agriculture pratique.
APC . . . Annales des Ponts et Chaussées.
ASM . . . American Society of Mechanical Engineers. Journal.
ATp. . . . Annales des travaux publics de Belgique.
BAC . . . Bulletin de l'association des chimistes de sucrerie.
Bam. . . . Bulletin technologique des anciens élèves des Écoles des arts et métiers.
BCC. . . . Bulletin du Congrès international des chemins de fer.
CG . . . Colliery Guardian.
CN. . . . Chemical News (London).
Cs. . . . . Journal of the Society of Chemical Industry (London).
CR. . . . Comptes rendus de l'Académie des Sciences.
CZ . . . Chemiker Zeitung.
E. . . . . Engineering.
E' . . . . The Engineer.
Eam. . . . Engineering and Mining Journal.
Elé. . . . L'Électricien.
Ef. . . . . Économiste français.
EM. . . . Engineering Magazine.
Fi . . . . Journal of the Franklin Institute (Philadelphie).
Gc. . . . . Génie civil.
Gm. . . . Revue du génie militaire.
IC. . . . . Ingénieurs civils de France (Bulletin).
Ie. . . . . Industrie électrique.
It. . . . . Industrie textile.
IoB. . . . Institution of Brewing (Journal).
Im . . . . Industrie minérale de St-Étienne.
JCS. . . . Chemical Society, Journal.
JEC. . . . Journal of Industrial and Engineering Chemistry.
JCP. . . . Journal de chimie-physique.
JdP. . . . Journal de Physique.
LE . . . . Lumière électrique.
Ms. . . . . Moniteur scientifique.
MC. . . . Revue générale des matières colorantes.
PC . . . . Journal de Pharmacie et de Chimie.
Pm. . . . Portefeuille économ. des machines.
PM. . . . Philosophical Magazine.
RCp . . . Revue générale de chimie pure et appliquée.
RdM. . . . Revue de métallurgie.
Rgc. . . . Revue générale des chemins de fer et tramways.
Ré . . . . Revue électrique.
Ri . . . . Revue industrielle.
RM. . . . Revue de mécanique.
Rmc. . . . Revue maritime et coloniale
Rso. . . . Réforme sociale.
RSL. . . . RoyalSocietyLondon(Proceedings).
Ru. . . . . Revue universelle des mines et de la métallurgie.
SA. . . . . Society of Arts (Journal of the).
ScF. . . . Société chimique de France (Bulletin).
Sie. . . . . Société internationale des Électriciens (Bulletin).
SiM. . . . Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.
SL. . . . . Bull. de statistique et de législation.
SNA. . . . Société nationale d'Agriculture de France (Bulletin).
SuE. . . . Stahl und Eisen.
Ta . . . . Technique automobile.
Tm. . . . Technique moderne.
Va. . . . La Vie automobile.
VDI. . . . Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.
ZaC. . . . Zeitschrift für angewandte Chemie.
ZOI. . . . Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieure und Architekten-Vereins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

Agriculture allemande. *Ap*. 20 *Juillet*, 77.

Bétail. Alimentation des bovidés par les tourteaux d'arachides (Gouin). *Ap*. 22 *Juin*, 779. Normes de l'alimentation. *SNA*. *Mai*, 430.

— Acclimatation du bétail européen dans les pays chauds (Dechambre). *Revue scientifique*. 1er *Juillet*, 7.

— Diastomatose. Son traitement. *SNA*. *Mai*, 406.

— Mouton à laine. Élevage en Australie (F. Robert). *It*, 16 *Juillet*, 247.

Carvi (le). *Cosmos*, 8 *Juillet*, 38.

Chênes-lièges : lutte contre les chenilles xylophages de la Zeuzère (Lesme). *AP*. 6 *Juillet*, 13.

Cuscute dans les légumineuses autres que le trèfle et la luzerne (Schribaux). *Ap*. 20 *Juillet*, 72.

Engrais. Utilisation agricole des eaux d'égouts (Muntz et Lainé). *CR*. 26 *Juin*, 1814.

— Divers. *Cs*. 30 *Juin*, 759. 15 *Juillet*, 820.

— Nature chimique de l'azote organique des sols (Jodini). *ACS*. *Juillet*, 1 226.

Fourmis du Forez et d'Ambert. *Ap*. 29 *Juin*, 811.

Grêle (Défense contre la) *SNA*. *Mai*, 392.

Habitations rurales à bon marché (A. Dumazet). *Ap*. 29 *Juin*, 813. 6 *Juillet*, 16. (Ringelmann) (*id*.). 20 *Juillet*, 74.

Houes automobiles. Concours de Chaulnes. *Ap*. 20 *Juillet*, 82.

Irrigations alpestres et canal de Gap. *Ap*. 13 *Juillet*, 41.

Lait. Acidité originelle. Cryoscopie et mouillage (Bordas et Touplain). *Ann. falsifications*. *Juin*, 297, 301.

— Contrôle laitier (R. Berge). *SNA*. *Mai*, 435.

Moissonneuses. Débrayage automatique Tony Ballu, *Ap*. 13 *Juillet*, 48.

Oliviers. Irrigation des (Chapelle). *Ap*. 13 *Juillet*, 40.

Panification mécanique (Montpellier). *Tm*. *Juillet*, 403.

Pommes (Influence de l'irrigation sur leur composition (Bradley). *JEC*. *Juillet*, 496

Truffe et le reboisement (Boyer). *Revue Scientifique*. 15 *Juillet*, 76.

Viandes de boucherie. Caractérisation des (Saint-Sernin). *Ann. falsifications*. *Juin*, 334.

Vigne. Adhérence des bouillies insecticides à l'arseniate de plomb (Astruc, Couvergne et Mahoux). *CR*. 26 *Juin*, 1860.

— Chlorose et mildew. *Ap*. 13 *Juillet*, 43.

— La cochylis. *Ap*. 6-20 *Juillet*, 20, 84.

Vins. Recherches physico-chimiques appliquées à la bromatologie (Bonamartini). *Ann. falsifications*. *Juin*, 305.

— Acide sulfureux dans les vins blancs (Mestre) (*id*), 338.

CHEMINS DE FER

Chemins de fer australiens. *E*. 22 *Juin*, 825.

— indiens. *E*. 22 *Juin*, 831.

— algériens et tunisiens en 1907. *Rgc*. *Juillet*, 50.

— de l'État en Italie. *Rgc*. *Juillet*, 63.

— d'Usambara. Afrique occidentale. *Société d'Encouragement de Berlin*. *Juin*, 307.

— du Santa Fe (États-Unis). *Tm*. *Juillet*, 392.

— Métropolitains Paris. Ligne N° 4. *Ac*. *Juillet*, 97. Nord-Sud. *E'*. 22 *Juin*, 656 (Petit). *SiE*. *Juin*, 293. *Tm*. *Juillet*, 404.

— électriques du Midi français. *La Nature*. 24 *Juin*, 54.

— — à suspension catenaire. *Ie*. 25 *Juin*, 275.

— — de la Barnina. *Rgc*. *Juillet*, 3.

— — Locomotive à courant alternatif simple. Auvert-Ferrand. Alioth. *Ie*. 10 *Juillet*, 297.

Attelage central. A. B. C. *E*. 22 *Juin*, 821.

Billets de chemins de fer. Contrôleur électrique Soulage. *Elé*, 8 *Juillet*, 17.

Chauffage à vapeur Heintz. *Ri*. 15 *Juillet*, 276.

Freinage continu des longs trains de marchandises (Sabouret). *Gc*. 15 *Juillet*, 232; (Netter). *Tm*. *Juillet*. 389.

Locomotives à l'exposition de Turin. *VDI*. 24 *Juin*, 1 015. 1er *Juillet*, 1 068.

— — de Bruxelles. *VDI*. 8 *Juillet*, 1 105.

— Compound express des chemins portugais. *E*. 22 *Juin*, 820.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Locomotives Pacific à surchauffe du P.-L.-M. *Ri.* 24 *Juin*, 241.
— express. pour le Central argentin. *E.* 7 *Juillet*, 22.
— Tender à surchauffe du London and S. W. *E'.* 22 *Juin*, 654.
— à engrenages Shay. *E'.* 30 *Juin*, 679.
— Essais de chaudières immobilisées. *E.* 22 *Juin*, 834.
— Bilan calorifique d'une chaudière de locomotive (Fry). *E.* 30 *Juin*, 841.
Résistance des trains. *E'.* 14 *Juillet*, 48.
Signaux sur la locomotive (les). *Gc.* 24 *Janv.*, 163. 1-7 *Juillet*, 187-207; au London and S. W. *E'.* 22 *Juin*, 652.
— Appareils de signalisation. *Ri.* 8-15 *Juillet*, 266-278.
Voitures. Chemins suédois. *E'.* 22 *Juin*, 650.
— nouvelles des chemins portugais. *Rgc. Juillet*, 24.

TRANSPORTS DIVERS

Automobiles. Rampes limites (Carlès). *Ta.*, 15 *Juin*, 84.
— *à pétrole*, petite voiturette (la). *Va.* 8 *Juillet*, 417.
— *tracteurs* Daimler. 30 chevaux. *E.* 30 *Juin*, 848.
— Rendement des voitures et diagrammes (Carlès). *Va.* 1er *Juillet*, 413.
— Refroidisseur Arecou. *Va.* 8 *Juillet*, 431.
— *électriques* à trolley sans rails. *É.* 30 *Juin*, 680. *Ri.* 15 *Juillet*, 272.
— Suspension. *E'.* 22 *Juin*, 646.
— Amortisseur. *CR. Va.* 24 *Juin*, 388.
— Amortisseur Trion. *Va.* 8 *Juillet*, 423.
— Pneus. Jumelage facultatif Durmanss. *Va.* 1er *Juillet*, 410.
— — et bandage divers (Ventou Duclaux). *APC. Juin*, 625.
— Roue élastique Montupet. *Va.* 15 *Juillet*, 445.

CHIMIE ET PHYSIQUE

Acides minéraux pour fabrication industrielle. *Gc.* 24 *Juin*, 168.
— Mannitoborique (Fox et Gange). *JCS. Juin*, 1075.

Acide acétique purification (Orton et Edwards). *JCS. Juin*, 1178.
— sulfurique (Cathala) *Cosmos.* 8 *Juillet*, 48.
Acétamine. Préparation. *CN.* 7 *Juillet*, 1.
Alcools des betteraves (Antal). *Cs. Juillet*, 825.
Amidon et Dextrine. Action de l'acide iodhydrique (de Coninck et Raynaud). *ScF.* 20 *Juin*, 586. En granules : hydrolyse (Durryer). 15 *Juillet*, 789.
Anesthésiques (Chimie des). Examen de l'oxygène commercial (Baskerville et Stevenson). *JEC. Juillet*, 471.
Arsenic. Variétés allotropiques et point de fusion (P. Jolibois). *CR.* 19 *Juin*, 1767.
Benzol. Anciennes et nouvelles formules (Lipschitz). *ZAC.* 23 *Juin*, 1153. Fabrication. *J. F. Gasb*, 10 *Juin*, 580.
Beurre de cacao. *Cs. Juillet*, 813.
Bois. Utilisation des déchets par distillation (Lawrance). *Cs.* 30 *Juin*, 728.
— Imprégnation des. *ZaC.* 19 *Mai*, 923.
Brasserie. Influence du carbonate de chaux dans les eaux de (Pott). *Cs.* 15 *Juillet*, 825.
Calorifuges. Leur action. *E.* 30 *Juin*, 859.
Camphre dissous dans l'acétone. Pouvoir rotatoire spécifique (Malosse). *CR.* 3 *Juillet*, 56.
Caoutchoucs divers. *Cs.* 30 *Juin*, 757. Détermination de la gomme dans le caoutchouc brut (Bock). *RCp.* 9 *Juillet*, 209. Coagulation par l'acide acétique (Crossley). *Cs.* 14 *Juillet*, 816.
Capillarité. Extension de ses lois. Gonflement des bois desséchés. Dissolution des gommes Russenberger *CR.* 3 *Juillet*, 57.
Catalyse. Acide orthophosphorique comme agent catalytique deshydratant. Condensation de l'acétone (P. Nesogi). *JCS. Juin*, 1249.
Cérium. Séparation par le permanganate de potassium (Roberts). *CN.* 30 *Juin*, 303.
Chaleur de Siemens (Decombe). *CR.* 19 *Juin*, 1755.
Chaleur spécifique. Détermination du rapport $\frac{C}{c} = \gamma$. Nouvelle méthode (Leduc). *CR.* 19 *Juin*, 1 752. 3 *Juillet*, 51.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cellulose. Son acétylation (Sahewalh). *ZAC.* 7 *Juillet.* 1250.

— L'hydrocellulose (*id*). 1 260.

Céramique aux États-Unis. *Spreechsaal.* 25 *Mai*, 313-320.

— Silice fondue aux hautes températures (Blackie). *Cs.* 30 *Juin*, 748.

— Question du plomb. *Spreechsaal.* 6 *mai*, 291.

— La molécule kaolinite (Mellor et Holdskroft. *Cs. Juillet*, 804.

— Rôle du bore dans les glaçures (Singer) (*id*). 325-345.

— Argiles chinoises (Smoot). *Cs.* 15 *Juillet*, 804.

— Thermochimie des silicates (*id*). 6 *Mai*, 294.

Chaux et ciments. — Essais et fournitures des ciments portland. Nouvelles normes autrichiennes. *Le Ciment*, *Juin*, 106.

— Température de prise du béton en grande masse. Effet de l'eau salée. *Le Ciment. Juin*, 103.

— Ciment de Portland (le) (Reyes). *Cs.* 30 *Juin*, 748.

Chromotellurates (Berg). *ScF.* 20 *Juin*, 583.

Cire de coton (Knicht et Allan). *Cs.* 15 *Juillet*, 813.

Cocaïne. Fabrication. *Gc.* 1er *Juillet*, 189.

Conduction dans les gaz d'après les soupapes électriques à vide (O. Lodge). *PM. Juillet*, 1.

Conserves alimentaires. Influence du froid (Hougton). *JEC. Juillet*, 497.

Corrosion du fer. Action des dissolutions salines et de l'eau de mer (Friend et Brown). *JCS. Juin*, 1302.

— Influence de l'état superficiel (Arnoldt). *Métallurgie.* 22 *Juin*, 353.

Corps gras. Toxicité. *CZ.* 13 *Juin*, 630.

Coton et coton nitraté (Mosenthal). *Cs.* 15 *Juillet*, 782.

Cubéine (la) (Mamell.). *Ms. Juillet*, 439.

Cyanamide (la) calcique. Analyse. *CZ.* 6 *Juin*, 601. Aux États-Unis. *JEC. Juillet*, 522.

Densités des gaz. Mesure par des orifices étalons (Sauriol). *JdP. Juin.* 466.

— Des éléments et systèmes périodiques (Hopkins). *ACS. Juillet*, 1005.

Diffusion de l'oxygène dans l'eau (Carlson). *ACS. Juillet*, 1027.

Eaux de rivière. Présence des sous-sulfates (Dole). *CN.* 23 *Juin*, 289.

Eau régale (Moore). *ACS. Juillet*, 1091.

Éclairage. Rayonnement des manchons Auer (Foix). *ACP. Juillet*, 281.

Éléments (Propriétés fondamentales des). *JCS. Juin*, 1201.

Émaillage des fontes (W. Richards). *Ri.* 15 *Juillet*, 271.

Équilibre $2CO = CO_2 + C$ (Rhead et Robinson). *JCS. Juin*, 1140.

Essences et parfums. Divers. *Cs.* 30 *Juin*, 765. 15 *Juillet*, 227.

— Parfums synthétiques (Ummey). (*Id.*), 231.

Évaporateurs à vide (Viola). *Metallurgical. Juillet*, 349.

Explosifs, 35e rapport annuel des inspecteurs anglais. *Cs.* 15 *Juillet*, 834.

Fermentation alcoolique. Son mécanisme (Lebedeef). *CR.* 10 *Juillet*, 136.

Fluorure de calcium plastique. *ZAC.* 30 *Juin*, 1209.

Froid. Séparation des gaz mélangés par liquéfaction (Linde). *Cs.* 30 *Juin*, 744.

Fosses septiques. Ac. Juillet, 106.

Gaz d'éclairage. Condensation goudronneuse dans les usines à gaz (Laurain et Sainte-Claire Deville). *RCp.* 18 *Juin*, 193.

— Distillation de la boue sèche des eaux d'égout pour la fabrication du gaz d'éclairage (Bayer et Fabre). (*Id.*), 200.

— Question des fours *J. F. Gasb.* 3 *Juin*, 517.

— Brûleurs (*Id.*), 525.

— Laveurs Kulieresky (*Id.*), 531.

Gélatine. Action des acides dilués et des dissolutions salines (Procter). *Cs.* 15 *Juillet*, 817.

Gouttes (Poids des). Lois de Tate et tension superficielle (Morgan et Schwartz). *ACS. Juillet*, 1041, 1060.

Graisses et huiles. Estimation par réactions colorées. *CZ.* 10 *Juin*, 610.

— Point de fusion des graisses. Procédé Wiley (Steenbock). *CN.* 14 *Juillet*, 15.

Huiles du Niger et huile d'œillette (Vuaflart). *Ann. Falsifications. Juin*, 330.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Hydrazine anhydre. Préparation (Hale et Shetterly). *ACS. Juillet*, 1071.

Hydrogénation par le calcium et l'alcool absolu (Breteau). *ScF.* 20 *Juin*, 595.

Hydrogène. Recherches spectroscopiques sur sa modification active (Fowler et Strutt). *RSL.* 5 *Juillet*, 377.

Iridium (Chlorure d') (M. Delépine). *CR.* 3 *Juillet*, 60.

Laboratoire. Mesures de quantités infinitésimales de matière (Ramsay). *JdP. Juin*, 429.

— Taches de sang. Valeur du réactif de Meyer (Sartory). *CR.* 10 *Juillet*, 131.

— Entonnoirs en pâte filtrante (Grenet et Boulenger). *CR.* 19 *Juin*, 1759.

— Appareil pour maintenir une pression constante. Application aux cristallisations fractionnées (Wade et Merriman). *Cs.* 30 *Juin*, 769.

— — Régulateurs de pression des gaz (Stansfield). *CN.* 7 *Juillet*, 3.

— Pompe à mercure Williams. *American Journal of Science. Juillet*, 13.

— *Analyse*. Méthode de destruction complète des matières organiques pour la recherche des poisons minéraux (Breteau). *ScP.* 20 *Juin*, 615.

— — par courbes de miscibilité. Graisses, beurres, margarines (Louise). *Ann. Falsifications. Juin*, 302.

— — Magnéto-chimique. Contrôle optique (P. Pascal). *CR.* 26 *Juin*, 1852.

— — Analyse des ferro-bores industriels (Raulin). *Ms. Juillet*, 434.

— — Analyse et échantillonnage des gaz à l'U. S. Steel Corporation. *Metallurgical, Juillet*, 356.

— — de l'aluminium et de ses alliages (Kleist). *Cs.* 15 *Juillet*, 808.

— *Dosage* du tannin dans les vins (Malvezin). *ScP.* 20 *Juin*, 620.

— — du potassium. Volumétrique, par la méthode cobalto-nitrique (Shedd). *CN.* 23 *Mai*, 291.

— de petites quantités d'acide acétique. Anhydre dans l'acide acétique (Edwards et Orton). *JCS. Juin*, 1181.

— de la cyanamide en présence d'autres matières fertilisantes (Vuaflart). *Ann. Falsifications.* 321.

— *Dosage* de la nicotine en présence des bases pyrédiques (Surve). (*Id.*), 331.

— de la morphine dans l'opium et les préparations opiacées (Debourdeaux). *PC.* 1er-16 *Juillet*, 13, 65.

— de l'iode dans les composés organiques (Secker et Mathewson). *Ms. Juillet*, 463.

— de l'acide phosphorique volumétrique (Rosen). *ACS. Juillet*, 1099.

— de l'acide salycilique (Sherman et Gross). *JEC. Juillet*, 492.

— de l'étain et de l'antimoine dans la soudure tendre (Goodwin). *Ms. Juillet*, 466.

— de l'argent et du cadmium électrolytique (Benner et Ross). *ACS. Juillet*, 1106.

— de l'arsenic et de l'antimoine en anode avec cathode en cuivre (Kern et Yu Wen). *Metallurgical, Juillet*, 365.

— du sucre dans les aliments du bétail. *Cs.* 30 *Juin*, 764. *JEC. Juillet*. 486.

— Calorimétrique de l'acide phosphorique (Pouget et Chouchak). *ScF.* 5 *Juillet*, 649.

— du vanadium dans les aciers (Cain), *JEC. Juillet*, 476.

Liquides sous hautes compressions (Parsons). *RSL.* 5 *Juillet*, 332.

Microchimie. Progrès depuis Behrens. *CZ.* 15 *Juin*, 637.

Oxyde nitrique. Préparation et dosage (Moser). *Cs.* 15 *Juillet*, 802.

Optique. Décomposition magnétique des raies spectrales. Application en astrophysique (Zeeman). *JdP. Juin*, 442.

— Télescope en plein air. Todd. *American Journal of Science. Juillet*, 1.

— Photométrie rapide des becs à incandescence (Lauriol). *JdP. Juin*, 469.

— Courbures des raies spectrales données par un réseau plan (Biske). (*Id.*). 508.

— Strioscopie et striographie interférentielles (Sagnac). *CR.* 10 *Juillet*, 90.

— Photométrie pratique pour le contrôle du pouvoir lumineux des becs (Malosse). *CR.* 19 *Juin*, 1748.

— Perception des lumières brèves à la limite de leur portée (Blondel et Rey). *CR.* 3 *Juillet*, 54.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Optique. Spectres des combinaisons des hydrocarbures et de différents métaux (Meunier). *CR.* 19 *Juin*, 1760.
— Variation de transparence du quartz pour la lumière ultra-violette et dissociation de la matière (Lebon). *CR.* 3 *Juillet*, 49.
— Vitesses des circulaires inverses dans la polarisation rotatoire (G. Merlin). *CR.* 26 *Juin*, 1841.
— Conditions de l'aplanétisme vrai (Boulough). *CR.* 10 *Juillet*, 99.
— Interférences elliptiques dans les réseaux de réflexion (Bazin). *PM. Juillet*, 118.
— Spectroscopie solaire (Perot). *CR.* 3 *Juillet*, 36.
— Aberration dans un milieu dispersif (Lord Rayleigh). *PM. Juillet*, 130.
— Origine des spectres (Horton). *PM. Juillet*, 214.
— Absorption dans les cristaux translucides pour un faisceau de lumière parallèle. Calcul (Boussinesq). *CR.* 3 *Juillet*, 16.

Papier. Collage à la résine (Douglas Bowack et Davidson). *JEC. Juillet*, 466.

Phosphorescence. Loi de Stokes (Bruninghous). *Revue scientifique.* 8 *Juillet*, 43.

Photographie. Images révélées après fixage au gélatinobromure d'argent irradié. Actions isolées ou successives de la de la lumière et des rayons X (Chanoz). *CR.* 26 *Juin*, 1832.
— Développement des images photographiques après tirage (Lumini et Séyéwetz). *CR.* 10 *Juillet*, 102.
— Chromophotographie. Application de l'harmonica chimique (Benoist). *CR.* 10 *Juillet*, 96.

Pression interne des liquides (Lewis). *PM. Juillet*, 193.

Produits alimentaires. Colorants autorisés (Muttelet). *Ann. Falsifications. Juin*, 324.

Poids moléculaires. Mesure par la pression osmotique (Fouard). *ScF.* 5 *Juillet*, 637.
— Dix-huitième rapport annuel du Comité des) (Clarke). *CN.* 7, 14 *Juillet*, 5, 15.

Radioactivité. Action sur le quinol (Hartley et Little). *JCS. Juin*, 1079.
— Recherche de la teneur des roches et minerais en radium (*Joly*). *RM. Juillet*, 134.
— La matière radiante (Joly). *Nature*, 20 *Juillet*, 98.

Savonnerie (La) (Boutoux). *Tm. Juillet*, 413.

Sels doubles. Formation (Foote et Walden). *ACS. Juillet.* 1032.

Shellac. Son analyse (Longmuir et White). *Cs.* 15 *Juillet*, 786.

Sodium. Four électrique à Castner. *Eam.* 1er *Juillet*, 24.

Soies artificielles. V. G. T. *MC. Juin*, 205.
— (Charge des). Théorie (Sisley). *CZ.* 10 *Juin*, 621.

Solutions. Théorie dynamique (Sutherland). *PM. Juillet*, 17.
— Influence des sels dissous sur le partage d'un corps entre deux dissolvants (Kolosovsky). *ScF.* 5 *Juillet*, 632.

Strichnine, cocaïne, atropine. Séparations (Fuller). *MS. Juillet*, 462.

Sucrerie. Sucre de canne en solution. Action des hautes températures. *Cs.* 30 *Juin*, 760.
— en 1909-1910 (Vallier). *RCP.* 9 *Juillet*, 221.
— Décomposition bactérielle de la sucrose (Owen). *JEC. Juillet*, 481.

Sulfate de barium plastique. *ZAC.* 19 *Mars*, 923.

Tannage. Les tanneurs (Grasser). *Cs.* 30 *Juin*, 759. — Extraction. Appareil Koch modifié (Wegner). *Cs.* 15 *Juillet*, 537. Cuirs pour reliures (*id.*), 818.

Teinture. Pouvoir d'attraction des matières colorantes sur les soies (Sansone). *MC.* 1er *Juillet*, 194.
— Conservation des tissus de soie chargée (Gianoli). (*Id.*), 197.
— Acide picrique en teinture (Georgienes). *Cs.* 15 *Juillet*, 799.
— Teinture de la laine filée sur cannettes en appareils mécaniques (Candet). *MC.* 1er *Juillet*, 199.
— Teinture et impression des tissus de coton avec les couleurs idanthrène de la Badische. *MC.* 1er *Juillet*, 200.
— Machines à teindre Schiffers, Payne et Wallace (*Id.*), 208, 209; Lump. 210.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Teinture. Mercerisage (Friedrich). *MC.* 1er *Juillet*, 215.
— — Machine Schelling. *Cs.* 30 *Juin*, 742.
— Analyse chromatique (L') (Dosne). *MS. Juillet*, 421-432.
— Auramine. Sa constitution (Semper). *Cs.* 30 *Juin*, 737.
Terpine. Essai. Bourdet. *PC.* 16 *Juillet*, 69.
Thorium (Carbonates de) (Chauvenet). *CR.* 3 *Juillet*, 66.
Température et attraction moléculaire (Mills). *PM. Juillet*, 84.
Thermométrie (Contrôle des opérations de) au Bureau of Standards *Metallurgical. Juillet*, 352.
Transmission de la chaleur (Gurney). *JEC. Juillet*, 445.
— Mesures des hautes températures (Heycock). *Cs*, 30 *Juin*, 724.
Tungstène (Concentration des) (Parmelee). *Metallurgical. Juillet*, 341.
— Son industrie. *CZ.* 24 *Juin*, 685, 702, 715.
Verre. Machines à faire le verre à vitres. *Spreechsall.* 6 mai, 293.
— — à polir le verre (*Id.*). 15 *Juin*, 361; 13 *Juillet*, 409.

COMMERCE, ÉCONOMIE POLITIQUE

Algérie. Budget, 1911. *SL. Mai*, 499.
Assurances ouvrières en Suisse. *Ef.* 15 *Juillet*, 83.
Allemagne. Droits sur le sel en 1910. *SL. Mai*, 564. Plantations de tabac (*id.*), 565. Droits sur le tabac 1888-1909 (*id.*), 566. Production et consommation du sucre 1897-1910 (*id.*), 567.
— Organisation du loisir ouvrier en Allemagne (Verne). *Musée social, Juin.*
— Industrie électrique en. *Ef.* 1er *Juillet.* 3.
Angleterre. Budget. *SL. Mai*, 568. Marine marchande. *Ef.* 15 *Juillet*, 85; 8 *Juillet*, 45.
— Reconstruction de la petite propriété. *Ef.* 24 *Juin.* 959.
Caoutchouc. Variations de prix. *Ef.* 8 *Juillet*, 46.
Congo belge (le) (Morisseaux). *Ru. Avril*, 45.
Corée (la). *Ef.* 15 *Juillet*, 93.
Criminalité juvénile (M. Fourcade). *Rso. Juillet*, 28.
Éducation et enseignement des ingénieurs. Conférence des Civil. Engineers de Londres. *E.* 30 *Juin.* 859, 865; 7 *Juillet*, 213.
— En Allemagne. *E'.* 7 *Janv.*, 10 (Meyer). *VDI.* 8 *Juillet*, 1093.
Espagne. Régime des mines *SL. Mai*, 586.
Industrie cotonnière dans le haut Rhin (Schmidt, Frey). *SiM. Mars*, 63, 88.
États-Unis. Association de la réserve des banques nationales. 15 *Mai*, 600.
— Poursuites contre les trusts. *Ef.* 24 *Juin*, 962.
France. Réduction du tarif des lettres à 10 centimes. Conséquences. *SL. Mai*, 505.
— Contributions directes et taxes assimilées en 1910. *SL. Mai*, 509.
— Taxes municipales de remplacement des droits d'octroi en 1910 (*id.*), 524.
— Impôt sur les vélocipèdes en 1910. *SL. Mai*, 540.
— 350 000 privilégiés. *Ef.* 24 *Juin*, 965.
— Assistance publique. Progrès des dépenses depuis 20 ans. *Ef.* 1er *Juillet*, 7.
— Taxe sur les tabacs de luxe, ses effets (*id.*), 11.
— Problème marocain. *Ef.* 8 *Juillet*, 41.
— Loire maritime, région de la (Godard). *IC. Mai*, 615.
— Protection de la jeune fille. *Rso. Juillet*, 51, 65.
— Budget de 1911. *Ef.* 15 *Juillet*, 81.
— Port de Nantes, facteurs de son activité économique. *Ef.* 15 *Juillet*, 87.
Inventeurs anglais. Leur décadence (Horsnall). *E'.* 30 *Juin*, 661, 674.
Italie. Projet de monopole de l'État pour les assurances sur la vie. *Ef.* 24 *Juin*, 957.
Patronages (les). *Rso. Juillet*, 42, 55, 60, 76.
— *et Self contrôle* (de Wiart). *Rso. Juillet*, 20.

CONSTRUCTIONS TRAVAUX PUBLICS

Chauffage et ventilation. Coefficient de majoration dans les calculs de déperdition. *Ri.* 1er *Juillet*, 257.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chauffage et ventilation. Transmission de la chaleur dans les réchauffeurs. *Ri.* 1er *Juillet*, 257.
— Chauffage électrique, Applications (Fleming). *SA.* 7-14 *Juillet*, 833, 857.
— à la vapeur Heinzt. *Ri. Juillet*, 276.
— à l'eau chaude. Formules de circulation. *Ri.* 15 *Juillet*, 277.
Ciment armé. Flexion des pièces en (Lebree). *IC. Mai*, 671.
Murs de soutènement. Calcul (Moreau). *Ac. Juillet.* 102.
Ponts roulants et basculants de chemins de fer. *Ri.* 15 *Juillet*, 269.
— de Québec nouveau. Projets divers. *VDI.* 15 *Juillet*, 1146.
Route. Congrès international de Bruxelles. *APC. Juin*, 567, 711. Matériaux de la route (Mesnager) (*id.*), 597.
— Rouleaux compresseurs à pétrole (Verger). *APC, Juin*, 577. Machines à piocher (*id.*), 584. Trottoirs des villes (Le Roux), 612. Enlèvement des neiges et glacis (Wilheim), 616. Goudronnage (Mahieu et Cagnot), 672.
Terrassements. Prix dans les grands travaux. *E'.* 23-30 *Juin*, 635, 659.

ÉLECTRICITÉ

Câbles souterrains. Essais. *Ie.* 25 *Juin*, 281.
Condensateurs. Durée utile des décharges (Lapicque. *CR.* 10 *Juillet*, 125.
Conductibilité et viscosité des dissolutions aqueuses d'hydrochlorure d'aniline, *JCs. Juin*, 1118.
Distribution. Les survolteurs. *E'.* 22 *Juin*, 642.
— du bassin de la Loire. *Re.* 23 *Juin*, 563.
— Mise en parallèle de deux sources de courant alternatifs (Elluin). *Elé.* 15 *Juillet*, 35.
Dynamos. Échauffement des (Boulardet). *Re.* 23 *Juin*, 552.
— A l'Exposition de Bruxelles. *VDI.* 1er *Juillet*, 1049.
— Courts circuits d'alternateurs (Boucherot). *SiE. Juin*, 285.
— asynchrones. Décalage entre la tension aux bornes et la force électromotrice induite (Leska et Szilas). *LE.* 8 *Juillet*, 16.
Dynamos. Continue unipolaire (Ugrinoff). *Rc.* 15 *Juillet*, 12.
— *Moteurs* d'induction à vitesses multiples (Reist et Maxwell). *LE.* 17 *Juin*, 331.
— asynchrones monophasés. Diagramme du cercle (Guilbert). *LE.* 24 *Juin*, 355. 1er *Juillet*, 387.
— Pertes par frottement dans les moteurs d'induction (Zavada). *LE.* 1er *Juillet*, 400.
Éclairage. Lampes à arc et à incandescence mises en série. *Ie.* 10 *Juillet*, 512. *Rc.* 15 *Juillet*, 43.
— *Incandescence.* Propriétés électriques des filaments (Pécheux). *LE.* 24 *Juin*, 365. Éclairage économique Dussaud. *CR.* 26 *Juin*, 1849.
— *Lampe à vapeur de mercure.* Rayonnement des (Fabry et Buisson). *CR.* 10 *Juillet*, 93.
— — en quartz à haute température. Diminution progressive du rendement en ultra-violet (Courmont et Nogier). *CR.* 19 *Juin*, 1746.
Électro-chimie. Chlorures alcalins. Prix de revient (Engelhardt). *Cs.* 30 *Juin*, 744.
— Chlorates (*id.*), 733.
— Échantillonnage des anodes de cuivre d'après leur teneur en argent (Keller). *AIM. Juin*, 499.
— Réduction électrolytique. Aldéhydes aromatiques. *JCS. Juin*, 1113.
— Polarité des éléments et radicaux (Dirük). *ACS. Juillet*, 1152, 1189.
— Solubilité des électrolytes. Sels dans leurs acides correspondants (Masson), *JCS. Juin*, 1132.
— Fours électriques pour matières fondues (Hering). *Metallurgical. Juillet*, 370.
— Dissociation électrolytique (la) (Kruger). *Électrochemie*, 15 *Juin*, 453.
— Fusion des métaux non ferreux au four électrique (Weeks). *Metallurgical. Juillet*, 363.
Électrostatique. Exposé expérimental des principaux phénomènes par l'électromètre à quadrants (Langeron). *JdP. Juin*, 460.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Machine électrostatique de grandes dimensions (Villard et Abraham). *CR.* 25 *Juin*, 1813.

Étincelle. Fréquence des oscillations dans l' (Caudrelier). *CR.* 19 *Juin*, 1758.

Mesures. Nouveaux appareils. *LE.* 17 *Juin*, 334.

— Tellurhommètre Berland pour mesurer la résistance ohmique de la terre. *Re.* 23 *Juin*, 573.

— Défauts d'isolement par rapport à la terre dans les distributions à courant alternatif. Détermination des (Caudrelier). *LE.* 1er *Juillet*, 397.

— Compteur à courant alternatif. Étude expérimentale (Genkin et Schiller). *LE.* 8 *Juillet*, 7.

— Étalon magnétique Cambridge. *Tm. Juillet*, 415.

Pénétration. Effet de, dans les diélectriques (Malcles). *ACP. Juillet*, 348.

Rayons cathodiques (Malasser). *ACP. Juillet*, 397.

Stations centrales de Norvège. *Re.* 23 *Juin*, 559.

— de Duston à Newcastle. *E.* 7 *Juillet*. 7; *E'*. 7-14 *Juillet*, 2, 42.

— de Benzan sur l'Aare. *E'*. 14 *Juillet*, 33.

— de la Société « Canale Milan ». *Rc. Juillet*, 15.

Télégraphie sans fil. Courants de haute fréquence pour. *Ie.* 25 *Juin*, 283.

— postes militaires au Maroc. *LE.* 1er *Juillet*, 404.

— l'heure par la (Reverchon). *Elé.* 15 *Juillet*, 33.

— Rôle d'une self induction et d'une capacité à la base d'une antenne. *LE.* 8 *Juillet*, 13.

— Multiple Mercadier Magunna. *La Nature*, 1er *Juillet*, 68.

— Suppression des troubles dus au voisinage de lignes d'énergie (Grousse). *CR.* 10 *Juillet*, 97.

Téléphonie. Progrès récents (Wagner). *LE.* 17 *Juin*, 339.

— Réception téléphonique des signaux sous-marins (Gardner). *CR.* 26 *Juin*, 1834.

— Bureau central automatique de Munich. *El.* 1er-15 *Juillet*, 3, 37.

HYDRAULIQUE

Distributions d'eau de Walton. *E'*. 22-30 *Juin*, 640, 682.

— de Kiel. *VDI.* 24 *Juin*, 1009.

Force motrice de Londres. Station de Grosvenor Road. *E.* 14 *Juillet*, 77; *E'*. 14 *Juillet*, 44.

Turbines Francis. Théorie (Camerer). *VDI.* 24 *Juin*, 1019; 1er *Juillet*, 1073.

MARINE, NAVIGATION

Boussole gyroscopique Anschutz. *E.* 23 *Juin*, 816.

Canots de sauvetage au pétrole. Moteur Wolseley de 34 chevaux. *E.* 7 *Juillet*, 11.

Cargos pour minerais. *SuE.* 6 *Juillet*, 1077.

— suédois (Johnson). *E.* 15 *Juillet*, 57.

Cotes. Érosion des. *E.* 30 *Juin*, 857; *E'*. 30 *Juin*, 664; 7 *Juillet*, 25.

Constructions navales. Étude scientifique des, en Allemagne (Flamm). *E.* 15 *Juillet*, 49, 54.

— 50 années de constructions de navires marchands (Thearle). *E.* 15 *Juillet*, 69.

Hélices. La cavitation (Barnaby). *E.* 14 *Juillet*, 49, 55. (Flamm).

Institution of naval Architects. Cinquantenaire. *E.* 7-14 *Juillet*, 13, 24, 47, 59.

Machines marines. Turbines sur les cuirassés (Rateau). *E.* 7 *Juillet*, 31.

— de 1894 à 1910 (Parsons). 532.

— au pétrole Sabathé. *E'*. 14 *Juillet*, 48.

— au Japon (Tereguro Fugii). *E'*. 14 *Juillet*, 48.

Marine de guerre. Tir des cuirassés de 23 000 tonnes (Decoster). *Rmc. Mai*, 320.

— Guerre maritime russo-japonaise (*id.*), 343.

— Nouveaux types de cuirassés. *La Nature*, 24 *Juin*, 52. Rapides. *Rmc. Juin*, 589.

— du Japon (Kondo). *E.* 7 *Juillet*, 15.

— anglaise, progrès de la machinerie depuis 50 ans (Oram). *E.* 7 *Juillet*, 18. La déclaration de Londres. *Rmc. Juin*, 665.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Marine de guerre américaine. Méthodes scientifiques (Tardy). *EM. Juillet*, 545.
— austro-hongroise. *Rmc. Juin*, 665.
— Cuirassés de 1860 à 1910 (Ellis Watts). *E.* 15 *Juillet*, 51.
— Sous-marins. Essais de modèles (Chace). *E.* 15 *Juillet*, 64.
Marine marchande au Japon (Terano et Yukawa). *E.* 14 *Juillet*, 47.
Navigation sur les grands lacs (Kirby et Rankin). *E.* 15 *Juillet*, 62.
Paquebots. Olympie el. Titanic. *Gc.* 1er-15 *Juillet*, 177, 221.
Ports de Rotterdam et d'Amsterdam (Thouvenot). *APC. Juin*, 521.
Sondages. Nouvelle machine à sonder (Berget). *CR.* 3 *Juillet*, 38.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Aéronautique. Institut aérotechnique de Paris. *Gc.* 8 *Juillet*, 197.
— *Aéroplanes*. Construction et conduite (Tarron). *Tm. Juillet*, 396. Stabilité (Garniere). *Ta.* 15 *Juin*, 83. Couple de stabilité longitudinale (Vasserot). *Rmc. Juin*, 600.
— — Résistance de l'air et calcul des aéroplanes (d'About). *Ta.* 25 *Juin*, 90.
— — Cody. *E'.* 30 *Juin*, 662.
— — Moteurs (les) (Letombe). *Tm. Juillet*, 400. Gnome de 70 chevaux. *Va.* 8 *Juillet*, 430.
— — Circuit européen d'aviation. *Gc. Juillet*, 232.
Accouplements pour arbres de transmission (Blanc). *RM. Juin*, 535.
Bielles. Résistance des têtes fermées (Matsumura). *RM. Juin*, 543.
Chaînes et courroies d'acier. *Gc. Juillet*, 234.
Chaudières. Accidents en Angleterre. *E.* 14 *Juillet*, 76.
— *Alimentation*. Réchauffage par vapeur vive (Fish). *E'.* 30 *Juin*, 681.
— *Foyers mécaniques* Savary (Izart). *IC. Mai*, 631. Souffleurs à vapeur. (*Id*). *Tm. Juillet*, 424.
— *Régulateur* de niveau d'eau Renbold. *Elé.* 24 *Juin*, 385.
— Haneman. *Gc.* 8 *Juillet*, 213.
Compresseurs Hodgart. Gallaudet Reavell. Stone Stumpf. Alvergnat. François Allis et Chalmers. Smith. Liversen. Bell. Holman. Sayers. Daw. Wood. Morrison Broom Nordberg, Osborne Walke. Wilson. Maclowski. Bernstein. Trompes. *RM. Juin*, 553, 587.
— Pope et Pearsons. *CG.* 11 *Juillet*, 64.
Engrenages. Théorie (Garnier). *RM. Juin*, 517.
Froid. Patinage de Berlin. *Ri.* 1er *Juillet*, 252.
— Conductivité des isolants frigorifiques. *Gc.* 8 *Juillet*, 211.
— Machines frigorifiques à eau M. Leblanc. *Bam. Mai*, 530; *Tm. Juillet*, 407.
Indicateur Lipetz. *Gc.* 1er *Juillet*, 190.
— de débit. de vapeur Hallwachs. *Pm. Juillet*, 102.
Joint universel Glaenzer. *Ri.* 15 *Juillet*, 270.
Levage. Avertisseur de surcharge. *Ri.* 24 *Juin*, 242.
— Basculeurs tournants. Calcul. *ZoI.* 14 *Juillet*, 439.
— Élévateur roulant Mitchell. *VDI.* 24 *Juin*, 1040.
— Emmagasinement de l'anthracite (Norris). *AIM. Juin*, 437.
— Grue flottante de 240 tonnes pour sous-marins à Pola. *Gc.* 24 *Juin*, 153.
— — Marteau électrique de 200 tonnes Arrol. *E.* 30 *Juin*, 843.
— Ravitaillement des navires de guerre en charbons. *E.* 23 *Juin*, 809.
— Transporteurs électriques (Richter). *VDI.* 18 *Juillet*, 1055, 1118.
Machines-outils à l'Exposition de Bruxelles (Adler). *VDI.* 1er *Juillet*, 1059.
— *Ateliers* (administration des) (Emerson-Flack). *E. M.* 632, 642.
— Brown Boveri à Bade. *E.* 14 *Juillet*, 45.
— *Coupage du fer* à l'oxygène. Influence des impuretés de l'oxygène (Tucker). *Cs.* 15 *Juillet*, 779.
— *Chanfreneuse* Grown. *E.* 22 *Juin*, 833.
— *Fraiseuse* circulaire Breentuck. *Ri.* 8 *Juillet*, 262.
— *Lime*. Étude graphique du travail à la (Imbert). *CR.* 10 *Juillet*, 128.
— *Marteaux* à vapeur. Fonctionnement cinématographique (O. Fuchs). *VDI.* 15 *Juillet*, 1161. Pneumatiques (Crusfond). *Tm. Juillet*, 410.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Machines-outils. Traitement rationnel (Souhet). *Bam. Mai*, 546.
— *Presse* à forger Mesta. *ASM. Juillet*, 793.
— *Tournage* automatique des cylindres de laminoirs (Gorgeu). *Tm. Juillet*, 394.
Moteurs à gaz pour stations centrales. *E.* 14 *Juillet*, 74.
— Rendement et refroidissement (Lex). *Ta.* 15 *Juin*, 88.
— Fonctionnement au méthane (Bucher). *VDI.* 8 *Juillet*, 1110.
— Mélanges explosifs de gaz et d'air. Recherches (Hausser). (*Id.*), 95.
— Davey Paxman. *E.* 7 *Juillet*, 6.
— Gaz de hauts fourneaux. Transport de force par (Hoff). *SuE.* 22 *Juin*, 993.
— — Épurateur Floessel. *Gc.* 1er *Juillet*, 190. (Muller). *RdM. Juillet*, 534.
— Gazogènes Kuppers. *Gc.* 7 *Juillet*, 212.
— — avec récupération d'ammoniaque (Weil). *Ms. Juillet*, 467.
— — Locomobile à gazogène Capel, *E.* 7 *Juillet*, 7.
— Distributions sans soupapes Berry et Mann. Albion. Brindley : Roger. Hewitt. Hiscocks et Reeves. Skaife. Drummond et Bostock. Fielding. Mustad Austin. Midgley et Vandervell. Parker Sears Ayton Griffits. *RM. Juin*, 601, 608.
— *à pétrole* Brooke. *E.* 22 *Juin*, 832. Cottin. *Va.* 15 *Juillet*, 425.
— Turbines. *Tm. Juillet*, 417.
— Retours de flamme. *Va.* 15 *Juillet*, 443.
Moteurs à vapeur demi-fixes à l'Exposition de Bruxelles (Franke). *VDI.* 1er *Juillet*, 1076. Compound à surchauffe Ruston Proctor. *E.* 30 *Juin*, 547. Weyher et Richemond. *Pm. Juillet*, 97.
— à unicourant (Hermann). *VDI.* 24 *Juin*, 1026, 1029.
— à l'Exposition de Bruxelles (Deschamps). *Ru. Avril*, 1.
— Turbines transmission Fottinger. *SuE.* 13 *Juillet*, 1130.
— *Condenseurs*. Valeur du vide. *E'*, 30 *Juin*, 673.
Résistance aux matériaux. Dureté et résistance (Grard). *Tm. Juillet*, 420.
Résistance aux matériaux. Résistance des colonnes. *E.* 30 *Juin*, 858.
— Nouvelles méthodes d'essai. *Ri.* 1-8 *Juillet*, 249, 263.
— Lignes de Luders sur l'acier doux (Mason). *E.* 14 *Juillet*, 81.
Textiles. Industries au Japon. *IT.* 15 *Juillet*, 251.
— Centrage des broches Zweifel. *IT.* 15 *Juillet*, 253.
— Les cannetières (Strobino). (*Id.*), 254.
— Tissage des toiles de jute. (*Id.*), 257.
— Filets de pêche. (*Id.*), 263.
— Lavage des lames (Cogney). (*Id.*), 264.

MÉTALLURGIE

Alliages binaires (Bornemann). *Métallurgie*. 22 *Juin*, 358.
— métalliques siliciés. Densité des alliages (Frilley). *RdM. Juillet*, 457.
— Fer électrolytique et Monel. Métal. Résistance (Burgess, Roush et Asten). (*Id.*), 518-523.
— Métaux blancs antifrictions (Smith et Humphries). *RdM. Juillet*, 525.
— légers pour aéroplanes. *RdM. Juillet*, 567.
Argent. Cyanuration (Kuhrs). *Métallurgie*, 8 *Juillet*, 399.
Cuivre à Bingham. *Eam.* 24 *Juin*, 1252. Procédé Hunt et Douglas. *Eam.* 8 *Juillet*, 51.
— Grillage des pyrites (Kohny). *Métallurgie*. 8 *Juillet*, 389.
— Gaz (du) dégagés dans le vide (Guichard). *CR.* 10 *Juillet*, 104.
Métallurgie microscopique (Gaston). *JEC. Juillet*, 462.
Or *et argent*. Traitement continu (Rothwell). *Metallurgical. Juillet*, 373.
Sidérurgie. Aciers au chrome (Poitevin). *CR.* 3 *Juillet*, 64.
— Soufflures et fer trempé dans les fontes (Wist). *E.* 23 *Juin*, 835.
— Trust américain de l'acier. *E'.* 14 *Juillet*, 47. *Eam.* 8 *Juillet*, 58.
— Cémentation. Théorie et pratique actuelles (Guillet). *Ga.* 24 *Juin*, 158 ; 7-15 *Juillet*, 183, 203, 226.
— Convertisseur au pétrole. Stock Thi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

wartes, *E.* 14 *Juillet*, 53. *E'.* 14 *Juillet*, 53.

Sidérurgie. Aciéries de Mark-en-Wengern. *SuE.* 29 *Juin*, 1035.

— — Force motrice dans les (Hoff). *SuE.* 6 *Juillet*, 1085.

— — Machinerie des (Streeter). *EM. Juillet*, 598.

— Procédé Martin en fonte liquide (Schdanow). *RdM. Juillet*, 553. Fours nouveaux. *SuE.* 13 *Juillet*, 1117.

— Laminoirs. Transformation d'une machine de (Reignier). *RM. Juin*, 505.

— Machines soufflantes (Trinko). *ASM. Juillet*, 753.

— Fonderie. Préparations des sables. Ateliers modernes (Bauer). *RdM. Juillet*, 557.

— — Installation et machinerie (Horner). *E.* 30 *Juin*, 844.

— — Fonte au vanadium (Norris). *Metallurgical. Juillet*, 361.

— — Action des briquettes de copeaux sur la fonte (Leber). *RdM. Juillet*, 541 (Messerschmitt). (*Id.*), 546.

— — Combustion dans les fours à flammes de (Rosenberg). *RdM. Juillet*, 531.

— Soudure. Développement historique (Feldhaus). *Elé.* 24 *Juin;* 387. 1-8 *Juillet*, 7, 23.

Électro-Sidérurgie à Trolhattan. *E.* 23-30 *Juin*, 811, 486. *SuE.* 22 *Juin*, 1010.

— Fours Hering. *LE.* 25 *Juin*, 285. Nau. *Metallurgical, Juillet*, 377. Des usines St-Jacques. *Gc.* 7 *Juillet*, 212.

Zinc. Précipitation des poussières de (Clark). *Metallurgical. Juillet*, 380.

MINES

Aérage. Ventilation des mines larges (Treillon). *Im. Juin*, 513.

Colombie britannique. Mines de la (Gluekauff). 3 *Juin*, 853, 973.

Électricité dans les mines (Helmann). *VDI.* 8-15 *Juillet*, 1099, 1153. (Hutchinson). *EM. Juillet*, 583. (Trotter. Day). *CG.* 30 *Juin*, 1801; 7 *Juillet*, 20-70. Au Rand. *CG.* 7 *Juillet*, 17.

Électricité dans les houillères du Nord de l'Angleterre. *CG.* 7 *Juillet*, 11. Commutateurs à haute tension. *CG.* 14 *Juill.*, 66.

États-Unis. Prix du minage à Park-City. Utah. *AIM. Juin*, 487.

Extraction. Machines d'. Utilisation des vapeurs d'échappement (Ihne). *Em. Juin*, 573.

— Évite-molette Barker. *CG.* 30 *Juin*, 1303.

Fer. En Scandinavie. *Eam*, 24 *Juin*, 1255.

— L'Erzberg en Styrie. *Eam.* 1er *Juillet*, 22.

Houillères. Poussières. Expériences. *E.* 22 *Juin*, 826.

— — Emmagasinement de l'anthracite (Norris). *AIM. Juin*, 437.

— — Exploitation par longues tailles. *Eam.* 8 *Juillet*, 77.

— — Relations entre le développement et le débit (Bruekett). *Eam, Juin*, 1264.

— — Lavabilité des charbons (Henry Hanappe). *Ru. Avril*, 68, 75.

— — De l'Alaska. *Eam.* 1er *Juillet*. 10.

— — Chambres à piliers dans les mines d'anthracite (Bunting). *Eam.* 1er *Juillet*, 26.

Or dans le Washington et l'Orégon. *Eam.* 1er *Juillet*, 13. En Californie. Draguage. *Eam.* 8 *Juillet*, 65.

— Rôle du manganèse dans l'enrichissement secondaire des minerais d'or (Keyes). *AIM. Juin*, 503.

— Passé, présent et avenir au Transvaal (Hatch). *E.* 30 *Juin*, 868.

Pétrole en Galicie. *ZOI.* 23-30 *Juin*, 385, 401.

— Au Mexique (Baud). *Revue scientifique.* 1er *Juillet*, 11.

Potasse. Gisements potassiques (*Gluckauff*), 7 *Juin*, 1029.

Préparation mécanique à Tonopah. *Eam*, 17 *Juin*, 1212. Trieuse électro-magnétique. *SUE.* 13 *Juillet*, 1127.

— Table diagonale James. *Eam.* 1er *Juill.*, 11.

Remplissage à Sudbury. *Eam.* 17 *Juin*, 1204.

Sel marin solaire dans l'Utah (Barbour). *Eam.* 8 *Juillet*, 74.

Tasmanie (Mines de). *Eam.* 8 *Juillet*, 439.

Le Gérant : Gustave Richard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

111e ANNÉE. — 2e SEMESTRE. OCTOBRE 1911.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

HYGIÈNE

ÉTUDES SUR LES *Eaux d'égout*, AU POINT DE VUE DE LEUR *Épuration* ET DE *leur Utilisation agricole*, PAR **MM. A. Müntz**, membre de l'Institut, directeur des laboratoires de l'Institut national agronomique ; et **E. Lainé**, préparateur à l'Institut national agronomique (1).

DÉPERDITION DE L'AZOTE DANS L'ÉPURATION DES EAUX D'ÉGOUT SUR DES LITS BACTÉRIENS

Dans de précédentes études (2), où nous avons montré le pouvoir épurateur extrêmement élevé et particulièrement rapide de la tourbe vis-à-vis des eaux d'égout, nous avons été frappés de ce fait inattendu d'une déperdition considérable d'azote, à un état que nous n'avons pas déterminé. En effet, en dosant dans l'eau d'égout initiale les quantités d'azote à l'état d'ammoniaque, à l'état d'azote organique et à l'état de nitrates et de nitrites, nous avions la totalité de l'azote mis en œuvre dans ces liquides. Après le passage sur les lits bactériens de tourbe, nous faisions les mêmes déterminations et nous constations que l'azote ammoniacal avait complètement disparu, que l'azote organique avait diminué dans des proportions considérables, que beaucoup d'azote nitrique s'était formé à leurs dépens, mais que la somme de ces diverses formes de l'azote était loin de représenter la totalité de l'azote initial. Il y avait donc une perte, à un état que nous aurons à chercher ultérieurement, et cette perte que

(1) Travail subventionné par la *Société d'Encouragement*.
(2) *Bulletin* de la Société d'Encouragement, avril 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous avons retrouvée d'une façon constante, plus ou moins accentuée, était le plus souvent voisine de 60 p. 100 de l'azote préexistant dans les eaux d'égout.

Nous avons constaté, avec une très grande netteté, que lorsque le rapport de l'azote à la matière organique était élevé, la perte était réduite à son minimum, que lorsque, au contraire ce rapport était faible, la déperdition atteignait son maximum. C'est donc à la présence de la matière organique qu'il faut attribuer la déperdition de l'azote. Ce qui démontre plus encore l'exactitude de cette interprétation, c'est le fait que nous avions observé dans des recherches plus anciennes (1) d'une déperdition sensiblement nulle lorsque le lit bactérien ne recevait qu'une solution de sels ammoniacaux exempts de matière organique. Ces faits ne semblent pas avoir suffisamment frappé les observateurs qui avaient étudié le processus de l'épuration biologique des eaux d'égout (2). Les nombreuses données analytiques qu'ils avaient recueillies n'étaient généralement pas exprimées de façon à faire sauter aux yeux cette action. En effet, ces auteurs, s'ils expriment l'azote organique en Az (azote élémentaire), représentent l'azote ammoniacal en AzH^3 (ammoniaque) et l'azote nitrique ou nitreux en acide azotique ou en acide azoteux (Az^2O^5 ou Az^2O^3), c'est-à-dire en quantités non comparables. De cette manière, il n'apparaît pas, au premier abord, de corrélation immédiate entre ces diverses quantités et il n'y a pas d'avantage à les mettre ainsi en regard, Le fait si frappant que nous exposons ici n'a donc pas suffisamment appelé l'attention.

L'habitude que nous avons prise dès le début de nos recherches : d'exprimer les diverses combinaisons azotées en azote élémentaire permet, au contraire, de prime abord de se reconnaître dans les transformations quantitatives qui se sont faites, de saisir les différences, et s'il y a lieu, les déperditions. Comme nous l'avons dit plus haut, ces dernières qui ont été de 60 p. 100, ont varié, dans les eaux d'égout, suivant leur richesse en matière organique, de 30 p. 100 au minimum, à 67 p. 100 au maximum, de l'azote primitivement contenu dans ces liquides.

Si nous examinons les résultats obtenus par d'autres expérimentateurs, comme M. Calmette, auquel on doit de si nombreuses déterminations, et si, par le calcul, nous ramenons leurs chiffres à un état comparable, celui d'azote élémentaire, nous voyons que le fait de la déperdition s'est produit également dans toutes les observations, et qu'il n'y a pas, sous ce rapport, de grandes différences avec nos propres résultats.

(1) *Bulletin* de la Société d'Encouragement (août, septembre, octobre 1907).

(2) Pourtant des faits analogues ont été signalés aux États-Unis (Ann. Rpt. Bd. Health Massachusetts, 1904).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les chiffres que nous avons relevés dans les publications de M. Calmette varient de 24 à 67 de perte p. 100 d'azote préexistant. En prenant la moyenne de ses résultats pour l'année 1908, nous trouvons une perte de 53.05 p. 100. Nous constatons que les pertes les plus faibles correspondent toujours à la présence de plus petites quantités de matière organique.

D'une manière générale, les eaux d'égout que M. Calmette mettait en œuvre étaient notablement moins chargées que celles du collecteur de la Rive gauche de Paris, sur lesquelles nous avons opéré nous-mêmes. C'est donc un fait bien constaté et digne de remarque que cette disparition, au cours du passage sur les lits bactériens, de la plus grande partie de l'azote qu'apportaient avec elles les eaux d'égout.

DÉPERDITION DE L'AZOTE DANS L'ÉPANDAGE DE L'EAU D'ÉGOUT SUR LES TERRAINS AGRICOLES

Nous avons cru intéressant de comparer, à l'épuration biologique, l'épuration par l'épandage sur les terrains agricoles, ce dernier procédé réalisant l'épuration d'une façon plus complète, mais incomparablement plus lente. Nous avons pensé que les deux modes d'épuration ne devaient pas être absolument identiques. En effet, au cours de nos études de nitrification par le sol, nous avons eu une transformation presque totale de l'azote ammoniacal en nitrate, avec une perte d'azote nulle ou faible.

Si, sur les lits bactériens, les organismes nitrifiants jouent un rôle important, ils sont toujours accompagnés d'organismes de natures diverses qui, produisant de leur côté une combustion parallèlement à celle des organismes nitrifiants, n'ont pas le même processus d'oxydation, ne peuvent pas fixer l'oxygène sur l'azote et éliminent ce dernier à l'état gazeux. Dans le sol, au contraire, ce sont les organismes nitrifiants qui prédominent et, si leur action n'est pas exclusive, elle est tout au moins de beaucoup la plus importante. Nous avons donc disposé dans de grandes caisses en tôle galvanisée, de un demi-mètre cube, 70 centimètres de côté sur 1 mètre de hauteur, une terre légère provenant de Mours (Seine-et-Oise) et ayant la constitution physique suivante :

	Total.	Siliceux.	Calcaire.	Débris organiques.
Sable grossier.	761,1	735,6	21,1	4,4
Sable fin.	101,2	80,5	20,7	
Argile	116,8			
Humus.	7,1			

Des lots rigoureusement pesés de cette terre ont été introduits dans les caisses à leur état naturel, c'est-à-dire n'ayant subi aucune dessiccation ni manutention pouvant modifier leur vitalité. On s'est borné à les rendre homogènes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par un tamisage, qui en a éliminé les cailloux. On a déversé sur ces terres l'eau d'égout du collecteur de la rive gauche, en quantité telle qu'elle correspondait à 40 000 mètres cubes par an et par hectare, quantité maxima recommandée pour ce mode d'épuration.

L'arrosage avait lieu toutes les semaines à intervalles réguliers; les eaux de drainage ont été recueillies, mesurées et analysées, comme l'avait été elle-même l'eau d'égout employée. L'opération a été poursuivie pendant 6 mois et demi, d'avril à fin novembre. Connaissant la composition de la terre avant l'arrosage et à la fin de l'arrosage, connaissant les quantités d'azote apportées par les eaux d'égout et celles qui se retrouvaient dans les eaux de drainage, nous avions tous les éléments pour calculer les variations produites au cours de cette longue série d'opérations.

C'est sur l'eau d'égout brute qu'on a opéré, telle qu'on la tirait du collecteur, sans lui faire subir l'action des bassins de décantation ou des fosses septiques. En raison du manque d'homogénéité de ces eaux chargées de matières en suspension et des variations journalières qui s'y produisaient dans leur constitution, nous avons dû apporter un soin particulier à leur échantillonnage. Leur analyse a été faite, d'après les procédés usuels, sur chaque apport et nous avions ainsi la somme des éléments apportés à la terre au cours de l'opération.

Les eaux de drainage ont été l'objet d'une attention aussi suivie. Quant à la terre, qui avait été analysée au début, elle l'a été de nouveau, après avoir reçu, pendant cette période de 6 mois et demi, des arrosages réguliers. Les opérations analytiques sur la terre devaient être effectuées avec un soin tout particulier, car une grande précision dans les méthodes d'analyse était ici indispensable. La masse de terre employée était telle que les plus petites erreurs analytiques, multipliées par plusieurs centaines de kilogrammes de terre, pouvaient amener de très grandes divergences et avoir leur répercussion sur les données qu'on cherchait à dégager. On sait, en effet, que pour le dosage de l'azote il est pratiquement impossible d'opérer sur des quantités de matières très grandes, et qu'on ne peut pas dépasser facilement 40 à 50 grammes. Pour rapporter ensuite au lot de terre employée dans chaque cas soit 600 kilogrammes de terre humide, il y avait à multiplier le résultat par 10 000.

Si le dosage de l'azote en volume, effectué avec un soin rigoureux et suivi de l'examen eudiométrique des gaz recueillis, afin de vérifier la pureté de l'azote et de faire les corrections éventuelles des impuretés accidentelles, peut donner une grande précision, il n'en est pas moins vrai que la plus faible erreur, multipliée par un chiffre énorme, se traduit en perte ou en gain dans le bilan des opérations. Il faut donc bien se rendre compte de la limite d'exactitude à laquelle nos méthodes d'observation peuvent aboutir. Mais ce qui est une cause

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'erreur bien plus grande encore, c'est le manque d'homogénéité de la terre. Celle-ci, en effet, rien qu'à l'œil, montre des éléments tout à fait hétérogènes, particules minérales de finesses très diverses, depuis les sables grossiers jus-

Azote apporté par l'eau d'égout.

DATES.	VOLUME.	PAR LITRE.				AZOTE TOTAL.
		Azote ammoniacal.	AZOTE ORGANIQUE.		Azote nitrique.	
			En solution.	En suspension.		
	litres.	mgr.	mgr.	mgr.	mgr.	mgr.
26 avril.	43,09	22,7	9,8	18,0	1,1	51,6
3 mai.	43,09	18,8	10,2	10,9	2,9	42,8
10 —	—	10,2	13,9	38,6	5,1	67,8
17 —	—	26,6	7,0	21,8	0,9	56,3
24 —	—	14,7	2,2	11,7	0,6	29,2
1 juin.	—	18,6	1,6	19,0	0,4	39,6
7 —	—	6,7	2,8	11,5	0,4	21,4
14 —	—	19,2	11,9	14,6	0,7	46,4
21 —	—	25,5	3,0	9,1	»	37,6
28 —	—	22,4	5,0	20,8	0,6	48,8
5 juillet.	—	20,9	6,3	23,4	0,5	51,1
12 —	—	13,4	5,8	19,1	»	38,3
19 —	—	5,0	24,1	28,6	»	57,7
26 —	—	19,2	5,2	26,6	»	51,0
2 août.	—	21,6	0,9	26,3	»	48,8
9 —	—	30,0	4,1	87,9	0,2	122,2
16 —	—	23,6	2,3	36,3	0,2	62,4
23 —	—	14,7	4,4	23,9	»	43,0
30 —	—	22,2	7,3	30,9	»	60,4
6 septembre. . .	—	33,5	6,7	29,8	»	70,0
13 — . . .	—	21,2	7,8	18,9	»	47,9
20 — . . .	—	28,0	7,6	15,5	0,9	52,0
27 — . . .	—	32,4	13,5	28,9	»	74,8
14 octobre. . . .	—	26,4	6,4	53,7	»	86,5
20 —	—	26,7	9,4	20,5	»	56,6
26 —	—	21,8	14,6	17,3	4,0	57,7
2 novembre. . .	—	36,5	9,1	32,5	0,4	78,5
8 — . . .	—	22,7	11,5	27,7	1,6	63,5
TOTAL (par litre).		605,2	214,4	723,8	20,5	1 563,9
TOTAL.	1 206,52	26gr,078	9gr,238	31gr,189	0gr,883	67gr,388
MOYENNE mgr. par litre. . .		21,61	7,66	25,85	0,73	55,85

qu'aux matières impalpables, et surtout des débris organiques de toutes dimensions. Il est impossible d'opérer un mélange parfait de tous ces éléments, puisqu'ils se séparent tout naturellement au plus petit choc, ou même au simple attouchement ; les éléments fins se réunissent d'un côté, les éléments grossiers

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un autre, les débris organiques se séparent et ont une tendance à se concentrer vers les couches supérieures où ils se réunissent en amas. Comment prélever un échantillon moyen dans ce milieu dont les éléments constituants se séparent d'autant plus qu'on cherche à les répartir plus régulièrement ? Nous y avons vu une impossibilité complète en opérant sur la terre sèche, comme on l'a toujours fait, et nous avons cherché à surmonter cette difficulté. Dans des recherches comme celles dont il s'agit, il ne suffit pas en effet d'apporter une grande habileté dans l'exécution des analyses, il faut en plus être sûr que le lot, sur lequel portent les opérations, soit absolument identique à l'ensemble de la masse envisagée. Nous avons tourné et résolu le problème en opérant, non pas sur la terre pulvérulente, mais bien sur la terre réduite en pâte par une addition convenable d'eau. Alors, par un malaxage prolongé, on peut arriver à l'homogénéisation de la masse et il n'y a aucune séparation des éléments hétérogènes; ils restent là où ils se sont trouvés placés par le mélange intime qu'on leur a fait subir. Pour l'analyse, on prélève de cette pâte une quantité représentant à peu près le poids de matière sèche sur lequel on veut opérer. On dessèche soigneusement et on opère sur l'ensemble du lot ainsi prélevé. Le dosage a été fait en volume en opérant dans un tube en verre d'Iéna de 2 mètres de longueur; la combustion se faisait avec une grande lenteur et durait 5 à 6 heures. Le gaz mesuré était soumis à l'examen eudiométrique pour y faire les corrections éventuelles. Il n'a pas été possible de pousser la précision plus loin.

Voici les résultats analytiques qui ont été constatés :

Les bacs dans lesquels on avait placé les terres, sur une couche de cailloux, avaient 70^{cm},6 de côté et une profondeur de 1 mètre. Leur capacité était donc de 500 litres. Une tubulure, placée à la partie inférieure, permettait l'écoulement des eaux de drainage dans des bonbonnes. L'arrosage se faisait régulièrement toutes les semaines par 43^{lit},09 d'eau d'égout pour chaque bac. Un bac témoin restait sans arrosage.

La terre a été la même pour tous les bacs. Elle avait été passée au tamis de 4 millimètres pour enlever les cailloux et les débris grossiers. Elle était d'ailleurs légère, sableuse, perméable et représentait un type de terre se prêtant bien à l'arrosage.

Le bac n° 1 (témoin) a reçu 600 kilogs de terre à 10,755 p. 100 d'eau, soit :

Terre séchée à 110°. . . . . 535^{kg},47

Le dosage d'azote, au début, a montré qu'elle en contenait 1,248 p. 1 000.

Soit dans le lot entier :

Azote . . . . . 668^{gr},266

Le bac n° 2 a reçu 600 kilogs de terre à 10,632 p. 100 d'eau soit :

Terre séchée à 110°. . . . . 536^{kg},208

Le dosage d'azote, au début, a montré qu'elle en contenait 1,239 p. 1 000.

La quantité a donc été pour l'ensemble :

Azote . . . . . 664^{gr},362

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit que pour ces deux terres identiques, on a trouvé des quantités très sensiblement égales d'azote, ce qui montre que les méthodes de dosage employées avaient toute la précision qu'on pouvait espérer atteindre. La différence de $3^{gr},904$, sur une moyenne de $666^{gr},314$, conduit à un écart de 0,58 p. 100, soit environ un demi-centième, ce que nous admettons être la limite d'erreur au cours de ces opérations.

Le bac n° 2 a reçu, du 26 avril 1909 au 8 novembre 1909, un volume de $1206^{lit},52$ d'eau d'égout. L'analyse de l'eau a été faite à chaque addition. Nous donnons dans le tableau page 137 le détail de ces opérations.

La terre en expérience était placée en plein air et exposée à la pluie. On sait que cette dernière apporte des quantités d'azote qui ne sont pas négligeables, et que nous avons admis correspondre à 1 milligramme par litre sous forme nitrique et ammoniacale. Le bac a reçu 298 litres d'eau de pluie qui ont fourni $0^{gr},298$ d'azote. Le bac a donc reçu sous forme d'eau d'égout et d'eau de pluie $67^{gr},686$ d'azote qui, ajoutés à celui qui était contenu dans la terre, forment un total de $732^{gr},048$ d'azote. Après la dernière addition d'eau d'égout, la terre a été de nouveau analysée.

On l'a extraite du bac en 2 lots. On a échantillonné à part la couche supérieure d'une dizaine de centimètres d'épaisseur, enrichie en matière organique noire par les dépôts de l'eau d'égout. Cette couche superficielle séchée à 110° pesait $29^{kgr},257$ et contenait 1,888 p. 1 000 d'azote.

Tout le reste de la terre du bac, échantillonnée en un 2e lot, pesait, séchée à 110° : $508^{kg},219$ et contenait 1,210 p. 1 000 d'azote.

Le poids total de la terre séchée à 110° était de $537^{kg},476$. Il avait donc augmenté de $1^{kg},268$, imputable aux éléments terreux apportés par l'eau d'égout.

La quantité d'azote retrouvé dans cette terre était de $55^{gr},237$ pour la partie superficielle, et de $614^{gr},945$ pour le reste, soit au total $670^{gr},182$.

Les eaux de drainage ont été recueillies après chaque arrosage et ont été analysées séparément. Le tableau page 140 donne le détail de ces opérations :

On a donc retrouvé $50^{gr},838$ d'azote dans les eaux de drainage. Il y a lieu de remarquer que les premières eaux de drainage recueillies contenaient encore des traces d'azote ammoniacal. Les organismes de la nitrification n'étaient donc pas au début suffisamment actifs ou suffisamment nombreux pour suffire à l'oxydation des quantités d'azote ammoniacal qui leur étaient soumises. Ils se sont d'ailleurs promptement développés. Ces traces d'ammoniaque résiduelles n'ont pas tardé à disparaître et, pendant le cours de l'expérience, la nitrification de l'ammoniaque a toujours été intégrale. Pour les champs d'épandage, comme pour les lits bactériens et en général pour tout milieu où la nitrification doit acquérir une intensité, il faut toujours une période préparatoire correspondant à la multiplication et à l'entraînement des micro-organismes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bac arrosé à l'eau d'égout. — Azote des eaux de drainage.

DATES.	VOLUME.	AZOTE AMMONIACAL.	AZOTE ORGANIQUE.	AZOTE NITRIQUE.	AZOTE TOTAL.
	litres.	mgr.	mgr.	mgr.	mgr.
5 mai	21,65	22,7	67,1	2 362,1	2 451,9
12 —	34,925	14,0	58,7	2 385,4	2 458,1
19 —	38,475	7,7	53,9	1 135,0	1 196,6
26 —	43,33	4,3	150,4	1 221,9	1 376,6
3 juin	42,13	»	204,3	1 289,2	1 493,5
9 —	66,89	»	240,8	2 234,1	2 474,9
16 —	39,57	»	102,9	1 005,1	1 108,0
23 —	39,145	»	157,4	963,0	1 120,4
30 —	45,51	»	113,3	1 515,5	1 628,8
7 juillet	45,65	»	126,4	1 593,2	1 719,6
15 —	54,325	»	135,3	1 950,3	2 085,5
21 —	40,76	»	112,9	1 141,3	1 254,2
28 —	38,98	»	97,1	1 029,1	1 126,2
4 août	38,69	»	96,3	1 230,3	1 326,6
11 —	36,90	»	112,5	1 044,3	1 156,8
18 —	38,15	»	137.3	1 098,7	1 236,0
25 —	42,64	»	142,0	1 096,0	2 048,0
1 septembre	48,94	»	176,2	2 300,2	2 476,4
8 —	51,51	»	170,0	2 075,9	2 245,9
15 —	48,91	»	102,7	1 907,5	2 010,2
22 —	54,845	»	196,9	2 100,6	2 297,2
29 —	41,504	»	149,0	1 162,1	1 311,1
16 octobre	54,19	»	173,4	2 129,7	2 303,1
22 —	42,38	»	152,6	2 110,5	2 263,1
28 —	48,92	»	97,8	2 387,3	2 485,1
4 novembre	45,52	»	145,7	2 348,8	2 494,5
10 —	42,245	»	84,5	2 074,2	2 158,7
17 —	7,23	»	40,5	385,4	425,9
23 décembre	23,12	»	113,3	991,8	1 105,1
	1 217,034	48,7	3 711,2	47 078,5	50 838,4
Moyenne par lit. mgr.	»	0,04	3,05	38,68	41,77

Les résultats analytiques précédents nous permettent d'établir le bilan de l'azote :

	Grammes.
Azote existant dans la terre	664,362
— apporté par l'eau d'égout	67,388
— — par les eaux de pluie	0,298
Total	732,048
Azote retrouvé dans la terre	670,182
— — dans l'eau de drainage	50,838
Total	721,020

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous ne retrouvons pas intégralement l'azote fourni et il y a eu une déperdition appréciable, de grandeur bien supérieure à celles qui correspondent aux erreurs d'observation. Cette quantité perdue a été de 11gr,028, soit 1,52 p. 100 de l'azote total mis en œuvre.

Le bac n° 1 témoin n'a pas été arrosé par l'eau d'égout, et il n'a reçu que les eaux pluviales, comme d'ailleurs le bac n° 2.

Voici ce qu'il a donné. A la fin de l'expérience, la terre qu'il contenait, séchée à 110°, pesait 536kg,874, et contenait 1,226 p. 1000 d'azote, soit au total :

Azote. 658gr,207

Les eaux de drainage ont été recueillies et analysées séparément suivant le tableau suivant :

Azote trouvé dans les eaux de drainage.

DATES.	VOLUMES.	AZOTE AMMONIACAL.	AZOTE ORGANIQUE.	AZOTE NITRIQUE.	AZOTE TOTAL.
	litres.	mgr.	mgr.	mgr.	mgr.
21 juillet . . .	9,350	»	18,2	1681,1	1699,3
22 septembre. .	10,190	»	23,9	2021,7	2045,6
16 octobre. . .	10,450	»	8,4	2381,6	2390,0
28 — . . .	2,325	»	3,0	500,1	503,1
23 décembre. .	22,430	»	103,2	3801,9	3905,1
Totaux . . .	54,745	»	156,7	10386,4	10543,1

Elles ont fourni :

Azote. 10gr,543

Ces résultats nous permettent d'établir le bilan de l'azote :

	Grammes.
Azote apporté par la terre.	668,266
— par les eaux de pluie.	0,298
Total.	668,564
Azote retrouvé dans la terre.	658,207
— dans l'eau de drainage.	10,543
Total.	668,750
Gain.	0,186

Soit : 0gr,028 p. 100 de l'azote primitif.

Ce gain est insignifiant. Il ne peut même pas être affirmé, puisque les chiffres qui l'expriment sont notablement au-dessous de ceux qui correspondent aux incertitudes des méthodes d'analyse. Nous avons donc la certitude que la terre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

témoin s'est maintenue, pendant cette longue durée, invariable au point de vue de l'azote qu'elle contenait primitivement et qu'il n'y a eu ni gain ni perte appréciables.

Nous voyons par là que ce ne sont pas les éléments terreux qui perdent de l'azote. Celui dont nous avons constaté la disparition dans le bac arrosé par l'eau d'égout doit donc être attribué aux éléments apportés par l'eau d'égout elle-même, et ce n'est plus alors une perte de 1,52 p. 100 de l'ensemble de l'azote mis en œuvre qu'il faut envisager, mais une perte de 16,36 p. 100 de l'azote apporté par l'eau d'égout.

Ainsi donc, de même que ce que nous avons constaté dans l'épuration biologique, l'épandage sur la terre agricole nous a donné une perte d'azote, mais alors que dans le premier mode de traitement elle était de 60 p. 100, par l'épandage sur la terre, elle a été réduite à 16,36 p. 100, soit une quantité environ 4 fois plus faible. C'est sans conteste à la présence de la matière organique existant dans l'eau d'égout et au développement subséquent d'organismes étrangers à la nitrification que ce fait doit être attribué. En effet, dans nos études de nitrification, opérant avec du sulfate d'ammoniaque non additionné de substances organiques, nous n'avons jamais observé des déperditions comparables à celles que nous constatons ici.

Si nous examinons les transformations qu'ont subies les diverses formes de l'azote au cours de l'épuration par la terre, nous voyons que la somme totale de 1 206^{lit},52 d'eau d'égout contenait à l'origine :

	Azote organique			
Azote ammoniacal. gr.	en suspension. gr.	en solution. gr.	Azote nitrique. gr.	Azote total. gr.
26,078	31,189	9,238	0,883	67,388
Nous voyons que la terre en a retenu :				
0	5,820	0	0	5,820
Et nous retrouvons dans les eaux de drainage :				
0,0487		3,7112	47,0785	50,838

Nous voyons que l'azote ammoniacal avait disparu en totalité, sauf pendant le début des arrosages, où le régime de l'épuration n'était pas encore complètement établi. Il persistait une petite quantité d'azote organique. L'azote organique soluble a diminué de la moitié au tiers comme on le constate dans l'épuration biologique. Tout se passe comme si l'azote ammoniacal se transformait intégralement en azote nitrique et comme si les pertes d'azote constatées dans le bilan des opérations provenaient à peu près exclusivement de la matière organique. Il y a donc eu, dans l'épuration par la terre, intervention d'orga-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nismes autres que ceux de la nitrification proprement dite, mais cette intervention a été peu accentuée, tandis que, dans l'épuration biologique, la nitrification proprement dite semble avoir joué un rôle secondaire, et que les agents de combustion proprement dits, amenant le déversement d'azote gazeux, ont été prépondérants.

L'épuration sur les terrains agricoles est donc très notablement différente de celle qui s'effectue sur les lits bactériens, puisque dans ces derniers il y a une élimination extrêmement considérable d'azote, tandis que l'oxydation au sein de la terre n'en produit qu'une très limitée.

CAUSES DE DÉPERDITION DE L'AZOTE AU COURS DE L'ÉPURATION DES EAUX D'ÉGOUT

A quels phénomènes faut-il attribuer les déperditions si considérables d'azote dans les lits bactériens? Y a-t-il une réduction des nitrates formés au cours de l'épuration, sous l'influence d'organismes antagonistes des ferments nitrificateurs, ou bien y a-t-il prédominance des agents ordinaires de la combustion tels que les moisissures qui brûlent les matières organiques en amenant l'azote à l'état libre?

Il faut rappeler que les champs bactériens sont largement aérés par leur disposition même et que l'oxygène ne doit faire défaut qu'en peu de points. Quoiqu'il y ait des organismes réducteurs qui exercent leurs fonctions même en milieu oxygéné, il semble cependant que c'est plutôt à la seconde de ces alternatives qu'il y ait lieu de se rallier, c'est-à-dire à la combustion proprement dite des matières carbonées et azotées sous l'influence d'agents de comburation énergiques, dégageant l'azote à l'état libre. Pour élucider cette question, nous avons institué une série d'expériences dans lesquelles nous avons introduit dans l'eau d'égout, au moment même de son déversement sur les lits bactériens, des quantités connues de nitrates, pour voir s'il y avait une diminution du nitrate ajouté. Voici comment nous avons procédé.

De l'eau d'égout, soigneusement analysée à chaque prise journalière dans l'égout collecteur, a été déversée à raison de $1^{mc},500$, par jour et par mètre carré de surface, sur un lit bactérien de tourbe en pleine activité. Lorsqu'un régime régulier d'épuration a été établi, nous avons déterminé les conditions dans lesquelles se produisait l'épuration, et plus spécialement les quantités d'azote nitrifié pour des quantités données d'azote organique et ammoniacal; puis, continuant cette même marche, nous avons déversé régulièrement, et goutte à goutte, dans l'eau d'égout, au moment même où elle tombait sur le lit bactérien, une solution titrée de nitrate de potasse. Nous savions donc quelle quantité d'azote nitrique se formait aux dépens de l'eau d'égout elle-même, et quelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quantité d'azote nitrique nous y avions ajoutée. Si une action réductrice devait se produire, elle se serait étendue, non seulement sur le nitrate fourni par les éléments de l'eau d'égout, mais aussi sur celui qui y avait été introduit. Si, au contraire, les disparitions d'azote n'étaient pas attribuables à des phénomènes de réduction, mais à une combustion directe des matériaux carbonés, nous devions trouver dans leur intégralité les quantités de nitrate ajouté. Voici quels ont été les résultats de ces recherches :

Du 5 au 19 juillet on a arrosé à l'eau d'égout seule, pour déterminer le régime de l'épuration.

Le tableau suivant donne les détails de cette opération :

DATES.	AVANT PASSAGE.			APRÈS PASSAGE.		
	AZOTE ammoniacal.	AZOTE organique.	AZOTE nitrique.	AZOTE ammoniacal.	AZOTE organique.	AZOTE nitrique.
	mgr. par litre.	mgr.	mgr.	mgr.	mgr.	mgr.
5 juillet	19,9	8,4	»	»	2,8	12,1
6 —	23,7	9,7	»	»	3,0	7,1
7 —	32,2	7,3	»	»	3,0	10,3
8 —	26,3	7,0	»	»	1,9	11,1
9 —	24,9	5,0	»	»	2,5	9,4
10 —	26,3	6,1	»	»	2,2	9,5
11 —	17,6	6,3	»	»	3,0	9,5
12 —	17,4	5,0	»	»	1,9	7,2
13 —	20,0	8,4	»	»	2,5	8,0
14 —	22,5	8,5	»	»	2,4	7,3
15 —	23,9	8,8	»	»	2,8	9,6
16 —	23,9	9,1	»	»	1,4	10,6
17 —	26,0	9,5	»	»	2,2	7,4
18 —	33,9	8,2	»	»	2,4	15,0
19 —	26,6	8,4	»	»	1,9	22,6
MOYENNES. . .	24,34	7,71	»	»	2,39	10,44

Sur 100 d'azote apporté par l'eau d'égout, on en a retrouvé, dans l'eau épurée, 40,06. La perte a donc été de 59,94 p. 100.

A partir du 19 juillet, il a été déversé dans l'eau d'égout 31^{mgr},5 d'azote nitrique, sous forme de nitrate de potasse, par litre d'eau d'égout. On n'a pas recueilli immédiatement les eaux épurées, afin que le lit bactérien fût entièrement purgé des eaux qui l'imprégnaient et que nous fussions ainsi assurés que les eaux recueillies au bas de la colonne épuratrice correspondaient bien au nouveau liquide mis en œuvre. Ce n'est que le 4 août qu'on a commencé à recueillir ces liquides et jusqu'au 15 août inclusivement, soit pendant 12 jours consécutifs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici les résultats qui ont été obtenus :

DATES.	AVANT PASSAGE.			APRÈS PASSAGE.		
	AZOTE ammoniacal.	AZOTE organique.	AZOTE nitrique.	AZOTE ammoniacal.	AZOTE organique.	AZOTE nitrique.
	mgr. par litre.	mgr.	mgr.	mgr.	mgr.	mgr.
4 août.	35,4	6,2	31,5	»	1,7	47,4
5 —	35,5	7,2	31,5	»	3,0	36,5
6 —	34,9	10,9	31,5	»	3,0	46,2
7 —	37,8	11,0	31,5	»	2,5	47,5
8 —	30,9	16,9	31,5	»	3,7	45,3
9 —	38,0	5,8	31,5	»	2,6	47,1
10 —	33,5	5,9	31,5	»	2,2	43,4
11 —	31,0	6,1	31,5	»	2,6	37,6
12 —	32,8	10,5	31,5	»	2,1	34,3
13 —	34,8	8,7	31,5	»	2,1	35,8
14 —	40,3	6,2	31,5	»	2,8	41,1
15 —	30,2	13,6	31,5	»	3,7	37,2
MOYENNES. . .	34,59	9,08	31,5	»	2,66	41,62

Si nous admettons que l'eau d'égout par elle-même a continué à se comporter comme elle l'avait fait dans la série précédente et que l'addition d'une petite quantité de nitrate n'a pas modifié cette marche, nous obtenons les résultats suivants :

Par litre d'eau d'égout mise en œuvre :

	Mgr.
Azote ammoniacal et organique	43,67
— nitrique introduit	31,5
Total.	75,17

Après l'épuration :

Azote organique	2,66
— nitrique	41,62
Total.	44,28
Les 43mgr,67 d'azote de l'eau d'égout devaient perdre, à raison de 59,94 p. 100 constatés précédemment.	26,176
On devait donc retrouver	17,5
d'azote provenant de l'eau d'égout plus	31,5
d'azote provenant du nitrate ajouté, soit.	49,0
Or, la quantité d'azote retrouvé dans l'eau épurée a été de.	44,3
Soit une perte de	4,7

qui est attribuable à une réduction du nitrate ajouté. Il y aurait donc eu, dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette série d'expériences, 14,9 d'azote disparu pour 100 du nitrate ajouté. C'est une perte sensible, mais bien inférieure à celle qui est attribuable aux éléments de l'eau d'égout elle-même.

Une autre expérience similaire a été instituée, mais là nous n'avons pas cru devoir déterminer spécialement la marche de la déperdition de l'azote dans l'eau d'égout elle-même, de nombreuses déterminations nous ayant montré, avec une grande constance, que cette déperdition est extrêmement voisine de 60 p. 100.

Nous nous sommes bornés à ajouter à l'eau d'égout des quantités connues de nitrates et à recueillir les eaux épurées, après une période transitoire permettant d'avoir un régime régulier. L'expérience a duré du 16 au 25 novembre, soit pendant 9 jours consécutifs. Nous avons obtenu les résultats suivants :

DATES.	AVANT PASSAGE.			APRÈS PASSAGE.		
	AZOTE ammoniacal.	AZOTE organique.	AZOTE nitrique.	AZOTE ammoniacal.	AZOTE organique.	AZOTE nitrique.
	mgr. par litre.	mgr.	mgr.	mgr.	mgr.	mgr.
17 novembre. . .	18,0	11,2	29,4	»	5,3	36,8
18 — . . .	20,0	20,5	28,4	»	7,0	35,8
19 — . . .	20,2	16,5	31,5	»	6,4	30,3
20 — . . .	21,5	9,6	30,5	»	3,8	29,4
21 — . . .	22,6	17,7	31,3	»	6,7	33,5
22 — . . .	19,7	21,1	28,7	»	3,1	29,7
23 — . . .	21,8	25,6	32,1	»	3,8	32,9
24 — . . .	22,3	15,3	32,1	»	5,9	37,1
25 — . . .	24,2	16,0	32,5	»	3,1	38,4
MOYENNES. . .	21,14	17,05	30,72	»	5,01	33,77

Par litre d'eau d'égout mise en œuvre :

	Mgr.
Azote ammoniacal et organique	38,19
— nitrique introduit	30,72
Total	68,91

Après l'épuration :

Azote organique	5,01
— nitrique	33,77
Total	38,78

La perte attribuable à l'eau d'égout est de $38{,}19 \times \frac{60}{100} =$ 22,91

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On devait donc retrouver :

Azote provenant de l'eau d'égout.	15,28
Azote provenant du nitrate ajouté	30,72
Soit au total.	46,00
Soit une perte de.	7,22

qui est attribuable à une réduction du nitrate ajouté. Il y aurait donc 23,5 p. 100 de l'azote du nitrate qui aurait été perdu.

Ces résultats nous montrent qu'il y a effectivement, dans la colonne épuratrice, et malgré l'aération à laquelle celle-ci est exposée, une réduction des nitrates, qui dans nos deux essais, a été de 15 à 23 p. 100 de l'azote du nitrate ajouté. Mais cette perte est bien inférieure à celle de 60 p. 100 constatée très régulièrement pour l'azote préexistant dans l'eau d'égout, et nous pouvons conclure que, s'il y a une réduction sensible des nitrates formés, celle-ci ne fait en réalité que s'ajouter et se superposer à la perte beaucoup plus considérable qui est due aux organismes de combustion agissant directement sur l'azote organique et ammoniacal que renferme l'eau d'égout.

Au sujet de la réduction du nitrate, nous voyons qu'elle est influencée par la proportion de matière organique contenue dans l'eau d'égout ; en effet, dans l'expérience de novembre, cette proportion de matière organique a été à peu près double de ce qu'elle était dans l'expérience du mois d'août, et dans la première le nitrate a perdu 23,5 p. 100 d'azote, tandis que dans la dernière, il n'en a perdu qu'environ 15 p. 100.

La colonne épurative de tourbe constitue dans son ensemble un milieu largement aéré. Cependant il peut y exister des points présentant une réaction réductrice. D'autre part, on sait que les organismes dénitrifiants peuvent agir même en milieu oxydant. Il nous a paru intéressant de vérifier dans quelle mesure les phénomènes de dénitrification pouvaient contribuer à l'émission de l'azote gazeux dans un milieu pourvu d'oxygène. De l'eau d'égout, débarrassée des éléments les plus grossiers en suspension par décantation, et rendue bien homogène, a été additionnée de nitrate de potasse : elle contenait alors :

	Mgr. par litre.
Azote ammoniacal.	13,7
— organique.	19,8
— nitreux	0,2
— nitrique.	34,2

On en a placé 2 litres dans un grand flacon au fond duquel elle occupait une couche de 10 centimètres environ d'épaisseur ; on y faisait passer un rapide courant d'air, divisé dans toute la masse du liquide par un tube contourné en spirale et percé de trous très petits. L'eau d'égout était ainsi brassée et aérée dans toutes ses parties. D'autre part, le courant d'air était dépouillé à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son entrée de toute trace de vapeur ammoniacale, et à sa sortie il passait dans un barboteur contenant de l'acide sulfurique étendu, qui arrêtait l'azote ammoniacal qu'il empruntait à l'eau d'égout. L'expérience a été poursuivie pendant 52 heures, à une température de 12 à 15°. Au bout de ce temps, l'analyse de l'eau d'égout a donné les résultats suivants :

	Mgr. par litre.
Azote ammoniacal (1)	14,2
— organique	17,6
— nitreux	0,2
— nitrique	29,6

Il y a eu une dénitrification appréciable, qui a porté sur $4^{mgr},6$ de l'azote nitrique, soit sur 13,5 p. 100 de l'azote nitrique total contenu dans l'eau d'égout.

Les phénomènes de dénitrification sont donc, au contact de l'air, manifestes, mais relativement peu importants. Si l'on considère que l'eau résiduaire traverse notre colonne épuratrice en un temps 10 fois plus réduit que la durée de l'expérience précédente, 5 heures environ au lieu de 52, on voit que la réduction des nitrates est insuffisante pour expliquer la disparition de 60 p. 100 de l'azote que nous avons presque invariablement constatée au cours de l'épuration bactérienne.

RÉDUCTION DES NITRATES EN L'ABSENCE DE L'OXYGÈNE

Dans un milieu non aéré, la dénitrification est au contraire beaucoup plus intense. Une eau d'égout identique à celle qui avait servi à l'expérience précédente, placée dans un flacon entièrement plein et bouché, dans les mêmes conditions de température, 12 à 15°, avait la composition suivante, au bout de 52 heures :

	Mgr. par litre.
Azote ammoniacal	16,1
— organique	17,3
— nitreux	20,0
— nitrique	2,0

Ici la presque totalité du nitrate a été réduite, 20 milligrammes à l'état de nitrites et $12^{mgr},6$ à l'état de produits gazeux.

Les organismes de la dénitrification sont très sensibles à l'action de la température. Nous avons recommencé les expériences précédentes à une température plus élevée, en plongeant les flacons, contenant l'eau d'égout en observa-

(1) Y compris l'azote ammoniacal entraîné par le courant d'air et retenu dans le barboteur à acide sulfurique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion, dans un bain-marie commun dont la température était maintenue à 24°,5 au moyen d'un régulateur. L'eau d'égout, additionnée de nitrate, avait au début la composition suivante :

	Mgr. par litre.
Azote ammoniacal	16,3
— organique	12,2
— nitreux	1,2
— nitrique	30,6

Au bout de 52 heures elle contenait :

	En milieu aéré.	En milieu non aéré.
Azote ammoniacal (1)	16,4	15,9
— organique	11,8	12,6
— nitreux	2,7	0
— nitrique	24,0	8,0

Ici encore, la réduction des nitrates a été peu intense dans le milieu aéré; 4,9 p. 100 de l'azote nitrique fourni ont été réduits à l'état d'azote nitreux et 16,7 p. 100 à l'état de produits gazeux. En milieu non aéré la dénitrification a été au contraire intense, puisque 75 p. 100 de l'azote nitrique et nitreux ont disparu à l'état de produits gazeux.

Les produits de réduction de l'azote nitrique peuvent être de l'azote nitreux, de l'azote ammoniacal ou organique, du protoxyde ou du bioxyde d'azote, et de l'azote libre. Il nous a semblé intéressant de déterminer la nature de ces produits de réduction dans les conditions de nos expériences.

En premier lieu, se forme-t-il de l'azote organique et de l'azote ammoniacal, soit par simple réduction, soit par fixation de l'azote dans les tissus des micro-organismes ?

Les expériences précédentes montrent qu'il n'en est rien. Une partie de l'azote organique se transforme en azote ammoniacal, comme on l'a maintes fois constaté dans la fermentation de l'eau d'égout en fosse septique, mais si l'on fait la somme de l'azote ammoniacal et organique, on constate qu'elle n'augmente pas au cours de la dénitrification.

L'azote du nitrate n'est donc pas intervenu pour former un composé organique ou ammoniacal. Nous avons institué une série d'expériences pour déterminer la nature des produits gazeux provenant de la dénitrification de l'azote nitrique.

De l'eau d'égout, débarrassée des matières grossières en suspension par décantation, a été additionnée de nitrate de potasse. On en a placé 2 litres dans un flacon A qui en a été presque rempli et sur lequel on a fait le vide au moyen de la trompe à mercure. L'extraction des gaz d'un liquide étant longue et

(1) Y compris l'azote ammoniacal entraîné par le courant d'air.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

assez difficile, on a fait fonctionner la trompe pendant 2 heures et demie, afin d'extraire les dernières traces de gaz dissous en laissant l'ébullition se continuer pendant tout ce temps. On avait interposé, entre le flacon et la trompe, un tube contenant de la pierre ponce imbibée d'acide sulfurique dilué, pour arrêter les traces d'ammoniaque qui auraient pu distiller. Enfin, les joints au mercure avaient été vérifiés de façon à avoir la certitude qu'aucune rentrée d'air n'était possible. 2 litres de la même eau d'égout additionnée de nitrate avaient, d'autre part, été placés dans un autre flacon B semblable, pour servir de témoin ; ils étaient simplement soustraits au contact de l'air, mais le vide n'y avait pas été fait. Les deux flacons avaient été plongés dans un bain-marie commun où la température fut maintenue constante à 24°,5.

L'expérience a duré 52 heures. Au bout de ce temps, on a recueilli les gaz formés dans le flacon A en faisant encore fonctionner la trompe à mercure pendant 2 heures et demie, afin d'en dégager les dernières traces de gaz.

L'eau d'égout contenait au début :

	Mgr. par litre.
Azote ammoniacal	16,3
— organique	12,2
— nitreux	1,2
— nitrique	30,6
Total	60,3

A la fin de l'expérience, l'analyse de l'eau d'égout a donné les résultats suivants :

	En flacon soumis au vide	En flacon simplement bouché
	Mgr. par litre.	
Azote ammoniacal	15,2 (1)	15,9
— organique	13,1	12,6
— nitreux	0,5	0
— nitrique	8,0	8,0
Total	36,8	36,5

La composition de l'eau d'égout à la fin de l'expérience est presque identique dans les 2 flacons, et le phénomène de la dénitrification ne semble pas avoir été influencé par le vide fait dans l'un des flacons.

Le gaz extrait du flacon A contenait :

	CC à 0° et 760.
Anhydride carbonique	1cc,1
Oxygène	0,9
Gaz combustibles	0
Azote contenant des traces de protoxyde d'azote	38cc,1

(1) Y compris l'azote ammoniacal retenu dans le tube à ponce sulfurique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet azote exprimé en poids et rapporté à 1 litre d'eau d'égout correspondait à 23mgr,9.

L'azote disparu de l'eau d'égout au cours de la dénitrification correspondait à 23mgr,5.

Nous retrouvons donc intégralement l'azote disparu par dénitrification à l'état d'azote libre, avec des traces de protoxyde d'azote.

Comme nous l'avons déjà remarqué plus haut, il ne s'est pas formé d'azote organique ou ammoniacal aux dépens de l'azote nitrique introduit. Nous avons en effet les chiffres suivants :

Milligrammes par litre d'eau d'égout.

	Avant dénitrification.	Après dénitrification. dans le vide.	Après dénitrification. en flacon bouché.
Somme de l'azote organique et ammoniacal. . .	28,5	28,3	28,5

Ces résultats sont confirmés par l'expérience suivante, répétée dans les mêmes conditions, mais en partant d'une eau d'égout différente, également additionnée de nitrate.

L'eau d'égout contenait au début :

	Mgr. par litre.
Azote ammoniacal.	30,7
— organique.	20,7
— nitreux	0
— nitrique.	29,8
Total.	81,2

Après l'expérience, qui a duré 47 heures, à la température de 24°,7, l'eau d'égout contenait :

Azote ammoniacal.	33,7
— organique.	17,3
— nitreux	0
— nitrique.	0
Total.	51,0

On a recueilli à la fin de l'expérience les gaz suivants :

	CC à à 0° et 760.	
Anhydrite carbonique	1,5	
Oxygène.	0,4	
Gaz combustibles non azotés (formène et hydrogène).	0,2	
Protoxyde d'azote.	0,3	47,4
Azote.	47,1	

Exprimé en poids et rapporté à 1 litre d'eau d'égout cet azote augmenté de celui du protoxyde correspondait à 29mgr,8.

L'azote disparu de l'eau d'égout correspondait à 30mgr,2.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ici encore, nous constatons que l'azote provenant de la dénitrification des nitrates se retrouve entièrement à l'état d'azote contenant une très petite quantité de protoxyde d'azote. Il ne s'est pas formé d'azote organique ou ammoniacal. Nous avons en effet :

	Avant dénitrification.	Après dénitrification.
Somme de l'azote organique et ammoniacal.	51,4	51,0

Dans cette dernière expérience, l'eau d'égout mise en œuvre était plus chargée de matières organiques, la dénitrification y a été plus rapide. Elle a, en effet, été intégrale, alors que dans l'expérience précédente, de même durée, il restait encore un résidu d'azote nitrique non réduit.

Dans cette dernière expérience, comme dans la précédente, il ne s'est dégagé que des traces très faibles de gaz combustibles carbonés. Les flacons constituaient de véritables fosses septiques et nous trouvons là une confirmation de nos recherches antérieures sur le rôle des fosses septiques dans l'épuration de l'eau d'égout. La gazéification des matières organiques carbonées y est insignifiante. Les gaz émis par l'eau d'égout en fosse septique contiennent une forte proportion d'azote. Ce dernier ne provient pas de la décomposition par les microbes des matières organiques azotées, mais des nitrates ou des nitrites que les eaux d'égout contiennent souvent à l'état de traces. Ces composés y sont surtout abondants au moment où de fortes pluies succèdent à une période de sécheresse.

Au cours des recherches que nous exposons et qui ont été effectuées en automne, la présence des nitrates a été presque constante et souvent relativement importante.

La présence des nitrates dans l'eau d'égout maintenue à l'abri de l'air semble y modifier profondément la flore microbienne. Ils y apportent, par leur décomposition, de l'oxygène que les micro-organismes utilisent pour une sorte de respiration intramoléculaire. Il en résulte que le milieu étant ainsi pourvu d'oxygène n'est plus à proprement parler un milieu réducteur. Ainsi, la réduction des sulfates en sulfures, qui se manifeste par une coloration noire de l'eau d'égout fermentant à l'abri de l'air, est arrêtée presque complètement par la présence des nitrates.

Un autre phénomène, que l'on peut constater dans la fermentation anaérobie de l'eau d'égout, est l'hydrolyse des matières organiques azotées, dont une partie se décompose en donnant des composés ammoniacaux.

Ce phénomène est également entravé par la présence des nitrates comme le montrent les résultats suivants :

On a placé dans deux flacons semblables, dont la température fut maintenue uniforme à 24°,5, la même eau d'égout rendue bien homogène qui, dans l'un,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fut additionnée de nitrate de potasse. L'analyse en a donné la composition suivante au début et à la fin de l'expérience :

	Avant		Après 48 heures.	
	avec nitrate.	sans nitrate.	avec nitrate.	sans nitrate.
Azote ammoniacal.	16,3	16,3	15,9	18,3
— organique.	12,2	12,2	12,6	9,7
— nitrique et nitreux. .	31,8	2,6	8,0	0

La transformation de l'azote organique en azote ammoniacal, importante sans addition de nitrate de potasse, a été complètement arrêtée par une addition de ce sel.

Une autre expérience, effectuée dans des conditions semblables, a donné les chiffres suivants :

	Avant		Après 48 heures.	
	avec nitrate.	sans nitrate.	avec nitrate.	sans nitrate.
Azote ammoniacal.	30,7	30,7	33,7	37,6
— organique.	20,7	20,7	17,3	12,9
— nitrique et nitreux. .	29,8	0,2	0	0

L'eau d'égout étant plus riche en matières organiques, la dénitrification a été plus rapide et était terminée avant l'arrêt de l'expérience et l'eau d'égout additionnée de nitrate s'est trouvée placée pendant la dernière période dans les mêmes conditions que celle qui n'avait rien reçu. Cependant, on peut encore constater un retard manifeste de la transformation de l'azote organique en azote ammoniacal.

Ces résultats montrent que l'introduction des nitrates dans une eau d'égout s'oppose aux phénomènes par lesquels se manifeste la vie anaérobie. La présence des nitrates supplée à celle de l'oxygène et paraît permettre l'action des ferments aérobies. Leur rôle vis-à vis des microbes est donc analogue à celui qu'ils jouent auprès des végétaux supérieurs dont les racines, dans un sol noyé et privé d'oxygène, peuvent en emprunter aux nitrates qu'elles décomposent pour les besoins de leur respiration (1). Les eaux de rivières qui contiennent toujours des nitrates, et qui, lorsqu'elles sont polluées par des déversements d'eaux résiduaires, sont, comme on le sait, le siège d'une auto-épuration. L'oxygène emprunté aux nitrates sert à la combustion des matières organiques carbonées. Mais il y a lieu de remarquer que, dans nos essais, cette oxydation n'atteint pas les combinaisons organiques azotées ou du moins n'aboutit pas à la mise en liberté de l'azote de ces combinaisons. Dans ce milieu réducteur, l'azote dégagé ne correspond, en effet, qu'à celui du nitrate réduit (2).

(1) A. Müntz. *Les Vignes*, Berger-Levrault, 1895, p. 20.

(2) Cf. L. Grimbert. *Les bactéries dénitrifiantes et le mécanisme de la dénitrification.* Bull. de l'Institut Pasteur, t. II, 1904, p. 937.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une proportion très variable, quelquefois relativement élevée, de l'azote nitrique passe à l'état d'azote nitreux par suite de la réduction microbienne. Cet azote nitreux, si l'action réductrice est prolongée, passe lui-même ensuite à l'état d'azote élémentaire. Le processus de la dénitrification naturelle dans l'eau d'égout est un phénomène très complexe, auquel prennent part de nombreux micro-organismes, et il semble très difficile de préciser les conditions dans lesquelles les nitrites se forment plus particulièrement. La température, la proportion et la nature des matières organiques, et surtout la prédominance de telles ou telles espèces de ferments sont probablement les principaux facteurs de ces divergences dans les résultats.

Dans la série des expériences suivantes nous avons essayé de dégager l'action de la température. L'eau d'égout mise en œuvre, convenablement additionnée de nitrate de potasse, avait, avant dénitrification, la teneur suivante :

	Mgr. par litre.
Azote ammoniacal	22,7
— organique	16,8
— nitreux	3,4
— nitrique	24,6

Cette eau fut distribuée dans des flacons entièrement pleins et bouchés que l'on plaça au sein de quatre bains-marie dont la température fut maintenue constante pendant toute l'expérience, respectivement à 11°, 23°, 35° et 47°.

Au bout de vingt-quatre heures, la dénitrification était déjà sensible. L'eau d'égout contenait alors :

	11°	23°	35°	47°
Azote ammoniacal	23,1	22,0	22,6	22,4
— organique	14,8	15,7	15,3	16,2
— nitreux	1,3	0,4	2,1	11,1
— nitrique	15,2	8,6	2,5	0,2

La réduction est d'autant plus avancée que la température est plus élevée, jusqu'à 47°, température maxima atteinte dans notre expérience, mais à cette dernière température il s'est formé une proportion notable de nitrites, alors qu'à des températures moins élevées les nitrites préexistants ont été plus ou moins complètement réduits.

Laissant la dénitrification se poursuivre, nous avons obtenu, au bout de quarante-huit heures :

	11°	23°	35°	47°
Azote ammoniacal	20,6	21,8	23,7	23,2
— organique	17,4	16,6	14,1	15,1
— nitreux	0,1	0,2	0	0
— nitrique	11,7	3,3	0	0

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et au bout de soixante-douze heures :

	11°	23°
Azote ammoniacal	21,9	22,4
— organique	16,1	16,6
— nitreux	0	0
— nitrique	8,7	1,9

Une autre expérience semblable a été réalisée en partant d'une eau d'égout notablement plus riche en matières organiques et également additionnée de nitrates. Elle a donné les résultats suivants :

	Eau d'égout avant	Eau d'égout après 24 heures à 11°	23°	35°	47°
Azote ammoniacal	25,2	31,3	31,1	31,8	31,1
— organique	33,1	26,9	29,1	25,3	24,6
— nitreux	0,1	1,4	0,1	0	0,2
— nitrique	28,3	4,0	2,0	0	0,2

La température optima de la réduction est encore voisine de 35°. Nous pouvons constater la formation de nitrites à 11°. Les nitrites semblent donc prendre surtout naissance aux températures extrêmes, mais il est impossible de donner à ce phénomène des règles générales, chaque échantillon d'eau d'égout étant un milieu différent. Il y a lieu de remarquer que, dans cette dernière expérience, la dénitrification a été beaucoup plus rapide que dans la précédente, ce qu'il faut attribuer à l'abondance plus grande de la matière organique, que l'on constate en examinant les chiffres exprimant l'azote organique. Nous avons déjà eu l'occasion de faire cette remarque. L'abondance et la nature de la matière organique sont parmi les principaux facteurs du processus de la réduction des nitrates. Aussi les pertes de nitrates, qui sont attribuables à ce phénomène dans les lits bactériens, sont-elles plus importantes lorsque la matière organique contenue dans l'eau d'égout à épurer est elle-même plus abondante.

Le phénomène de l'épuration est donc beaucoup plus complexe qu'on ne le croit de prime abord. Il y a simultanément une nitrification des composés azotés, une réduction d'une certaine quantité du nitrate formé et une combustion proprement dite de la matière organique et de l'ammoniaque, avec dégagement d'azote à l'état libre. Ce processus n'a rien qui doive nous étonner, car les organismes les plus nombreux et les plus divers existent et travaillent soit ensemble, soit isolément, à la destruction et à la transformation des matériaux qu'apporte avec elle l'eau d'égout.

UTILISATION AGRICOLE DES EAUX D'ÉGOUT

Les eaux résiduaires produites par les agglomérations urbaines doivent être évacuées à mesure de leur production, sous peine d'avoir des conséquences graves pour l'hygiène humaine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Trois procédés s'offrent à nous pour nous en débarrasser. Le plus simple consiste à les déverser directement dans les cours d'eau, mais il a l'inconvénient de souiller les eaux et de porter un grave préjudice aux populations situées en aval. La pollution des eaux dissémine en effet des germes de maladies et peut avoir des conséquences très graves pour la santé publique. Aussi a-t-on, avec juste raison, une tendance à renoncer à ce système d'évacuation. Cependant, comme ces eaux d'égout doivent forcément être éliminées par les drains naturels, elles finissent toujours, au moins partiellement, par se mélanger à l'eau des fleuves. Mais, si, au préalable, on les a soumises à une épuration (1), leurs propriétés nocives ont disparu, et leur déversement ne présente plus d'inconvénients. C'est dans ce but qu'on a préconisé et utilisé deux procédés principaux, destinés à les rendre inoffensives. Le premier consiste à les déverser sur des terrains agricoles en proportions limitées. Elles y subissent, sous l'influence des micro-organismes du sol, lorsque celui-ci a une épaisseur et une perméabilité suffisantes, une véritable épuration, dans laquelle les organismes pathogènes sont détruits, en même temps que les matériaux les plus altérables et par suite les plus propres au développement microbien. Outre cette action épuratrice, ce mode opératoire présente des avantages notables. Les eaux d'égout, en effet, contiennent des matières fertilisantes, principalement de l'azote, de l'acide phosphorique et de la potasse, qui servent d'aliments aux plantes et qui accroissent la fertilité du sol. De plus, l'eau ainsi donnée constitue un véritable arrosage et on sait quelle influence favorable a, sur le développement végétal, la répétition d'un apport d'eau.

Un autre mode d'épuration a été préconisé. Il consiste dans l'établissement de lits dits bactériens, dans lesquels on arrive à réaliser une épuration analogue à celle qui se produit dans la terre arable, mais avec une intensité et une rapidité incomparablement plus grandes, de telle sorte que sur des surfaces très restreintes, il est possible d'amener à un degré de pureté relative des quantités d'eau d'égout pour lesquelles il faudrait de vastes étendues, si l'on appliquait l'épandage agricole.

Suivant les conditions dans lesquelles on se trouve placé, on devra s'adresser à l'un ou à l'autre de ces modes d'évacuation ; mais celui qui consiste dans l'épandage sur les terres est de beaucoup préférable aux autres, car il a le double avantage d'opérer l'épuration la plus parfaite, et en même temps d'avoir des conséquences économiques importantes. Là où l'on peut trouver des surfaces de terrain assez grandes et présentant les conditions voulues, on ne doit donc pas hésiter à l'appliquer.

Nous étudierons spécialement dans ce travail l'emploi agricole des eaux

(1) Nous ne parlons pas de l'épuration chimique, à laquelle on semble avoir renoncé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'égout, en insistant spécialement sur les résultats que la culture peut en tirer et sur l'intérêt qu'il y aurait à en faire profiter l'agriculture dans la mesure la plus large possible.

Déjà des études avaient été faites antérieurement (1) sur la composition des eaux d'égout et plus particulièrement sur leur richesse en éléments fertilisants. On avait déterminé également quel volume d'eau pouvait être distribué à la surface d'un terrain. Mais, dans ces dernières années, la tendance a surtout été de se placer au point de vue hygiénique, le côté agricole n'étant plus regardé que comme secondaire. Sans chercher à jeter un blâme sur cette manière d'envisager le problème, nous croyons utile de l'examiner à nouveau et exclusivement au point de vue agricole, cela, non seulement en regardant l'eau d'égout comme apportant des éléments fertilisants, mais aussi en la considérant comme eau d'irrigation. On dit généralement que l'épuration des eaux d'égout par épandage sur les terrains agricoles est rarement praticable au voisinage des villes, parce que les surfaces de terrain ne sont pas suffisamment étendues pour pouvoir les recevoir toutes. Cela est souvent vrai ; mais ne peut-on pas les envoyer à grande distance, où l'on peut disposer de surfaces suffisantes, en les considérant simplement comme eau d'arrosage. Rappelons que dans bien des régions de la France ou de l'étranger, les eaux d'arrosage, qui n'apportent pour ainsi dire pas de matières fertilisantes, sont conduites à grande distance des points de prises, avec des têtes mortes souvent très longues, que dans bien des points aussi, elles sont élevées mécaniquement et qu'ainsi, pour les amener à pied d'œuvre, on a dû les grever de frais d'une certaine importance ; on peut dire hardiment que les sacrifices qu'on a faits pour ces eaux d'irrigation peuvent être faits également, et *a fortiori*, pour les eaux d'égout, puisque celles-ci, outre leur valeur pour l'arrosage proprement dit, en ont une bien plus grande encore pour la fumure des terres. En principe, nous admettrons donc qu'il serait logique, et économiquement pratique, de faire pour les eaux d'égout ce que l'on a pu faire avantageusement pour les eaux d'arrosage, c'est-à-dire de les conduire au loin pour trouver des surfaces suffisantes qui puissent les utiliser tout en les épurant. On ne serait plus ainsi condamné à les répandre sur des surfaces trop restreintes, sur lesquelles l'épuration est incomplète et où les quantités données sont beaucoup trop fortes pour que les plantes puissent tirer parti des éléments fertilisants apportés, et pour que l'eau soit utilisée en tant qu'eau d'arrosage. Si, au contraire, nous disposons de surfaces largement suffisantes, l'eau peut être distribuée avec parcimonie de

(1) J.-B. Lawes, *The utilisation of town sewge.* — *Journ. roy. agric. Soc. of England*, vol. XXIV, part. I, 1863.

P. Vincey, *L'eau d'égout et la fertilité agricole.* — *Mémoires de la Soc. nat. d'Agriculture*, t. CXXXVIII, 1896.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

façon à étendre le plus qu'il est possible le bienfait de leur action fertilisante.

C'est dans cet ordre d'idées que nous examinerons la composition des eaux d'égout, regardées comme fumure et en même temps comme eaux d'arrosage, leur utilisation la plus avantageuse à ce double point de vue, de manière à obtenir la productivité la plus grande sur les plus grandes étendues. Regardons ainsi l'eau d'égout non comme une matière nuisible et encombrante, mais comme une matière utile, pouvant amener la richesse sur de vastes terrains.

Quoique de nombreuses déterminations aient été faites sur la composition des eaux d'égout, nous avons cru devoir, pour partir d'une base certaine, l'étudier à nouveau dans les conditions spéciales de nos observations, nous gardant de trop généraliser, puisque cette composition varie d'une eau d'égout à l'autre; mais cette étude nous a paru nécessaire pour fixer nos idées.

Pendant sept mois, d'avril à novembre 1909, nous avons prélevé toutes les semaines l'eau d'égout dans le collecteur de la rive gauche, à la rue Censier, et nous en avons déterminé la teneur moyenne en divers éléments fertilisants. Voici le résultat rapporté à l'eau d'égout telle qu'elle circule dans le collecteur, c'est-à-dire avec les matières légères en suspension, les matériaux plus lourds se déposant dans le collecteur même en roulant sur le fond. Cette eau représente donc celle qui se rendrait dans les champs d'épandage, si elle n'était pas spécialement déposée dans des bassins de décantation. La moyenne par mètre cube s'est trouvée être la suivante :

	gr.
Azote ammoniacal	21,61
— organique en solution	7,66
— — en suspension	25,85
— nitrique	0,73
Total	55,85
Acide phosphorique	12,00
Potasse	45,95
Chaux	377,00
Magnésie	104,4

Si, pour fixer les idées, nous attribuons à ces éléments les prix moyens qu'ils ont dans les engrais, le mètre cube d'eau d'égout aurait, au point de vue de sa contenance en éléments fertilisants, la valeur suivante :

	fr. c.
Pour l'azote	0,084
— l'acide phosphorique	0,003
— la potasse	0,018
	0,105 (1)

(1) En estimant au kilogr. l'azote à 1 franc, l'acide phosphorique à 0 fr. 25 et la potasse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Envisagée exclusivement comme eau d'arrosage, abstraction faite des matériaux fertilisants qu'elle contient, sa valeur à pied d'œuvre, comparée à celles auxquelles les Compagnies concessionnaires d'arrosage vendent généralement l'eau pour les cultures, à raison de 40 francs pour 16 000 mètres cubes, représenterait 0 fr. 0025.

Si l'eau d'arrosage vaut 0 fr. 0025, l'eau d'égout vaudra donc 0 fr. 1075, soit *43* fois plus. Des sacrifices d'amenée qui peuvent se faire sur l'eau d'arrosage, peuvent donc, *a fortiori*, être effectués sur l'eau d'égout dont la valeur est infiniment plus grande. Ce calcul, d'ailleurs, n'est fait que pour établir la différence entre de l'eau d'arrosage, qui ne contient pour ainsi dire aucune substance fertilisante, et de l'eau d'égout, qui en renferme une quantité sensible, et pour montrer que nous sommes fondés à envisager la possibilité d'envoyer au loin, même au moyen de machines élévatoires, un liquide ayant la valeur agricole de l'eau d'égout.

En attribuant aux principes contenus dans l'eau d'égout la valeur-argent qu'ils ont dans les engrais concentrés, nous nous éloignons certes beaucoup de la réalité, parce que, dans un produit dilué et encombrant, cette valeur ne peut pas se chiffrer. Il n'en est pas moins vrai que, si ces principes sont apportés à la terre sous forme d'eau d'égout, ils remplacent ceux qu'on aurait dû donner à la terre non arrosée sous forme d'engrais commerciaux. S'ils ne sont pas de nature à être achetés, ils jouent toutefois le rôle d'engrais qu'on serait obligé d'acheter. C'est donc une valeur intrinsèque qu'ils possèdent et non une valeur vénale.

DISTRIBUTION DANS LES COUCHES DE TERRE DES ÉLÉMENTS FERTILISANTS RETENUS

Si l'eau d'égout sert à l'irrigation d'une terre non couverte de végétation, une partie des matières fertilisantes qu'elle renferme est retenue par le sol, une autre portion est éliminée dans les eaux de drainage. L'azote nitrifié est ainsi totalement entraîné, seul l'azote des matières organiques en suspension est fixé mécaniquement. Au contraire, la potasse reste en grande partie acquise à la terre par le pouvoir absorbant de celle-ci, et l'acide phosphorique presque en totalité.

Une terre nue s'enrichit donc surtout en potasse et en acide phosphorique. Mais lorsque la terre est couverte de végétation, l'azote soluble est fixé en grande partie par celle-ci, avant de pouvoir se déverser dans les eaux de drainage. Il y a alors surcroît dans la production de récolte, et en outre enrichis-

à 0 fr. 30, M. Vincey évalue qu'un mètre cube d'eau d'égout contient pour 0 fr. 0826 de matières fertilisantes (*loc. cit.*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sement de la terre en azote sous la forme de matière humique provenant des résidus des récoltes restées en place.

Quand cet arrosage est donné judicieusement, c'est-à-dire sans exagération la plus grande partie de l'azote de l'eau d'égout apportée est donc utilisée.

Sans attribuer une valeur exagérée à cet apport, et surtout à l'utilisation des principes fertilisants qu'il contient, on peut donc dire que l'eau d'égout judicieusement appliquée à une terre cultivée peut donner naissance à une culture intensive sans apport d'engrais commerciaux.

Dans les expériences relatées plus haut, sur l'épuration des eaux d'égout par l'épandage sur la terre, nous avons voulu nous rendre compte de l'enrichissement du sol sous l'influence de ces eaux, indépendamment de toute végétation, puisque nous opérions sur une terre nue, et nous faire une idée de la façon dont le sol peut ainsi s'enrichir par l'arrosage à l'eau d'égout en dehors de toute culture. L'arrosage a été poursuivi pendant sept mois. Si nous rapportons à la surface d'un hectare les quantités d'eau distribuée et les poids des matières fertilisantes apportées par l'eau d'égout et exportées par les eaux de drainage, nous obtenons les résultats suivants :

	Importé. Kil.	Exporté. Kil.	Fixé par la terre nue. Kil.
Azote	1 347,8	1 016,8	116,4
Acide phosphorique	286,3	3,0	283,3
Potasse	1 110,0	194,2	915,8
Chaux	9 104,4	4 892,0	4 212,4
Magnésie	2 522,2	169,9	2 352,3

Dans la caisse témoin non arrosée, mais exposée à la pluie, les eaux de drainage ont exporté les quantités suivantes de matières fertilisantes :

	Kil.
Azote	210,9
Acide phosphorique	0,12
Potasse	40,00
Chaux	358,6
Magnésie	0,36

On voit que l'azote est presque entièrement éliminé dans les eaux de drainage. On sait, en effet, que le pouvoir absorbant du sol ne s'exerce pas sur les nitrates. Seul l'azote des matières organiques en suspension, ayant résisté à l'action des micro-organismes, est retenu mécaniquement à la surface du sol. Ces matières organiques forment une sorte de limon d'apparence feutrée très peu perméable, que nous avons été obligés de travailler souvent pour rendre à la terre en expérience sa perméabilité primitive. Ce dépôt se forme exclusi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vement à la superficie. Nous l'avons vérifié en faisant séparément le dosage de l'azote dans la couche superficielle de 10 centimètres d'épaisseur, colorée en noir par les matières organiques en suspension dans l'eau d'égout, et dans la masse de terre sous-jacente. Les résultats de ces analyses, comparés à ceux donnés par la terre mise en œuvre avant l'expérience, sont les suivants :

Azote p. 1000 de terre sèche.

Terre avant l'arrosage	1,239
Partie superficielle après l'arrosage	1,888
Partie sous-jacente	1,210

La masse de terre sous-jacente à la couche superficielle s'est appauvrie par suite de la nitrification de l'azote qu'elle contenait primitivement et du lavage effectué par les arrosages. Seule, la couche supérieure s'est enrichie, par une accumulation à la surface des matières organiques que l'eau d'égout tenait en suspension. Dans la pratique de l'irrigation au moyen des eaux résiduaires, il faut avoir soin d'incorporer au sol, par des façons aratoires, ces dépôts qui finiraient par former une couche imperméable et impropre à la culture, tandis que le sous-sol aurait tendance à s'appauvrir en azote.

Nous avons effectué également l'analyse de la terre avant et après l'arrosage, séparément pour la couche superficielle et la masse sous-jacente, au point de vue des autres éléments fertilisants. Nous avons obtenu les résultats suivants :

Pour 1 000 de terre fine (1).

		Acide phosphorique.	Potasse.	Chaux.	Magnésie.
Terre avant l'arrosage		0,93	1,83	21,98	1,42
Terre après l'arrosage.	Couche superficielle.	1,29	2,39	26,72	2,01
	Masse sous-jacente.	0,91	2,22	22,48	1,94

Nous voyons que l'acide phosphorique retenu est localisé exclusivement dans la couche superficielle. Il se trouve dans l'eau d'égout à un état insoluble et il est retenu mécaniquement par la terre dans le limon déposé à la surface. Il n'est incorporé au sol que par les façons aratoires destinées à détruire le feutrage imperméable. Une partie de la potasse, de la chaux et de la magnésie est également retenue dans ce limon, mais une autre portion, primitivement à l'état soluble, atteint des couches plus profondes où elle est retenue par le jeu du pouvoir absorbant proprement dit de la terre. Une troisième partie, impor-

(1) Ces dosages ont été effectués par la méthode ordinaire utilisant l'attaque de la terre par l'acide azotique bouillant pendant cinq heures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tante comme nous l'avons vu plus haut, échappe à ce pouvoir absorbant et se trouve éliminée par les eaux de drainage.

Ces chiffres ne sont donnés qu'à titre d'exemples et ne peuvent être généralisés, surtout à cause de la diversité de constitution des terres. Celle sur laquelle nous opérions était une terre légère, douée d'un faible pouvoir absorbant. Cependant, résultant d'une expérience prolongée longtemps, ils peuvent nous servir de base pour les considérations qui vont suivre sur l'emploi rationnel des eaux d'égout en agriculture.

QUANTITÉS D'EAU D'ÉGOUT UTILES POUR L'IRRIGATION

Voyons maintenant quelles sont les quantités d'eau qui seraient à distribuer aux principales cultures, si l'on envisageait l'eau d'égout exclusivement comme fumure.

L'eau d'égout peut être considérée comme un engrais complexe, mais non pas comme un engrais complet bien équilibré, puisque les rapports entre les éléments fertilisants ne sont pas en général ceux qui conviennent aux principales cultures. Ainsi, si nous prenons le cas des prairies naturelles, avec une production de 12000 kilogrammes de foin à l'hectare, ce que l'on obtient facilement avec une prairie arrosée, les quantités de matières fertilisantes exportées par ce foin sont de 156 kilogrammes d'azote, 42 d'acide phosphorique, 192 de potasse. Quelle quantité d'eau d'égout faudra-t-il donner à une pareille prairie pour satisfaire à la totalité des besoins de la végétation? Pour fournir l'azote nécessaire, il suffirait d'un apport de 3000 mètres cubes à l'hectare. Pour fournir la potasse, il faudrait 4200 mètres cubes. Pour fournir l'acide phosphorique, il en faudrait 3500.

Si, au lieu d'envisager uniquement l'exportation des éléments fertilisants par les récoltes, nous établissons une comparaison entre les quantités de principes fertilisants donnés par les fumures usuelles et les quantités d'eau d'égout nécessaires pour donner à la terre une même quantité de ces principes, on pourrait établir les calculs suivants :

Une prairie fortement fumée reçoit par exemple :

400 kilos de superphosphate représentant. . . .	60 kilos d'acide phosphorique.
300 kilos de nitrate de soude représentant . . .	43 kilos d'azote.
200 kilos de chlorure de potassium représentant.	105 kilos de potasse.

Le volume d'eau d'égout nécessaire pour fournir ces quantités de matières fertilisantes serait :

5 000	mètres cubes	pour l'acide phosphorique.
800	—	pour l'azote.
2 300	—	pour la potasse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut donc dire qu'un apport de 3000 à 4 000 mètres cubes de cette eau d'égout suffirait à la fumure d'une bonne prairie naturelle, mais comporterait un notable excédent d'azote. Si l'on admet qu'une pareille prairie reçoive, à l'aide de cette eau d'égout, dix arrosages pendant la période végétative, à raison de 500 mètres cubes par hectare et par arrosage, ce serait 5 000 mètres cubes donnés par hectare. Dans la plupart des cas, une pareille quantité est suffisante pour assurer une végétation intensive, tant au point de vue de l'apport en matières fertilisantes qu'à celui de l'eau servant à l'arrosage. On voit qu'elle fournirait, et au delà, l'azote, l'acide phosphorique et la potasse nécessaires au développement végétal. Nous sommes ici loin des quantités qu'on emploie lorsqu'on ne dispose que de surfaces limitées ou qu'on ne considère que le point de vue de l'épuration. Dans ce cas, c'est 40 000 mètres cubes qu'on regarde comme la limite à adopter. Ce volume, en tant qu'eau d'arrosage, est 8 à 10 fois supérieur à ce qui serait nécessaire. En tant que fumure, il est dix fois supérieur également. Il y a donc là un véritable gaspillage, non seulement du volume d'eau, mais aussi de la matière fertilisante. Si l'on disposait de surfaces indéfinies, il y aurait donc un grand intérêt à appliquer l'eau d'égout sur des surfaces dix fois plus grandes que celles qu'on adopte dans le voisinage des grandes villes, par exemple, à Achères ou à Gennevilliers, et on pourrait fertiliser ainsi d'énormes surfaces de prairies.

Si nous considérons la culture du blé, avec une production de 3 000 kilogrammes de grain et de 6000 kilogrammes de paille à l'hectare, les quantités de matières fertilisantes exportées seraient d'environ 92 kilogrammes d'azote, 40 kilogrammes d'acide phosphorique et 46 kilogrammes de potasse. Quelle est la quantité d'eau d'égout qu'il faudrait donner à ce blé pour équivaloir à ces quantités? Il en faudrait 1600 mètres cubes pour apporter la quantité nécessaire d'azote, 3300 pour fournir l'acide phosphorique et 1 000 pour apporter la potasse. Dans un pareil cas, surtout étant donné que le blé n'est pas une culture qui peut s'arroser fréquemment, puisque deux ou trois arrosages dans le cours de l'année culturale sont suffisants, même dans les régions sèches, il serait donc plus logique d'adopter des chiffres inférieurs et de se borner à mettre 1 500 mètres cubes, quitte à compléter la fumure phosphatée par un apport sous forme de superphosphate.

Si nous envisageons maintenant les fumures données couramment au blé et que nous cherchions quelles sont les quantités équivalentes d'eau d'égout, nous sommes amenés aux conclusions suivantes :

Si l'on donne au blé :

200 kgr. de nitrate de soude correspondant à		29 kgr. d'azote.
300 kgr. de superphosphate	—	45 kgr. d'acide phosphorique.

Il suffirait de 5 à 600 mètres cubes d'eau d'égout pour fournir l'azote, mais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il en faudrait près de 4 000 mètres cubes pour fournir l'acide phosphorique. Un pareil arrosage est impossible à donner au blé.

Si, au lieu de considérer une culture isolée et de comparer les apports par l'eau d'égout à des fumures purement chimiques, nous envisageons un assolement triennal comprenant pommes de terre, blé et avoine, avec une fumure de 40 000 kilogrammes de fumier de ferme et 300 kilogrammes de superphosphate en tête d'assolement, la première année; la deuxième année, 100 kilogrammes de nitrate en couverture sur le blé; 300 kilogrammes de superphosphate et 100 kilogrammes de nitrate de soude la troisième année sur l'avoine. On a mis ainsi :

	Azote. Kil.	Acide phosphorique. Kil.	Potasse. Kil.
40 000 kilos de fumier de ferme contenant	200	160	320
200 kilos de nitrate de soude —	29	»	»
600 kilos de superphosphate —	»	90	»
Soit au total, pour l'ensemble de l'assolement.	229	250	320

Quelle est la quantité d'eau d'égout qui correspondrait aux mêmes proportions de matières fertilisantes? Ces quantités seraient :

4 100 mètres cubes	pour	l'azote	soit	1 360 mètres cubes	par	an.
20 000 —	—	l'acide phosphorique	soit près de	7 000 —	—	—
7 000 —	—	la potasse	soit	2 300 —	—	—

De l'ensemble de ces calculs, on peut conclure d'abord que l'eau d'égout ne constitue pas un engrais bien équilibré. Il ne peut pas être regardé comme complet. C'est essentiellement un engrais azoté, et dans le cas où l'on voudrait utiliser au maximum, au point de vue agricole, l'eau d'égout dont on dispose, il conviendrait de la regarder presque exclusivement comme constituant une fumure azotée, d'en donner alors les quantités voulues pour fournir l'azote nécessaire et compléter, par des engrais phosphatés, par exemple du superphosphate, le déficit reconnu. Si, pour la plupart des cultures, la proportion de phosphate de l'eau d'égout est insuffisante, on ne peut pas en dire autant de celle de la potasse, laquelle, le plus souvent, suffit aux exigences de toutes les cultures en éléments potassiques.

Ceci nous conduit à conclure que, si l'on adopte l'épandage simultané des phosphates et des eaux d'égout, il faut en réalité, en n'envisageant que la fumure proprement dite, telle qu'on la donne généralement, correspondant aux fumures usuelles :

Pour les prairies naturelles.	800 mètres cubes	d'eau	d'égout.
Pour le blé.	5 à 600 —	—	
Pour un assolement triennal, par an. . .	1 400 —	—	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des calculs de cette nature peuvent se faire pour toutes les cultures, mais on sera conduit à envisager la culture fourragère comme convenant le mieux à l'utilisation des eaux d'égout, au double point de vue de l'apport en matière fertilisante et de la distribution comme eau d'arrosage.

Mais, pour les eaux d'égout, on ne peut pas opérer comme avec les eaux d'arrosage; ces dernières, en effet, n'étant pas nécessaires à la culture pendant la période hivernale, ne sont pas amenées au sol et s'écoulent librement par les cours d'eau où on les prélève. Pour les eaux d'égout, il ne pourrait pas en être ainsi, même pendant l'hiver où leur rôle agricole est nul, ou du moins peu utile, il faudrait continuer à les déverser pour en opérer l'épuration. De toute façon, il y aurait ainsi des matières fertilisantes perdues. Si, en dehors de la période de végétation, on continuait à arroser, l'acide phosphorique resterait presque en totalité acquis au sol, la potasse serait en grande partie fixée, en moindre partie éliminée. Quant à l'azote, il s'en perdrait une proportion très importante. Tout celui qui nitrifie serait entraîné par les eaux de drainage. Seul, l'azote des matières organiques en suspension serait retenu. Il représente seulement 8 à 9 p. 100 de l'azote qu'aurait apporté l'eau d'égout.

La valeur fertilisante de l'eau d'égout servant à l'irrigation d'hiver des terres est donc considérablement diminuée.

Puisqu'on est obligé de déverser les eaux d'égout, même alors que leur activité fertilisante ne peut pas se produire, et que d'ailleurs l'azote qu'elles renferment est entraîné par les eaux de drainage, les quantités abstraites précédemment calculées seront manifestement insuffisantes; il faut, en réalité, au moins les doubler ou les tripler; c'est alors, pour les prairies, 2500 à 3000 mètres cubes qu'il conviendrait de répandre, ce qui équivaudrait à 4 ou 5 arrosages de 600 mètres environ chacun par hectare.

Pour le blé, 15 à 1800 mètres qu'on pourrait répartir en 2 ou 3 arrosages.

On voit par là, qu'au point de vue purement agricole, pour utiliser au maximum la valeur de l'eau d'égout comme fumure et comme arrosage, des surfaces 10 à 15 fois supérieures à celles adoptées, lorsqu'on se place au point de vue exclusif de l'épuration, peuvent être ainsi fécondées. Si, dans beaucoup de cas, le point de vue de l'épuration, qui est le plus important, doit seul entrer en considération, dans d'autres, l'utilisation agricole sur les plus grandes surfaces possibles peut être obtenue, et, dans ce dernier cas, l'épuration se fait conjointement, et de la façon la plus parfaite.

Nous avons dit plus haut que des eaux d'arrosage n'apportant aucune matière fertilisante sont conduites au loin et souvent à l'aide de machines élévatoires; *a fortiori*, les eaux d'égout, qui sont autrement fécondantes que les eaux de rivière, pourraient-elles supporter des frais de cette nature. Ce sont des cas d'espèces. Pour en citer des exemples, on peut se demander si les eaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des égouts de Marseille, au lieu d'être déversées dans la mer, avaient pu servir à l'arrosage de la Crau, n'auraient pas donné, à cette région déshéritée, une grande richesse agricole. On peut se demander également ce que deviendrait un territoire comme celui de la Beauce, si les eaux d'égout de Paris pouvaient y être répandues, la transformant en une riche culture fourragère.

Si, avec juste raison, le point de vue de l'épuration, qui a une si grande importance pour l'hygiène publique, doit dominer toute cette question, il nous a semblé important de considérer également le point de vue exclusivement agricole, qui peut avoir des conséquences économiques importantes et qui, bien loin d'être antagoniste de l'épuration proprement dite, conduit à celle-ci implicitement, plus encore que l'épandage sur des surfaces limitées ou que le passage sur les lits bactériens.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE CHIMIE

Par M. JULES GARÇON

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Généralités. — Hydrogénation et déshydrogénation par catalyse. — Précipitation des poussières.
Produits minéraux. — Sur le chalumeau à oxygène. — Étalons en silice.
Ciments et mortiers. — Additions d'huiles. — Influence de la magnésie et de la chaux sur les propriétés des ciments. — Conséquences de l'usage de mortiers mal composés.
Métaux et métallurgie. — Les médailles d'or Carnegie et les médailles d'or Bessemer à l'Iron and Steel Institute de Londres. — Les alliages du vanadium.
Huiles et corps gras. — Les huiles d'olive italiennes. — L'action des huiles sur le fer. — Sur les peintures à l'huile : effet des pigments inertes; essais préalables des peintures.
Industries textiles et tinctoriales. — Correction des teintures trop sombres. — Nouveaux dissolvants de la cellulose.

HYDROGÉNATION ET DÉSHYDROGÉNATION PAR CATALYSE

C'est le titre d'une conférence faite devant la Société chimique allemande, à Berlin, le 13 mai 1911, par M. Paul Sabatier, doyen de la Faculté des sciences de Toulouse, et dont la *Revue scientifique* du 12 août 1911 a donné le texte, épreuves revues et corrigées par l'auteur. M. Sabatier y résume tous les travaux qui se rapportent à la méthode générale d'hydrogénation directe par les métaux divisés, qu'il a instituée depuis une dizaine d'années avec la collaboration de ses élèves, M. Senderens, puis M. Mailhe.

On connaissait depuis le commencement du XIXe siècle (Davy, Dœbereiner) l'activité catalytique du platine divisé, noir ou mousse ; mais cette activité était utilisée surtout pour les réactions d'oxydation. Les hydrogénations accomplies avec son concours étaient fort peu nombreuses. On avait changé de la sorte en ammoniaque les oxydes de l'azote : on savait que la combinaison de l'iode et de l'hydrogène est rendue facile par la présence de mousse de platine, qui abaisse la température de réaction et accélère beaucoup sa vitesse. Il y a une quarantaine d'années, le noir de platine avait permis à de Wilde de réaliser dans une éprouvette l'union de l'hydrogène et de l'acétylène, en éthylène ou éthane. C'était à peu près tout.

Il y a une quinzaine d'années, j'avais, avec M. Senderens, observé la fixation directe du peroxyde d'azote NO^2 sur divers métaux divisés issus de la réduction de leurs oxydes, cuivre, nickel, cobalt, fer, et obtenu ainsi de véritables combinaisons auxquelles j'avais donné le nom de métaux nitrés. Cette formation avait attiré l'attention de Moissan qui, se trouvant avec son carbure de calcium en possession d'un procédé commode de préparation de l'acétylène, songea à fixer ce gaz sur les mêmes métaux et institua, en 1896, avec la collaboration de M. Moureu, des essais directs dans ce sens. La fixation n'eut pas lieu, mais ils constatèrent que l'acétylène dirigé à la température ordinaire sur le nickel, le cobalt, le fer, récemment réduits, ainsi que sur le noir de platine, est décomposé avec incandescence du métal, dépôt volumineux de charbon, dégagement de gaz qu'ils crurent être de l'hydrogène, et production de carbures liquides, qui leur semblèrent formés surtout de benzène, issu de l'action de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

température atteinte sur l'acétylène, comme dans l'expérience connue de Berthelot. Quant à la cause du phénomène, Moissan l'attribua à une simple condensation physique du gaz dans les pores du métal, cette condensation amenant une incandescence de ce dernier, et par suite la destruction pyrogénée de l'acétylène.

J'avoue que mes idées personnelles sur cette expérience furent tout autres ; je pensai que le phénomène n'avait pas une cause physique, mais une cause chimique, et était la conséquence d'une formation temporaire instable. Voyant que Moissan ne continuait pas l'étude de cette curieuse réaction, je songeai à la reprendre, en m'adressant, non pas à l'acétylène, mais à l'éthylène. Je dirigeai de l'éthylène sur du nickel, du fer, du cobalt réduits, maintenus vers 300°. Il se produit de la même manière une vive incandescence ainsi qu'un dépôt abondant de charbon ; mais je constatai que le gaz qui se dégage n'est pas de l'hydrogène pur et contient une forte proportion d'éthane. Celui-ci devait provenir d'une hydrogénation de l'éthylène non détruit, et cette hydrogénation avait sans doute été provoquée par le métal. Effectivement, si sur une colonne de nickel récemment réduit, on dirige un mélange d'éthylène et d'hydrogène, l'éthylène se trouve changé en éthane. Le nickel divisé était de la sorte désigné comme capable de provoquer une fixation directe de l'hydrogène. Nous songeâmes de suite avec M. Senderens à généraliser ce résultat, et nous essayâmes d'hydrogéner ainsi l'acétylène. Le succès fut complet : dès la température ordinaire, en présence d'un excès d'hydrogène, l'acétylène est totalement transformé en éthane, sans aucune destruction ni aucune formation accessoire. Le nickel ne se trouve d'ailleurs nullement modifié et peut continuer indéfiniment à provoquer la même réaction.

Ces expériences, effectuées en 1899, indiquaient donc le nickel récemment réduit de son oxyde comme agent catalyseur d'hydrogénation ; le cobalt, le fer, le cuivre réduits, et aussi le platine divisé partagent plus ou moins cette aptitude.

Nous avons cherché à généraliser cette méthode, et nous nous sommes tout d'abord attaqués à une réaction d'hydrogénation particulièrement difficile, l'hydrogénation du benzène,

Réalisée sous pression dans le tube à acide iodhydrique, elle fournit un hydrocarbure, que Berthelot prit pour le cyclohexane, et qui est en réalité le méthylcyclopentane, bouillant à 69°. Au contraire l'emploi du nickel nous conduisit, vers la fin de 1900, à une formation intégrale de cyclohexane bouillant à 81°. C'était la consécration de la nouvelle méthode, dont nous nous sommes appliqués pendant les années suivantes à enregistrer les succès décisifs dans un très grand nombre de cas.

Principe de la méthode. — L'application en est très simple, il suffit de diriger les vapeurs de la substance en même temps que l'hydrogène sur une colonne du métal catalyseur, noir de platine, ou bien nickel, cobalt, fer, cuivre, réduits de leurs oxydes dans le tube même où aura lieu la réaction, le métal étant maintenu à une température convenable, qui est parfois la température ordinaire, mais qui est généralement comprise entre 150° et 200° ; une température voisine de 180° est très fréquemment la plus convenable.

Des cinq métaux indiqués plus haut, le nickel est le plus actif, et, avec le cobalt, le seul capable d'effectuer certaines hydrogénations, telles que celles du noyau benzénique ; le cuivre est le moins puissant ; le platine et le fer se rangent à côté du cuivre.

Les résultats obtenus par cette méthode d'hydrogénation directe sont très nombreux. M. Sabatier les classe en quatre groupes :

1. Simples réductions avec production d'eau.

2. Réductions effectuées avec fixation simultanée d'hydrogène. C'est le cas de l'oxyde azotique (Faraday), du peroxyde d'azote (Kuhlmann), transformés enammoniaque ; de l'oxyde de carbone et de l'anhydride carbonique (Sabatier) transformés en méthane.

3. Fixation d'hydrogène par addition sur une ou plusieurs liaisons. L'hydrogénation du noyau aromatique, sur le nickel à 180°, fixe H^6 en carbures cyclohexaniques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4. Fixation d'hydrogène avec dédoublements. L'acétylène entre 200°, sur le nickel, fournit des pétroles d'Amérique, pétroles du Caucase, ou pétroles mixtes.

Par déshydrogénation, les hydrocycles tendent à revenir aux cycles primitifs.

PRÉCIPITATION DES POUSSIÈRES DANS LES INDUSTRIES CHIMIQUES, d'après *M. P.-G. Cottrell*, *in* The journal of industrial and engineering chemistry, n° d'août 1911.

L'idée de précipiter par l'action de l'électricité les poussières en suspension dans les gaz est déjà ancienne. Déjà, Hohlfeld en 1824 proposait l'électricité pour supprimer les fumées, et vingt-cinq ans plus tard Guitard l'énonçait de nouveau. Puis Olivier Lodye redécouvrit en 1886 ce même phénomène, et le premier essai d'application industrielle fut fait à la fonderie de plomb de Dee Bonk. L'appareil installé par Hutchings et Lodge consistait en une série de pointes métalliques placées dans les carneaux des fours à plomb et excitées par deux machines électriques Wimshurst à plateau de verre de $1^m,50$. Il ne semble pas que ce système ait donné de bons résultats.

La précipitation des matières en suspension dans les liquides ou les gaz peut se faire soit au moyen de courants alternatifs, soit par courants continus. Dans le premier cas, l'effet du courant électrique est de réunir les particules en suspension de façon à former des parcelles plus grosses qui se déposent sous l'influence de la pesanteur. C'est ainsi qu'on a expérimenté en France et en Angleterre l'action d'ondes hertziennes pour dissiper le brouillard dans l'atmosphère.

Au point de vue industriel, on emploie le courant alternatif dans les districts pétrolifères de Californie pour séparer l'eau émulsionnée des huiles de naphte naturelle.

Les courants alternatifs donnent de bons résultats si les masses liquides ou gazeuses à traiter sont en repos, car alors l'agglomération des parcelles suffit pour qu'elles se déposent rapidement. Il n'en est plus de même si l'on veut traiter une masse considérable de gaz passant rapidement dans des carneaux, même si à la suite, l'on place des chambres de dépôts aussi grandes que la pratique le permet. Dans ce cas, l'action des courants continus est préférable.

Si l'on approche une pointe métallique reliée à l'un des pôles d'une source d'électricité continue à potentiel élevée d'une plaque reliée à l'autre pôle, l'air entre la pointe et la plaque se charge d'électricité de même signe que la pointe, et tout corps flottant dans l'air se charge de la même électricité et est attiré par la plaque chargée d'électricité contraire.

La première difficulté se trouve dans la construction d'une machine à courant continu à haut voltage, et la deuxième dans le fait que les électrodes sont placées presque à la distance où se produiraient des étincelles, dont la production accidentelle endommagerait la machine. Pour y obvier, *M. G. Cottrell* a transformé le courant alternatif d'une dynamo ordinaire en courant alternatif à 20 000 ou 30 000 volts, puis il redresse le courant au moyen d'un collecteur tournant commandé par un moteur synchrone. Le courant redressé est envoyé directement aux électrodes placées dans les carneaux. Celles-ci doivent être d'un côté des plaques, de l'autre les séries de pointes. Pour les plaques, n'importe quelle surface bonne conductrice suffit. Pour les séries de pointes, il est plus difficile d'obtenir des pointes assez rapprochées et distribuant bien partout l'électricité.

Les premiers essais de M. Cottrell ont été faits sur les fumées sulfureuses des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fonderies de cuivre de Californie. Le hasard lui fit observer qu'un fil métallique recouvert de coton et relié à l'un des pôles devenait lumineux sur toute sa longueur dans le voisinage de la plaque métallique reliée à l'autre pôle; les fibres de coton humide constituaient les pointes conductrices. Au lieu de coton, M. Cottrell enroule de l'amiante ou du mica autour du fil. Le léger dépôt d'humidité ou de fumée rend en ce cas les fibres d'amiante ou les lamelles de mica suffisamment conductrices.

Les premiers essais furent faits à l'usine Hercules de la Compagnie des poudres du Pont de Nemours à Pinole sur la baie de San Francisco. Il s'agissait de condenser un brouillard très fin d'acide sulfurique obtenu en mettant en contact avec l'eau un courant gazeux contenant 4 p. 100 d'acide sulfurique anhydre. L'appareil consistait en trois cylindres concentriques en toile métallique, celui du milieu nu, les deux autres garnis d'amiante. L'intervalle d'un cylindre à l'autre était de $3^{cm},15$; la puissance absorbée était de 1/5 de kilowatt pour traiter 5 mètres cubes par minute.

Ces essais attirèrent l'attention de la fonderie de plomb de la compagnie de Jelby à Vallejos Junction pour les fumées d'acide sulfurique, employé pour le départ de l'argent, puis pour les fumées acides provenant des fours de grillage. Dans le premier cas, l'appareil fut formé par des plaques de plomb verticales de 10 centimètres de large sur $1^{m},20$ de long, placées à 10 centimètres l'une de l'autre, et entre les plaques une tige de fer couverte de plomb portant de l'amiante ou du mica. Ce dernier se montra meilleur dans cette atmosphère extrêmement acide. La puissance employée fut de 2 kilowatts pour traiter 141 mètres cubes par minute. Dans le second cas, l'appareil consistait en un conduit garni de plomb de $1^{m},80$ sur $1^{m},80$ de section contenant 38 rangées de 16 plaques de plomb de $1^{m},80$ sur $0^{m},10$, et des barres de décharge avec mica entre chaque paire de plaques. Le volume de gaz traité était de 1 400 mètres cubes; les fumées très acides contenaient de l'acide sulfurique, et de plus des poussières solides.

Toutes les six heures, on arrêtait le courant de gaz, on levait les couvercles et on lavait rapidement les plaques; l'eau de lavage allait à des bassins de dépôt. Un homme en dix minutes effectuait cette opération. Les gaz devaient être refroidis au-dessous de 150°. La puissance employée est de 15 kilowatts.

A la fonderie de cuivre Balakhala à Coram (district de Shaska en Californie), traitant de 700 à 1 000 tonnes de minerai tenant 30 p. 100 de soufre, l'installation faite précipite entre 80 et 90 p. 100 des poussières contenues dans les fumées, correspondant à 6 à 8 tonnes par vingt-quatre heures. Le volume de gaz est entre 5 600 et 8 500 mètres cubes par minute et la puissance employée de 120 kilowatts.

Des essais ont été faits pour la précipitation des fumées d'un four à ciment Portland, et la méthode pourra s'appliquer également aux gaz de hauts fourneaux pour leur emploi dans les moteurs à gaz.

SUR LE CHALUMEAU A OXYGÈNE

Les impuretés de l'oxygène jouent un rôle marquant lorsqu'on s'en sert dans le chalumeau oxacétylénique, pour le coupage du fer et de l'acier, et pour la soudure autogène des métaux. *M. A. E. Tucker* (S. of chemical Industry, 15 juillet 1911) constate que la production actuelle de l'oxygène pour cette application dépasse 1 million de mètres cubes en Grande-Bretagne, un million et demi en France, deux millions en Allemagne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il insiste sur l'économie qu'il y a à employer l'oxygène le plus pur possible, c'est-à-dire sans azote ni hydrogène, car ceux-ci diluent l'oxygène.

Si la pureté de l'oxygène passe de 99,4 à 58,4 p. 100, le même fil de fer demande 60 secondes au lieu de 4 pour être coupé. A 48 d'oxygène, il ne brûle plus.

Si l'impureté croît de 2,5 à 33 p. 100, le temps de découpage devient de 110 à 347 fois p. 100 plus long.

Si la proportion d'oxygène diminue de 99,4 à 96,90, le temps croît de 110 p. 100.

D'ailleurs, avec l'oxygène pur, les coupes sont bien plus nettes. Il faut de l'oxygène à au moins 99,5 p. 100 d'oxygène; à 98, le résultat est moyen; à 97,6, il devient fruste.

Le même effet se produit, s'il existe de l'acide carbonique dans du gaz carburé. La présence de 10 p. 100 d'acide carbonique réduit de 19 p. 100 le pouvoir calorifique, et de 50 p. 100 le pouvoir éclairant.

ÉTALONS DE LONGUEUR EN SILICE

D'après *M. G. W. C. Kaye*, du National physical laboratory de Londres, dans un mémoire sur les étalons de longueur à la Royal Society de Londres (voir ses Proceedings, n° A,580 du 15 août 1911), « les propriétés générales de la silice fondue, en particulier son coefficient de dilatation faible, donnent à cette matière une convenance spéciale pour la construction d'étalons de longueur permanents de haute valeur. Le coefficient de dilatation du platine-iridium, qui a été jusqu'ici la matière première presque exclusivement employée, est encore de 9×10^{-6} par degré, tandis que celui de la silice est environ de 0,4, soit le vingtième. Il est vrai que la meilleure sorte d'invar, acier-nickel de Guillaume à 36 p. 100 de Ni, a un coefficient même plus faible, mais tandis que l'invar est très utile pour des étalons de travaux, il ne convient pas pour établir des étalons primaires, à cause de sa forte hystérésis thermique. Au contraire, la silice fondue est libre de ce défaut; elle coûte beaucoup moins cher que le platine-iridium; et sa fragilité relative est peu à considérer, puisque les étalons primaires ne sont maniés que par des observateurs habiles et entraînés. »

M. Kaye, dans ce travail, a donné le tableau suivant des matières qui ont été utilisées jusqu'ici.

	Densité.	Coefficient de dilatation linéaire.	
Le bronze de Bailey, à 1,2 Cu, 5 Sn, 2 Zn.	8,7	$17,7 \times 10^{-6}$	yard étalon anglais, 1843.
Le platine	21,5	8,9	mètre des archives, Borda, 1795.
Le platine iridié à 9 Pt, 1 Ir	21,6	8,7	prototype international, 1887.
Le nickel	8,9	12,8	
L'acier	7,8	11	
L'acier nickel à 43 p. 100 de Ni	8,2	8	étalon au Japon et en Russie.

Le nickel, dit-il, est probablement le métal pur qui offre la plus grande convenance, et il cite un étalon, établi au National physical laboratory de Londres, qui n'a montré qu'une variation de un dix-millionième de longueur en cinq ans, ce qui est évidemment peu. L'invar de M. Guillaume à 36 de nickel a un très petit coefficient de dilatation, mais il présente des variations qui vont entre 0,3 et $2,5 \times 10^{-6}$.

Voici d'autre part, extraits du même travail, les coefficients de dilatation de divers aciers au nickel.

Ni	0	10	20	30	36	40	50	80	100
$\lambda \times 10^{-6}$	11	13	19,5	12	0,9	6	9,7	12,5	12,8

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CIMENTS ET MORTIERS

La bibliographie des articles qui se rapporte aux ciments est toujours très nourrie. il faut se borner à citer quelques points plus importants, touchant les additions d'huile, l'influence de la magnésie et de la chaux sur les propriétés des ciments, les conséquences de l'usage de mortiers mal composés.

M. L.W. Page (n° de septembre des Proceedings of the american Society of civil engineers, p. 994) a constaté que l'addition d'huile à un mortier ou à un béton de ciment retarde la prise du ciment, mais augmente son imperméabilité à l'eau et le rend hydrofuge. Données déjà connues.

M. W.-A.-B. Walling (Chemical News,...) a trouvé que, contrairement à une indication du « Dictionary of applied chemistry » de Thorpe, la magnésie ne joue pas de rôle, dans la cuisson des pierres à ciment, pour rendre le ciment hydraulique; et qu'au contraire, l'addition d'une faible quantité de chaux avant la cuisson augmente le rendement du ciment.

Donc, dit-il, la prise augmente avec la chaux et diminue avec la magnésie, et la prise du ciment cité par Thorpe est due au silicate de chaux; les silicates de magnésium, d'après l'auteur, ne peuvent que diminuer la valeur du ciment.

Enfin *M. J. Van der Kloes*, professeur à l'Université de Delft, dans le numéro de juillet de la Revue des matériaux de construction, a rapporté que dans un grand nombre de barrages établis en Allemagne, le mortier renfermait beaucoup trop de chaux, de sorte que le mortier tend à se contracter à l'air, et à se détacher des pierres sur lesquelles il est appliqué.

Lorsqu'on détermine la teneur de sable, on n'a jamais en vue que la résistance, et on oublie l'irrégularité des moellons. Les mortiers renferment souvent, dit-il, deux fois trop de chaux, et il recommande d'augmenter le sable. Le mortier : 1 chaux, 1,5 trass, 1,75 sable renferme deux fois trop de chaux pour les revêtements extérieurs.

LES MÉDAILLES D'OR CARNEGIE DE L'IRON AND STEEL INSTITUTE

C'est au Meeting de 1900, à l'Exposition de Paris, que le président de l'Iron and Steel Institute, sir W. Roberts-Austen, exposa qu'il avait reçu une communication de M. Andrew Carnegie, vice-président, annonçant son intention de donner à l'Institut la somme de 6 500 livres sterling pour être consacrée à l'encouragement de recherches de métallurgie. M. Carnegie envoya ultérieurement à l'Institut 32 obligations à 5 p. 100 de la Pittsburg, Bessemer and Lake Erie Railroad Cy (de mille dollars). Il fut décidé qu'on accorderait chaque année une ou plusieurs bourses de recherches et une médaille d'or.

M. Carnegie fut si satisfait du mode d'applications dès la première année qu'il doubla sa donation. En 1905, il donna à la fin de sa présidence une somme complémentaire de 2 500 dollars, ce qui fait un total de 89 000 dollars. Enfin en 1908, il ajouta 11 000 dollars pour les dépenses d'administration et d'impressions des mémoires. La fondation est donc de 100 000 dollars, et son revenu annuel d'environ 25 000 francs.

Les rapports personnels des titulaires des bourses de recherches Carnegie, depuis leur fondation en 1900, ont été imprimés dans le « Journal of Iron and Steel Institute jusqu'en 1903, dans les volumes mêmes des Proceedings; en 1904, dans un volume supplémentaire; en 1905, dans les Proceedings de nouveau; en 1906 en un volume

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

supplémentaire, ainsi qu'en 1907 et en 1908. Ils ont donné lieu, à partir de 1909, à une publication spéciale : *Carnegie scholarship memoirs*, vol. I, 1909; vol. II, 1910.

Les plus importants de ces travaux reçurent des médailles d'or ou des médailles d'argent. Les médailles d'or Carnegie ont été décernées : en 1902, pour la première fois, à M. John Al. Mathews, de New-York ; en 1903, à M. Campion, de Cooper's Hill Engineering College; en 1904, à M. Pierre Breuil, de Paris; en 1905, à M. H.-C.-H. Carpenter, du National Physical Laboratory; en 1906, à M. Léon Guillet, de Paris ; en 1908, à M. Carl Benedicks; en 1909, à M. Albert Portevin, de Paris ; en 1911, à M. Félix Robin, de Paris.

Constatons que sur six Français qui ont reçu des bourses de recherches, cinq ont obtenu des médailles; et que sur huit médailles d'or Carnegie, quatre ont couronné des travaux de Français.

Notons aussi que la médaille d'or Bessemer de l'Iron and Steel Institute a été remise en 1906, en 1909 et en 1911 à des Français : M. Floris Osmond, puis M. Alexandre Pourcel, enfin M. Henry Le Chatelier.

LES MÉDAILLES D'OR BESSEMER

Cette médaille est attribuée pour services exceptionnels rendus aux progrès de la métallurgie, du fer et de l'acier.

La médaille d'or Bessemer a été fondée en 1873 par sir Henry Bessemer; sa donation est de 400 £. Elle a été donnée successivement, depuis 1874, au meeting de mai ou d'automne, à sir Lowthian Bell, sir C. William Siemens, R. F. Mushet, John Percy, Peter Ritter von Tunner, Peter Cooper, Sir Joseph Whithworth, William Menelaus, A. Lyman Holy, G.-J. Snelus et Sidney Gilchrist Thomas, Ed.-W. Richards et Edward Pritchard Martin, R. Ackerman, Edw. Williams, James Riley, D. Adamson, J.-D. Ellis et Henri Schneider (1889); W.-D. Allen et Abr. S. Hewitt, lord Armstrong, Arthur Cooper, J. Fritz, J. Gjres, Henry Marion Howe, H. Wedding, Sir Fr. A. Abel, S. M. la reine Victoria, Henri de Wendel (1900); J. Edm. Stead, Fried. Alfred Krupp, Sir James Kitson, Sir R. A. Hadfield et Andrew Carnegie (1904); J. O. Arnold, Floris Osmond (1906); J.-A. Brinell, Benjamin Talbot, Alexandre Pourcel (1909); E.-H. Saniter, Henry Le Chatelier (1911).

LES ALLIAGES DU VANADIUM

Une étude d'ensemble des alliages du vanadium a été présentée au « Franklin Institute de Philadelphie » par *M. Norris*, de la « Vanadium Sales Cy, » de Pittsburg. (voir Journal of the Franklin Institute, n° de juin 1911, p. 561-584). Voici le résumé de son analyse.

Ce n'est que depuis quelques années qu'on trouve du vanadium en quantités suffisantes pour la métallurgie, bien que presque tous les granits et beaucoup de roches sédimentaires en tiennent de petites quantités. Il se trouve en petites quantités dans beaucoup de minerais de fer (le Creusot a retiré de ses scories basiques, de 1882 à 1902, 80 000 kilogs d'oxyde de vanadium par an) et surtout dans des minerais de plomb à l'état de vanadinite qui est un chloro-vanadate de plomb. Il se trouve également dans des minerais de cuivre, de zinc et d'uranium. En 1905, on a découvert dans les Andes du Pérou un nouveau minerai de vanadium (patronite d'après le nom de l'inventeur Don Antenor Rizo Patron) près de Cerro de Pesco; c'est un sulfure de vanadium contenant 20 p. 100 de vanadium sans contenir de plomb, de cuivre ni de zinc. C'est actuellement la principale source de vanadium.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est en 1863 que Lewis Thompson indiqua que le vanadium (découvert, mais non isolé par del Rio en 1801 et baptisé et isolé en 1830 par Sefstrom) pourrait produire en s'alliant au fer des effets analogues à ceux du nickel, mais les sels de vanadium étaient encore d'une trop grande rareté.

C'est de 1867 à 1870 que sir Henry Roscöe fit des recherches sur le vanadium et ses composés et l'isola à l'état métallique. De ces recherches, date la première application du vanadium dans la fabrication du noir d'aniline. En 1893, Moissan entreprit la préparation du vanadium métallique au four électrique; le métal le plus pur ainsi obtenu tenait de 4,4 à 5,3 de carbone; pour cela il devait remplir d'hydrogène le tube où se faisait la réduction. D'après lui, de tous les métaux réfractaires obtenus au four électrique, le vanadium est le moins fusible (point de fusion 1680°). Cependant le métal s'allie facilement au fer, au cuivre et à l'aluminium. Il obtint un ferrovanadium contenant 20 p. 100 Va et 8 p. 100 C et remarqua que la teneur en C augmentait rapidement avec le temps du séjour dans le four. En remplaçant l'oxyde de fer par l'oxyde de cuivre, il obtint un alliage contenant 96,5 Cu et 3,38 Va. Cet alliage, beaucoup plus dur que le cuivre, pouvait se marteler et se limer aisément. En ajoutant un mélange d'oxyde de vanadium et de poudre d'aluminium à l'aluminium fondu, il obtint un alliage à 2,5 de Va. Des recherches ultérieures ont démontré que le vanadium s'allie aisément avec le manganèse, le chrome, le nickel, le silicium et d'autres métaux.

Au cours de ses recherches sur les carbures de vanadium, Moissan découvrit plusieurs carbures : CV, CV^2, C^3V^4 et C^2V^3; mais celui qui se forme en général est CV, contenant théoriquement 18,97 C et 81,03 V. Le carbure qu'il produisit contenait 18,39 C et 81,26 V.

En 1899, Cowper Cowles réussit à obtenir des dépôts de vanadium électrolytiques, mais l'auteur n'a vu aucune analyse de ce métal ni aucune autre recherche à ce sujet. De légers changements dans la densité du courant, la température ou la concentration du bain donnent un précipité d'oxyde en place du métal.

Il semble que dès 1890 on ait eu quelques indications sur les effets du vanadium dans les aciers, mais les principales recherches publiées datent de 1896; ce sont les essais faits à Firminy pour des plaques de blindage et un rapport de Hélouis à la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale sur les alliages du vanadium avec l'acier, le cuivre et l'aluminium. Ces essais n'aboutirent pas en pratique ; principalement à cause de la rareté du vanadium et de son prix élevé. A Firminy, on éprouva de grandes difficultés pour introduire le vanadium dans l'acier et un seul essai sur trois réussit. Mais l'essai donnait des résultats concluants sur la supériorité de l'acier au vanadium.

C'est à la suite des travaux de Arnold en 1900 que l'attention fut attirée sur les qualités données aux alliages par le vanadium. Les essais d'Arnold portèrent sur les aciers doux et les aciers durs. Il trouva que de l'acier dur à 1,25 p. 100 C allié à 3 p. 100 de vanadium pouvait couper 75 p. 100 de métal au tour en plus que le même acier allié à 3 p. 100 de tungstène. Pour les aciers doux, il trouva qu'en alliant quelques millièmes de vanadium, on augmentait la limite élastique de 30 à 50 p. 100 sans diminuer la ductilité. Dans son opinion, le vanadium est certainement avec le carbone l'élément qui modifie le plus les aciers, même ajouté à très faible teneur. C'était alors le début des aciers rapides, inaugurés à l'Exposition de Paris par la maison Taylor White Steel. Un des meilleurs aciers rapides était un acier au chrome tungstène contenant 0,30 p. 100 de vanadium, et aujourd'hui tous les bons aciers rapides en contiennent.

En 1904, Sankey et Smith publièrent à l'Institute of Mechanical Engineers un travail très complet sur les aciers au chrome-vanadium et la découverte de la mine péruvienne de vanadium permit de produire commercialement les aciers au vanadium.

En 1905, on avait fabriqué en tout environ 800 tonnes d'acier au vanadium qui ont été employées surtout dans l'industrie des automobiles et dans celle des aciers rapides. En 1910 la production de l'acier au vanadium peut être évaluée à plus de 50 000 tonnes depuis le début; ce qui est considérable, vu que dans l'intervalle se placent trois années de dépression industrielle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le vanadium a un poids atomique de 51,3, une densité de 5,5 ; il n'est pas magnétique ; il a une forte résistance spécifique, fond à 1 680° ; c'est le métal le plus dur et le plus difficile à réduire. En raison de son point de fusion élevé, même si on pouvait le préparer assez pur à l'état métallique, il serait difficile de l'allier aux autres métaux. Pour surmonter cette difficulté, on prépare, au lieu du métal pur, des alliages riches en vanadium.

Le ferro-vanadium tient approximativement un tiers de vanadium (30 à 40 p. 100). Outre le vanadium et le fer, il tient un peu de silicium et d'aluminium, en général moins de 2 p. 100 de chacun. Son point de fusion est de 1 340° à 1 400°. Le point de fusion dépend en effet des teneurs en vanadium et aussi des teneurs des autres métaux présents. La densité est de 7,34. Cet alliage est dur, mais non cassant et se broie difficilement ; les mâchoires des broyeurs s'usent très rapidement. L'alliage préparé au four électrique contient de 1,5 jusqu'à 6 p. 100 de carbone ; celui-ci est combiné au vanadium dans la proportion de 4,25 de vanadium pour chaque unité de C. Le carbure de vanadium ne s'allie pas au fer ; et si on ajoute cet alliage au fer, le carbure de vanadium reste à la surface du bain, ou reste en partie en suspension dans le métal, donnant des grains durs et des défauts dans l'acier ; c'est pourquoi on préfère le ferro-vanadium obtenu par réduction au moyen de l'aluminium qui est exempt de carbone.

L'auteur a traité pendant une semaine un ferro-vanadium avec 6 p. 100 C pulvérisé par de l'acide chlorhydrique en décantant chaque jour et renouvelant l'acide. L'acide décanté ne contenait aucune trace de vanadium, et au bout de la semaine tout le fer de l'alliage s'était dissous, laissant le carbone et le vanadium. Le ferro-vanadium ne contenait donc pas de véritable combinaison de fer et de vanadium.

On mélange de l'oxyde de vanadium, de l'oxyde de fer et de la poudre d'aluminium ; on en met une petite quantité dans un grand creuset brasqué en magnésie et on l'allume, puis on ajoute petit à petit de nouvelles quantités du mélange. La réaction est moins violente que par la méthode bien connue de Goldschmidt.

Selon Arnold, le vanadium se combine dans les aciers et forme un carbure double de fer et de vanadium ; il favorise l'homogénéité dans la distribution du carbone et des autres éléments et s'oppose à la ségrégation. De très faibles proportions de vanadium empêchent l'acier de devenir cassant sous l'action de vibrations répétées. Depuis dix ans qu'on utilise les aciers au vanadium, on peut dire que l'expérience a confirmé ces prévisions. Avec deux ou trois millièmes de vanadium, l'acier devient bien plus sensible à la trempe ; la limite élastique, la charge de rupture et la dureté de l'acier trempé sont augmentées sans que les propriétés de l'acier recuit soient modifiées. En raison de son affinité pour l'oxygène et l'azote, le vanadium purifie l'acier ; mais en raison de son prix élevé, le métallurgiste cherche à en employer le moins possible à cet usage.

L'un des premiers usages de l'acier au vanadium a été dans les blindages. Actuellement les blindages de pont, les boucliers de canon, etc., sont faits en acier au vanadium. Aux États-Unis, le gouvernement a pu rendre beaucoup plus rigoureux les essais balistiques que doivent subir les blindages.

Par exemple les essais de recette pour les plaques de pont se faisaient auparavant d'après le tableau suivant :

CARACTÉRISTIQUES DES ESSAIS BALISTIQUES POUR LA RECETTE DES PLAQUES DE PONT EN ACIER AU NICKEL

Épaisseur de la plaque. mm.	Calibre du canon. mm.	Vitesse du projectile. m. s.	1/2 force vive du projectile. kgm.	Angle d'incidence.
25,4	101,6	405	10 219	7
38,1	152,4	541	25 547	7
50,8	152,4	563	27 870	7
63,5	152,4	587	38 553	9
76,2	152,4	609	41 805	9

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mêmes caractéristiques pour les plaques en acier au vanadium :

mm.	mm.	m. s.	kgm.	
25,4	152,4	405	17 837	9
38,1	152,4	582	36 974	9
50,8	203,2	469	60 385	9
63,5	203,2	580	89 184	9
76,2	203,2	658	117 983	9
88,9	203,2	734	146 782	9
101,6	203,2	804	176 510	9

Les caractéristiques de l'acier au vanadium pour blindages sont :

Charge de rupture, 91 kg. par mm² — Limite élastique, 83 kg.
Allongement sur 50 mm., 19 p. 100. — Striction, 50 p. 100

Pour être reçues, les plaques ne doivent pas être traversées par le projectile ni être fissurées. Le tableau des conditions d'essai prouve l'énorme supériorité de l'acier au vanadium.

L'acier au vanadium conserve sa dureté et sa résistance aux températures élevées dans de bien plus grandes proportions que les autres aciers. On le remarque pour les valves des moteurs à gaz ou à essence et pour les aciers rapides. Il semble que l'acier au vanadium serait le meilleur métal à employer pour les tubes de canon et les canons de fusil, afin de résister à la corrosion par le gaz. On l'emploie déjà assez souvent pour les canons de fusil.

Ce sont les aciers rapides qui contiennent le plus de vanadium. Ces aciers sont des aciers au carbone, chrome et tungstène contenant de 0,5 à 1 p. 100 de vanadium. Ce dernier augmente de 30 p. 100 l'efficacité de l'acier. Mais ce sont surtout les aciers pour pièces de machines que l'on emploie le plus. Ces aciers sont des aciers chrome vanadium, nickel vanadium et chrome nickel vanadium et s'emploient surtout dans la construction des automobiles. Les chemins de fer ont essayé l'emploi de ce genre d'acier et en emploient aujourd'hui beaucoup. Comme tous les aciers composés, on les emploie après trempe et recuit.

Le traitement thermique final est le plus important; il doit être appliqué par des ouvriers adroits munis de pyromètres exacts, et les fours doivent être construits de façon à chauffer bien uniformément tout en permettant un réglage facile de la température. Les bassins de trempe doivent être bien placés et assez grands pour que le bain ne s'échauffe pas.

Les principaux aciers sont les aciers chrome vanadium qu'on trouve en trois qualités, dont les compositions sont les suivantes :

	A	D	E
Carbone	0,25	0,45	0,15
Manganèse	0,45	0,80	0,30
Chrome	0,80	1,00	0,30
Vanadium	0,18	0,18	0,12

L'acier A s'emploie surtout pour des pièces forgées qu'on trempe à l'huile, ou quelquefois pour des pièces moulées en coquille. Les pièces de forge, après trempe et recuit, ont une limite élastique de 93 à 102 kilogs par millimètre carré et une charge de rupture de 110 à 129 kilogs, un allongement de 20 p. 100 sur 50 millimètres et une striction de 60 p. 100. On arrive même à des résistances encore plus élevées dans des arbres manivelles, etc. Naturellement les dimensions de la pièce trempée modifient les qualités acquises par la trempe, et les essais sur des barres de faibles diamètres donnent des résultats qu'on ne peut reproduire avec les pièces de forge usuelles. Pour les sections ordinairement employées pour les pièces d'automobiles, ces résultats s'obtiennent couramment. Dans les pièces pour locomotives ou wagons, il faut s'attendre à une diminution, mais pour les aciers au vanadium, la diminution est moindre que pour les aciers au carbone.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour la fabrication des cylindres employés au transport de gaz comprimés (oxygène, acide carbonique), des envois, faits en janvier 1910 par la National Tube C^ie, ont montré la supériorité des cylindres en acier au chrome-vanadium trempé et recuit. Des cylindres de 6^mm,3 d'épaisseur, de 220^mm,6 de diamètre extérieur et de 1^m,295 de long pèsent 47^kg,600; ils commencent à se déformer sous des pressions de 575 à 761 kilogs par centimètre carré, et éclatent sans se fragmenter sous des pressions de 600 à 789 kgs. Le gouvernement des États-Unis a adopté pour tous les réservoirs à air comprimé de la marine l'acier chrome-vanadium.

Le type D des aciers chrome-vanadium s'emploie surtout pour les ressorts et les engrenages trempés à l'huile. Dans les teneurs de carbone les plus basses, on l'emploie aussi dans l'industrie automobile pour des arbres, si l'on veut une limite élastique élevée. Pour les bandages et roues des locomotives, cet acier s'est montré remarquable. Il est aussi en usage pour les scies à froid ou à chaud dans les aciéries. Une scie à chaud coupant des poutrelles, tournant à 1 100 tours, a pu couper 18 000 tonnes. Une scie coupant des blooms de 127 millimètres d'épaisseur et 762 millimètres de large fit 585 coupes, tandis qu'une scie ordinaire faisait 9 coupes.

Le type E est surtout usité pour les pièces moulées en coquilles. Il est excellent pour les cadres de locomotives ou de wagons.

Les alliages du vanadium avec le cuivre et l'aluminium ont quelques emplois industriels. Le cupro-vanadium contient environ 3 p. 100 V. L'alliage eutectique en contient environ (7 p. 100 et il est difficile d'obtenir des alliages en tenant une plus forte proportion à cause du point de fusion élevé de ces alliages. On obtient difficilement le cupro-vanadium pur et le plus souvent il contient du fer et de l'aluminium. Le vanadium à la teneur de quelques millièmes, diminue beaucoup la conductibilité électrique du cuivre; il augmente de 10 à 20 p. 100 la limite élastique, la charge de rupture et la ductilité.

Hélouis a obtenu des bronzes au vanadium, notamment un bronze d'aluminium (94.5 Cu 5,5 Al et 0,5 V) qui donna une charge de rupture de 90 kilogs par millimètre carré, tandis que le même bronze sans vanadium avait pour charge de rupture 46 kilogs. Un essai récent de trace de vanadium ajouté à du laiton ou métal de Muntz (60 p. 100 Cu et 40 Zn) a donné :

	Métal sans vanadium.	Métal avec trace de vanadium.
Charge de rupture	35 kg. 2	45 kg. 5
Allongement sur 50 mm.	28 p. 100	45 p. 100
Striction	30 p. 100	42 p. 100

Dans les bronzes au manganèse, on a obtenu les résultats suivants :

	Bronze. Manganèse ordinaire.	Bronze. Manganèse vanadium.
Cu	58,81	58,56
Zn	38,08	38,54
Al	1,22	1,48
Mn	0,69	0,48
Fe	0,84	1,00
Vanadium	»	0,03
Limite élastique	27^kg,4	46^kg,9
Charge de rupture	50,3	75,6
Allongement sur 50 mm.	22	12
Striction	18	14

On emploie à présent pour les bateaux sous-marins et les tubes lance-torpilles un bronze au vanadium de composition analogue au bronze manganèse, mais sans manganèse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un cylindre de 14mm,3 d'épaisseur, de 76mm,2 de diamètre, et de 381 millimètres de long a résisté à une pression hydraulique de 836 kilogs. Les essais ont donné :

		Bronze étiré à froid.	
	Bronze moulé.	Barres à 15mm,8	Fil 9mm,5
Limite élastique	26kg,4	74kgs	75kg,7
Charge de rupture	65,9	85,4	93,5
Allongement sur 50 mm	32 p. 100	11,5	12
Striction	27,8 p. 100	29,3	33,6

Dans le métal pour coussinets, le vanadium pourrait rendre des services. Une crapaudine d'une machine à polir les glaces supportant un poids de 83 à 93 kilogs par centimètre, tournant à 30 tours par minute, ne présentait pas d'usure au bout de douze mois de marche. Le métal était du bronze ordinairement employé pour les coussinets avec une addition de 0,05 p. 100 de vanadium.

L'alliage aluminium vanadium de Moissan contenait 2,5 p. 100 Va et était plus résistant, et un peu plus dur que l'aluminium. Hélouis obtint un alliage très sonore à 1 p. 100 de Va, dont la charge de rupture était 22kg,4. Matignon et Monnet ont obtenu un alliage répondant à la composition AlV (32,81 Al et 67,87 Va). L'emploi de vanadium pour les moulages d'aluminium augmenterait beaucoup leur résistance et leur ductilité.

LES HUILES D'OLIVES ITALIENNES

Le professeur *Oreste Bordiga* a donné une importante communication aux « Atti del R. Istituto d'incoraggiamento di Napoli » (1909, p. 45 à 70) sur la production des huiles d'olive en Italie, ses rapports avec le commerce et la production des autres pays.

La culture de l'olivier est l'une des plus répandues en Italie. Mais elle est plutôt en décroissance, car la statistique constate trois faits principaux qui sont : la diminution constante des exportations, l'augmentation des importations d'huiles et de graines, enfin la diminution des prix sur tous les marchés de la péninsule italienne.

Le pourcentage d'huiles fournies par les diverses graines oléagineuses est, en deux extractions, pour le :

Colza	30 à 43	la 2e extraction donnant 8 à 13
Navette	30 à 36	
Chènevis	20 à 25	
Arachide	38 à 40	(non décortiquée)
Coton	18 à 20	
Sésame	42 à 50	en trois extractions 22 à 29, 11, 8 à 10
Lin	29 à 39	pour la 2e 9 à 14
Chanvre	27	
Œillette	39 à 45	— 7
Ricin	38 à 44	— 6 à 12
Coco, coprah	60 à 66	
Olive	16 à 25	

La production olivière italienne, en 1907-1908, a été, pour 1 099 615 hectares, de 2 855 749 hectolitres. Dans la période quinquennale 1901-1906, une moyenne de 1 092 000 hectares cultivés ont produit 2 682 000 hectolitres.

La production la plus élevée a été de 3 402 000 en 1905-06, et la moins forte de 1 113 350 en 1906-1907.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le prix en or par quintal a été de 142 lires en 1905, 121 en 1906, 129,45 en 1907 sur le marché de Lucques, et pour les huiles de Gallipoli sur le marché de Naples 71,9; 75,7; 83,7. Le marché de Lucques était en 1879-88 de 165,13; en 1898-1907 de 134,43.

La masse des huiles de graines, produites dans le monde entier, est immense.

Les arachides occupent 2 500 000 hectares aux Indes britanniques. L'Afrique tropicale produit une masse énorme de graines de sésame, d'arachides, de palmes et de noix de coco. Il en est de même des graines de coton, aux États-Unis, des graines de lin en Argentine, des graines de lin et de chanvre en Russie.

Les pays qui produisent le plus d'olives sont ceux du bassin de la Méditerranée, et d'abord l'Italie, l'Espagne, le Portugal, l'Algérie, la Tunisie, l'Asie Mineure, avec quelques régions de la Turquie d'Europe et la Grèce. La Dalmatie en Autriche, la Provence et le Languedoc en France produisent pour elles sans exporter. Lorsque l'Italie manque, elle importe surtout de l'Espagne et de la Tunisie.

SUR LES COULEURS DE PEINTURES

L'effet des pigments inertes dans les peintures pour bâtiments et pour métaux a été étudié par *Sabin* et par *H. A. Gardner* (Journal of industrial and engineering chemistry, mars et septembre 1911).

Sabin a constaté que l'addition de pigments regardés comme inertes, tels que les barytes, le chinaclay, à de l'huile de lin, accélère la siccativité de cette huile; il l'attribue à ce que la présence de ces corps met obstacle au processus de suroxydation.

Gardner au contraire regarde leur action comme plutôt d'ordre physique; par leur diffusion dans la masse huileuse, ils augmentent la surface exposée à l'oxygène de l'air. et c'est par cette influence catalytique qu'ils agissent sur le séchage de l'huile.

Ces pigments ont-ils quelque action chimique sur l'huile? Gardner, pour résoudre la question, a pris 5 grammes de chacun des produits réputés inertes et d'autres produits réputés actifs qui sont cités plus loin; il les a pulvérisés chacun à part dans un mortier d'agate, les a mélangés à quantité égale d'huile de lin, puis les a laissés à l'air, dans un verre de montre taré, pendant un mois. Au bout de ce temps, il a traité chaque essai par de la benzine, afin d'extraire l'huile; puis on faisait s'évaporer la benzine, on brûlait l'huile, et on pesait les cendres.

Voici les résultats obtenus en cendres p. 100 de l'huile.

Huile de lin brute	0,003	Jaune de chrome	0,025 (en PbO).
Barytes	0,003	Lithopone	0,031 (en ZnO).
Blanc fixe	0,003	Bleu de Prusse	0,032 (en Fe^2O^3).
Silice	0,003	Blanc de plomb sublimé	0,033 (en PbO).
Amiante	0,005	Oxyde de zinc	0,105 (en ZnO).
Chinaclay	0,007	Blanc de plomb	0,116 (en PbO).
Whiting	0,008	Rouge de plomb	0,211 (en PbO).

On voit, par ces chiffres, que les pigments inertes, tels que les barytes, le blanc fixe, la silice ne possèdent aucune action sur l'huile de lin. Il en est de même pour l'amiante et la chinaclay, car les traces de cendres qu'elles apportent dans l'huile sont extrêmement faibles, même pour le whiting dans les premiers temps de son action; le dernier, qui a une nature un peu alcaline en quelque sorte, finit par agir à la longue.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais tous les pigments actifs, tels que le blanc de plomb, montrent une action très nette. Le rouge de plomb réagit aussitôt.

L'huile de lin, qui servit à ces essais, ne possédait qu'un indice d'acide très faible ; 1,84. Donc, les couleurs basiques ont une action saponifiante très nette sur l'huile.

Peut-on faire subir des *essais* assez rapides aux couleurs de peinture destinées aux surfaces métalliques ? Tant que la couche de peinture persiste, le fer reste indemne de toute action corrodante. Existe-t-il un moyen de se rendre compte du temps qu'une peinture peut demeurer protectrice, sans être obligé d'attendre que la corrosion ait commencé.

MM. H. K. Benson et *C. Pollock*, dans le Journal of industrial chemistry de septembre, proposent un moyen comparatif entre des peintures diverses. L'appareil de mesure comprend une cuve d'électrolyse à solution de sel, dont l'anode est une pièce d'acier recouverte de la peinture à essayer, et la cathode est en platine. On place l'anode et la cathode à 10 centimètres l'une de l'autre, puis on fait passer un courant direct de 8 volts. On mesure le courant à sa sortie, à l'aide d'un milliammètre. L'anode était recouverte de deux couches de peinture, la seconde après qu'on eut laissé la première couche sécher une semaine. Au bout d'une seconde semaine, on mit les électrodes à sécher dans un four où on les tint pendant douze heures à 45°. Bien entendu, que toutes les anodes avaient la même surface plongée dans la solution électrolytique.

En prenant comme unité la peinture à l'alumine, on trouve que celle au goudron et au ciment a comme valeur protectrice 0,718 ; celle à l'asphalte 0,598 ; celle au rouge de plomb 0,396 ; à la poix 0,302 ; au graphite 0,277 ; à la laque 0,169 ; au ciment 0,122. Mais pour avoir une idée juste de la valeur protectrice des peintures, les auteurs recommandent de comparer à l'essai Cushman, proposé par le bulletin 35 de l'Office of public roads, du Department of agriculture des États-Unis.

L'ACTION DES HUILES SUR LE FER

(Extrait de l'ouvrage de *J. Newton Friend*, édité à Londres en 1911, pp. 171-180).

De minces couches d'huile ou de graisse étendues à la surface du fer empêchent la corrosion du métal pendant de longues périodes de repos ; cette action est bien connue et très fréquemment utilisée. En outre les huiles lubrifiantes ou pour machines sont réclamées en quantités énormes pour diminuer les frottements des machines ; et des milliers de tonnes d'huiles siccatives sont employées chaque année dans le monde civilisé pour peindre, laquer ou émailler les constructions en fer ou en acier. Il serait fort à désirer pour beaucoup de raisons qu'il fût fait une étude exacte de l'action de ces huiles sur le fer. Malheureusement ce sujet n'a guère attiré l'attention des chimistes ni des mécaniciens.

1° *Huiles siccatives.* — Puisque ces huiles sont employées en très grandes quantités dans la fabrication de peintures pour ouvrages en fer, il est important de savoir si elles peuvent dissoudre le fer d'une façon appréciable. Si elles le peuvent, les couches de peinture peuvent devenir des solutions saturées de sels de fer et, étant exposées à l'air humide, elles absorberont de l'eau et de l'oxygène en formant de la rouille. En raison de l'accroissement de volume considérable amené par cette transformation, la couche de peinture sera partiellement désagrégée. Tout au moins, elle deviendra poreuse et ne formera plus qu'une médiocre protection pour le métal qu'elle recouvre. Toutes autres conditions égales, la meilleure huile siccative pour la fabrication de peinture employée à la protection des ouvrages en fer sera par conséquent celle qui exercera sur le fer la moindre action dissolvante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Marcy (1) a exposé environ 3 grammes de fer à l'action d'huile de lin pendant dix jours à la température d'une chambre et n'a trouvé aucune perte de poids (2). Par suite évidemment, l'huile de lin ne peut avoir sur le fer qu'une action inappréciable. Friend (3) a fait des essais très complets sur l'action de plusieurs huiles siccatives communément employées pour le fer. Ces huiles examinées étaient très pures, parfaitement neutres (4), présentaient des poids spécifiques normaux ainsi que les chiffres relatifs à la saponification et aux indices d'iode. Des morceaux de tôle de fer pur de Kahlbaum, mesurant $6^{cm} \times 0^{cm},5$, furent enfermés dans des tubes de verre contenant de 10 à 12 centimètres cubes d'huile, le reste du tube étant occupé par l'air. Une série de ces tubes était chauffée à 100° durant la journée et abandonnée au refroidissement pendant la nuit. Après douze jours durant lesquels les tubes ont été maintenus à 100° en tout pendant environ vingt-quatre heures, on ouvrit les tubes, on nota l'apparence du métal et on mesura la variation de poids. Les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

A. — RÉSULTATS OBTENUS EN CHAUFFANT LE FER A 100° ET REFROIDISSANT ALTERNATIVEMENT PENDANT DOUZE JOURS

Huile.	Poids initial du fer. grammes.	Perte de poids.	Observations.
Huile de lin (brute)	0,5384	0,0000	Métal brillant.
Huile de lin (cuite).	0,5398	0,0002	Métal terne couleur ardoise.
Huile d'œillette	0,5274	0,0000	Métal brillant.
Huile de tung (de bois chinois).	0,5392	0,0000	Métal brillant.

Par conséquent, il est clair que l'action dissolvante des huiles sur le fer est négligeable dans les conditions ci-dessus ; au point de vue de l'action sur le métal, il n'y a aucune raison pour ne pas chauffer au préalable la peinture à appliquer sur les ouvrages en fer lorsque la température est froide, comme on l'a souvent indiqué.

Une seconde série de tubes contenant des rectangles de tôle plus grands $5^{cm} \times 3^{cm}$, fut maintenue pendant dix semaines à la température de la chambre avec les résultats suivants :

B. — RÉSULTATS DE L'ACTION DE L'HUILE SUR LE FER APRÈS DIX SEMAINES

Huile de lin (brute)	2,0866	0,0026	Métal brillant.
Huile de lin (cuite)	2,0463	0,0000	Métal terne. Probablement les pertes résultant de la dissolution ont été compensées par l'augmentation de poids due à l'oxydation.
Huile d'œillette	2,0268	0,0030	Métal brillant.
Huile de tung	2,0974	0,0000	Métal brillant.

(1) Marcy, *Engineering News*, 1893, 30, 78.

(2) W. H. Watson (*British Association Reports*, 1880 ; résumé dans le *J. Iron and Steel Institute*, 1880, II, 665) a trouvé que l'huile de lin attaque vivement le fer dans les vingt-quatre heures ; mais comme ces résultats sont anormaux et excessifs pour les huiles employées, il est très probable que ces dernières étaient impures.

(3) Mémoire de Carnegie intitulé « Corrosion et préservation du fer », *J. Iron and Steel Institute*, 1911.

(4) Ce point est très important, car la plupart des huiles sont raffinées par traitement avec l'acide sulfurique étendu, et si cet acide n'est pas complètement enlevé ensuite, avant que l'huile soit mise en vente, il est facile de comprendre que ces huiles exerceraient une corrosion très marquée sur le fer et du reste sur les métaux en général.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une troisième série d'échantillons fut traitée comme la série B, mais le métal ne fut pesé de nouveau qu'après cinq mois.

C. — RÉSULTATS DE L'ACTION DE L'HUILE SUR LE FER APRÈS CINQ MOIS

Huile.	Poids initial du fer. grammes.	Perte de poids.	Observations.
Huile de lin (brute)	2,0504	— 0,0005	Métal brillant.
Huile de lin (cuite).	2,0796	+ 0,0022	Métal terne. Augmentation de poids par oxydation.
Huile d'œillette	2,0526	— 0,0006	Métal brillant.
Huile de tung	2,0388	— 0,0004	Métal brillant.

Ces résultats montrent que l'action dissolvante des huiles est très faible, même après plusieurs mois. Si l'on peut faire un choix parmi les huiles, l'huile de tung paraît avoir l'avantage.

2° *Huiles non siccatives.* — Marcy (1) a publié aussi une série importante de résultats obtenus avec certaines huiles non siccatives bien connues; il expose environ 3 grammes de fer à leur action pendant dix jours. Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau suivant :

ACTION DES HUILES NON SICCATIVES SUR LE FER

	Poids initial du fer. grammes.	Perte de poids.	Action dissolvante comparée.
Huile d'olives.	2,1830	0,0025	100
Huile de baleine	2,2788	0,0012	48
Huile de pied de bœuf.	2,2096	0,0011	44
Huile de coton	2,7205	0,0009	36
Huile de ricin	2,7054	0,0007	28
Oléine	2,2645	0,0005	20
Huile d'amandes	2,2560	0,0004	16
Huile de colza.	2,5180	0,0000	0

Ces résultats ne sont pas d'accord avec ceux de Tucker (2) qui a exposé du fer à l'action de diverses huiles pendant trente-six heures seulement. Les actions dissolvantes relatives des huiles sont, selon ses recherches, dans l'ordre décroissant :

Huile de baleine dissolvant 0^{gr},0740 de fer par litre; huile d'olive, 0,0624; oléine, 0,0240; huile de ricin, 0,0068.

Les positions relatives des huiles de baleine et d'olive, d'oleine et d'huile de ricin sont inversées.

Une série d'essais pendant douze mois a été faite en Amérique, la température variant de 10° à 27° (3). On trouva que le suif était la substance attaquant le plus le fer, et l'huile de phoque celle l'attaquant le moins.

3° *Huiles d'hydrocarbures.* — L'action des huiles lubrifiantes minérales est d'une grande importance ; mais elle a été singulièrement négligée jusqu'à une époque assez récente. Tucker a exposé pendant trente-six heures du fer à l'action de la valvoline (huile à cylindres, densité 0,921) et à l'action d'huile lubrifiante (densité 0,915); il trouva qu'il ne s'était produit aucune attaque sensible.

D. Holde a publié les résultats de recherches très étendues sur l'action de diverses huiles

(1) Marcy, *Engineering News*, 1893, 30, 70.
(2) Tucker, dans *South Staffs Inst. Iron and Steelworks Managers*, 30 janvier 1897.
(3) *Engineering and Mining Journal*, 1891, 51, 632.
(4) Tucker, *South Staffs Inst. Iron and Steelworks Managers*, 30 janvier 1897.
(5) Holde, *Mitteilungen aus dem Königlichen technischen Versuchsanstalten*, 1895, 13, 174.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lubrifiantes sur le fer. Il donne la palme à l'huile minérale écossaise fluide et montre la nature très variable de l'action de dissolution des divers échantillons d'une même sorte d'huile sur le fer. Pour les détails plus complets, le lecteur peut se référer au travail original.

CORRECTION DES TEINTURES TROP SOMBRES

La correction des teintures trop sombres sur la laine est une question délicate. Dyer (de mars et avril) donne sur ce point des indications générales.

Il faut noter d'abord qu'une couleur vive peut remonter une couleur terne; sur un vert poussiéreux, remonter en vert ou en jaune; sur un brun marron, remonter avec un peu d'orange ou d'écarlate vif produira les meilleurs effets.

Les agents dont on peut se servir, pour modifier les teintes défectueuses, sont les alcalis, les acides et les hydrosulfites. Des alcalis, l'ammoniaque seule est utilisable sur laine, parce qu'elle n'attaque pas la fibre : même le savon, surtout à chaud, risque d'altérer la fibre. Les acides organiques n'ont presque pas d'action sur la fibre; l'acide acétique, l'acide oxalique, l'acide tartrique sont dans ce cas. L'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique affaiblissent la fibre si on ne les emploie pas avec réserve; en tous cas, le lavage qui suit doit être poussé à fond, parce que s'il reste des traces d'acide, elles se concentrent au séchage et la fibre est affaiblie. L'acide nitrique est un excellent agent de démontage, mais il pousse toutes les nuances au jaune.

Quant à l'action des acides sur les couleurs à mordants, elle est très variable, tantôt avantageuse, tantôt nuisible. Les bleus d'anthracène et les alizarine-cyarines sont changés en nuances, et leur solidité au foulon et à la lumière est réduite, tandis que les couleurs d'alizarine à l'acide sont améliorées.

Les couleurs basiques et acides sont généralement plus aisées à démonter que les couleurs à mordants. Dans la teinture des couleurs acides, l'agent auxiliaire, soit le sel de Glauber, a pour rôle de retarder la teinture, et par conséquent, si le bain est trop prononcé, une addition de 10 p. 100 de sel de Glauber suffira pour contre-balancer l'effet; ou encore la dilution du bain.

Le bleu patenté se teint en bain alcalin. Là, il sera souvent utile de procéder en deux bains successifs.

Avec les verts acides, le traitement d'abaissement fait à l'ammoniaque n'est que provisoire, car la teinte est restaurée dans son intensité primitive, si l'on passe en bain acide. Au contraire, les rouges pour tissus, les géranines, abandonnent beaucoup à un bain ammoniacal.

Les chlorures décolorants auraient un effet pernicieux pour la fibre.

Parfois le bain d'ammoniaque ne donne d'effet que si on le fait suivre d'un bain acide; c'est le cas pour un bleu indigo, verdi à l'excès avec de la chrysophénine.

Les acides réduisent moins bien que les alcalis; leur sphère d'action s'exerce surtout sur les couleurs à mordants. Celles à base de fustet, de campêche, de brun d'anthracène, cèdent bien à l'acide sulfurique; l'alizarine et l'orangé d'alizarine résistent au traitement; les bleus d'anthracène et les marins à l'alizarine-cyanine brunissent; l'action des hydrosulfites est sans effet.

Dans le cas du campêche, on démonte à l'acide sulfurique, puis on remonte à l'ammoniaque; l'acide vire au rouge, l'ammoniaque au bleu. Mieux vaudrait donner un bain de bisulfite (bisulfite 5, acide acétique 3) à 85°.

Si un noir au campêche est bronzé, parce que le bain de mordançage renfermait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trop peu de chrome, ou parce que le bouillon n'a pas été suffisant, un bain ammoniacal sera bon.

Le composant bleu des teintes marron et bronze est souvent une couleur noir-bleu ou gris-bleu; tel le noir-bleu d'alizarine B, qui monte sur bain neutre. Presque tous les succédanés moins chers demandent un peu d'acide pour monter, et présentent au premier temps de la teinture une apparence rougeâtre. S'il y a excès, un simple bouillon suffira à les bleuir; un traitement à l'acide éclaircira : c'est le cas si un brun d'alizarine est trop foncé.

Si les teintes sont beaucoup trop foncées, on devra recourir aux hydrosulfites : hyraldite Z de la manufacture lyonnaise de matières colorantes à 2 à 4 p. 100 avec 2,5 à 5 d'acide formique; hydrosulfite concentré de la même maison (solution à 1 p. 100 eau), commençant à froid, et chauffant peu à peu jusqu'à ce que l'effet soit obtenu; rongalite C de la Badische Anilin und Soda Fabrik; hydrosulfite N.F. des Farbwerke de Hœchst.

Par l'effet non ménagé des hydrosulfites, les couleurs sur laine :

1. Ou bien ne sont pas modifiées ou sont légèrement éclaircies : noirs d'alizarine à l'acide SE, bleus d'alizarine A,ONW,F,R,2R., galléine, éosine.

2. Ou bien s'éclaircissent nettement : noirs d'alizarine à l'acide AC,3B, RT. Éosine solide à l'acide C. Violets solides à l'acide B,A2R.

3. Ou bien se détruisent, en laissant une teinte brunâtre : chromotropes CB,8B,2R. Noir bleu d'alizarine à l'acide B.

4. Ou bien sont détruits entièrement : fuchsine, orangé C, écarlates Victoria G,R à 6B.

5. Ou bien semblent détruits, mais réapparaissent en partie : bleu alcalin, violet à l'acide N, violets méthyle, ou avec une faible teinte : bleu breveté V, vert acide.

NOUVEAUX DISSOLVANTS DE LA CELLULOSE

On ne connaît pas de dissolvant simple pour la cellulose. Celle-ci peut être précipitée de ses solutions, mais sous des formes modifiées, et les éthers de la cellulose semblent être des dérivés non de la cellulose normale, mais d'hydrocelluloses encore mal définies. *M. H.G. Deming*, dans le n° de septembre du Journal de l'American chemical Society, classe les dissolvants de la cellulose comme il suit :

1° Certaines solutions de sels métalliques en présence d'acides, tels le chlorure de zinc en solution aqueuse, ou mieux en solution chlorhydrique;

2° Certains mélanges organiques, où la cellulose se dissout avec formation d'éthers;

3° Les solutions ammoniacales d'hydroxyde cuivrique, de carbonate cuivrique, de chlorure cuivreux, ou les solutions de l'hydrate de cuivre dans les alkylamines;

4° Certains acides minéraux concentrés, tels les acides sulfurique, phosphorique et nitrique.

M. Deming décrit quelques nouveaux dissolvants. L'étude de la dissolution de la cellulose dans le chlorure de zinc l'a amené à constater que les liquides qui dissolvent le chlorure de zinc sans mettre en liberté de l'acide chlorhydrique par hydrolyse sont incapables de dissoudre la cellulose, car celle-ci se dissout bien mieux dans la solution chlorhydrique du chlorure de zinc que dans la solution aqueuse.

Les hydrocelluloses, qui résultent de l'action des acides étendus, se dissolvent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mieux dans la solution aqueuse du chlorure de zinc que ne le fait une cellulose non altérée.

Une solution de sel dans la pyridine ou dans la quinoline ne dissout pas de cellulose non altérée, même à une température élevée. Les solutions si riches du chlorure de zinc dans l'acétone, l'acétate d'éthyle et l'acide lactique ne dissolvent pas la cellulose ordinaire.

Il était naturel de penser, une fois ces premiers faits établis, que des solutions salines à base faible et à acide énergique, surtout si les solutions sont chlorhydriques, doivent dissoudre la cellulose. En effet, si l'on ajoute de l'eau en petites quantités à des cristaux de trichlorure d'antimoine, on obtient une solution claire qui dissout la cellulose à froid, et plus à chaud; la solution du même sel dans l'aniline ne dissout rien même à l'ébullition, tandis que la solution dans l'acide chlorhydrique effectue la solution même à froid.

Les solutions concentrées de chlorure mercurique et de chlorure de bismuth dans l'acide chlorhydrique concentré constituent de splendides dissolvants pour la cellulose même à froid: Une dissolution aqueuse du chlorure stanneux à 4 p. 1 dissout la cellulose à 100°, et la solution chlorhydrique à froid.

Le pentachlorure d'antimoine, le tétrachlorure d'étain, le tétrachlorure de titanium, mélangés à une faible proportion d'acide chlorhydrique, dissolvent la cellulose. Les chlorures de cobalt, d'or, d'uranium, de cérium, de chrome sont moins efficaces; ceux de cadmium, de cuivre au minimum, de thallium, de vanadium, de zirconium ne sont que de faibles dissolvants. Ceux de manganèse au minimum, de cuivre au maximum, de nickel, même en solution chlorhydrique, sont sans action, ainsi que ceux d'argent, de plomb, de thallium au minimum, de thorium, d'aluminium, le chlorure phosphoreux, le trichlorure d'arsenic; ces résultats sont dus probablement à ce que le sel n'est que faiblement soluble dans l'acide concentré.

L'action des bromures en solution acide se complique du fait que l'acide bromhydrique a une action puissante sur la cellulose. De même, pour l'action des iodures.

Les solutions neutres des sels halogènes alcalins et alcalinoterreux sont impuissantes à effectuer la solution de la cellulose pure, mais dissolvent les celluloses altérées. Par exemple, la solution de chlorure de calcium à 130° dissout la cellulose précipitée du réactif acide formique-chlorhydrique, et l'hydrocellulose de Girard.

L'étude se termine par des détails sur les celluloses recouvrées de la solution dans le chlorure de calcium ou de celle dans l'acide formique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES D'AGRICULTURE

par **M. Hitier**

La récolte du blé en 1911. — Pour augmenter notre production du blé, il nous faut augmenter nos récoltes fourragères et notre bétail. — La crise du lait.

Les journaux politiques quotidiens, durant toutes ces vacances, ont publié une série d'articles, d'interviews au sujet des denrées alimentaires, en même temps qu'ils consacraient des colonnes entières au récit des émeutes véritables, qui se sont produites notamment dans le Nord, sur les marchés des grands centres industriels. Nous ne voulons pas, bien entendu, dans ces Notes d'agriculture, revenir sur la description de ces bagarres entre producteurs et consommateurs, mais simplement passer en revue les résultats de la campagne agricole 1910-1911 pour notre pays et rechercher les efforts qui sont à faire pour augmenter la production de quelques-unes de nos denrées alimentaires.

LA RÉCOLTE DU BLÉ EN 1911

Et, tout d'abord, quelle a été la récolte du blé en France en 1911 ? Le Français est, avant tout, un mangeur de pain ; le froment est notre principale récolte et une bonne récolte de blé était d'autant plus impatiemment attendue que celle de 1910 avait été une des plus mauvaises que nous ayons eu à supporter depuis nombre d'années.

Le froment, en France, cultivé sur 6 331 350 hectares, aurait produit 110 722 500 hectolitres ou 87 millions 128 300 quintaux (chiffres publiés au *Journal Officiel* du 14 septembre d'après l'enquête sur la récolte du ministère de l'Agriculture).

Le poids moyen de l'hectolitre est de 78^{kg},69, au lieu de 75^{kg},77 l'année dernière et le rendement moyen par hectare de 17 hect. 48, ou de 13 qx 75.

C'est une récolte moyenne pour la France ; sans doute elle est de beaucoup supérieure à la détestable récolte de 1910 qui n'avait atteint que 90 801 300 hectolitres ou 68 806 100 quintaux, mais elle est sensiblement inférieure à la belle récolte de 1907, par exemple, qui s'était élevée à 133 millions d'hectolitres.

La récolte de 1911, toutefois, suffira aux besoins du pays, semences comprises. Il faut, en effet, tenir compte de l'excellente qualité du grain et du stock de 6 538 739 quintaux qui restait à la fin de juillet provenant de l'excédent des importations de la campagne précédente.

Le total disponible pour 1911-1912 s'élèverait ainsi à 93 643 739 quintaux, chiffre sensiblement égal à celui de la consommation française estimée à 94 millions de quintaux. Il faut, en outre, tenir compte des importations de blé qui nous viendront de l'Algérie, de la Tunisie et des autres pays : la France, par conséquent, ne manquera pas de pain ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais notre agriculture a le plus grand intérêt à faire un sérieux effort pour augmenter encore ses rendements en blé, car sur les principaux marchés du monde le blé est cher et nous sommes entourés de pays à population très dense, obligés de faire venir d'Amérique, des Indes, etc., la plus grande partie du blé qui leur est nécessaire (1).

Le ministère de l'Agriculture ne se contente pas de donner en bloc la récolte du froment en France ; une série de tableaux indiquent pour chaque département les surfaces ensemencées et le produit en grains, hectolitres et quintaux : l'analyse des tableaux, ainsi consacrés à l'état approximatif de la récolte du froment, en 1911, est instructive à bien des égards.

Tout d'abord on observe entre nos différents départements de très grosses différences dans les emblavures consacrées au blé : Alors que la Vendée, l'Ille-et-Vilaine, le Pas-de-Calais, l'Aisne, la Loire-Inférieure, Maine-et-Loire, Saône-et-Loire, Haute-Garonne, auraient ensemencé chacun plus de 130 000 hectares en blé, le Cantal, la Lozère, l'Hérault, les Pyrénées-Orientales en ont ensemencé moins de 10 000 hectares.

Que les pays de montagnes, que les régions essentiellement viticoles ensemencent peu de blé, cela se comprend, et cela, tout le monde le sait ; mais l'on méconnaît trop souvent l'extrême importance, au contraire, du blé dans certaines de nos régions qui passent surtout pour des régions herbagères ou même pour des régions vignobles. Ainsi, dans l'Ouest, la Vendée viendrait en tête de tous nos départements pour les emblavures en blé avec 148 000 hectares, la Loire-Inférieure consacre au blé une très grande surface également, 137 200 hectares ; l'Ille-et-Vilaine 140 300, les Côtes-du-Nord 104 000 hectares, le Maine-et.Loire 133 000 hectares ; dans l'Est-Sud-Est, Saône-et-Loire, 132 000 hectares ; l'Isère 105 000 hectares ;

Dans le Sud-Ouest la Haute-Garonne 135 000 hectares ; la Dordogne 125 000 hectares ; le Gers 120 000 hectares ; Lot-et-Garonne 100 000 hectares ;

Dans le Centre, l'Allier 117 800 hectares, l'Yonne 107 600 hectares, etc.

Et cependant quand on parle des grandes régions à blé de la France, ne songe-t-on pas de suite à la Beauce, à la Brie, au Nord ? Or Eure-et-Loir n'a que 112 400 hectares en blé ; Seine-et-Oise, 93 200 ; Seine-et-Marne, 110 700 ; la Somme 125 000 hectares, l'Eure 88 000, etc. Pour les surfaces emblavées, ces départements ne forment donc pas la seule grande région française de la culture du blé : ailleurs, dans l'Ouest, le Centre, le Sud-Ouest, le blé a tout autant d'importance dans les exploitations, mais le Nord, l'Ile-de-France restent les pays à gros rendements. Ainsi, pour nous en tenir toujours à la récolte de 1911 :

Le Nord, avec 125 000 hectares ensemencés en blé, a obtenu			3 750 000	hectolitres.
Le Pas-de-Calais avec 140 000 hectares	—	—	3 990 000	—
La Somme avec 125 300 hectares	—	—	3 510 000	—
Seine-et-Oise avec 93 200 hectares	—	—	2 954 400	—
Seine-et-Marne avec 110 700 hectares	—	—	3 017 000	—

Les 594 200 hectares de ces départements ensemencés en blé ont donné 17 221 400 hectolitres, soit une moyenne de près de 30 hectolitres à l'hectare.

(1) Le *Journal d'Agriculture pratique* du 12 octobre donne les cours suivants pour le blé .

PRIX MOYEN PAR 100 KILOGRAMMES

France	24,66	Berne.	22,50
Berlin.	26,18	Londres.	20,50
Strasbourg.	28,54	Bruxelles	20,25
Vienne	25,75	New-York.	19,32
Milan.	27,00		

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Prenons, au contraire, la grande région à blé de l'Aquitaine :

La Dordogne, avec 125 000 hectares ensemencés	en blé, n'a obtenu que		1 750 000	hectolitres
Le Lot-et-Garonne avec 100 000 hectares	—	—	900 000	—
Le Gers avec 120 000 hectares	—	—	1 200 000	—
La Haute-Garonne avec 135 000 hectares	—	—	1 575 000	—
Le Tarn-et-Garonne avec 80 000 hectares	—	—	800 000	—

Les 550 000 hectares de ces départements ensemencés en blé n'ont donné, en 1911, que 6 225 500 hectolitres, une moyenne de 11 hectolitres à l'hectare.

Prenons enfin quelques départements du Centre et de l'Ouest, particulièrement importants pour les étendues consacrées à la culture du blé; toujours en 1911, nous trouvons que :

Les Côtes-du-Nord, avec 104 000 hectares ensemencés	en blé, ont obtenu		1 768 000	hectolitres
L'Ille-et-Vilaine avec 140 300 hectares	—	—	2 268 600	—
La Vendée avec 148 000 hectares	—	—	2 279 200	—
L'Allier avec 117 800 hectares	—	—	1 631 500	—
Saône-et-Loire avec 132 000 hectares	—	—	1 980 000	—

Les 642 100 hectares de ces départements ensemencés en blé ont donné en 1911 9 927 300 hectolitres, soit une moyenne de 15,4 hectolitres par hectare.

Ces différences considérables dans les rendements obtenus à l'hectare tiennent évidemment à des conditions naturelles plus ou moins favorables de climat et de sol, mais la question des assolements, des fumures et des engrais employés, des variétés adoptées, intervient également pour une très large part.

Sans doute le climat et les terres du Nord de la France sont favorables à la culture du blé; mais dans les départements du Nord, du Pas-du-Calais, de la Somme, de Seine-et Marne, etc., si la moyenne des rendements à l'hectare atteint 30 hectolitres, c'est parce que la culture de la betterave industrielle, particulièrement développée dans cette région, a entraîné l'amélioration de toutes les productions végétales de la ferme, parce que le blé est confié, dans les fermes à betteraves, à un sol parfaitement travaillé, enrichi de toutes sortes d'engrais, débarrassé de mauvaises herbes. Ce sont les rendements de ces fermes à betteraves oscillant autour de 40 hectolitres de blé à l'hectare qui élèvent la moyenne de ces départements.

Dans les départements des Côtes-du-Nord, de l'Ille-et-Vilaine, de la Vendée, de l'Allier, de Saône-et-Loire, les rendements sont encore faibles; mais il faut songer que dans ces départements la majeure partie des sols appartiennent à des terrains qui étaient considérés, il y a encore un demi-siècle, comme quasi impropres à la culture du froment : terrains de granites, de gneiss, de schistes, où l'on ne cultivait que le seigle. Ici les phosphates et l'emploi de la chaux ont permis la culture du blé à la place du seigle; l'emploi de ces engrais s'est sans doute généralisé, mais il peut et doit s'étendre encore beaucoup. On observe, du reste, dans les exploitations de ces départements, d'énormes différences dans les rendements obtenus en blé. Dans les exploitations où les améliorations foncières, défrichements de landes, drainage, irrigations, d'une part, l'emploi de la chaux et des phosphates d'autre part, ont permis la création de prairies naturelles et artificielles pour entretenir un nombreux cheptel, les rendements en blé atteignent des moyennes se rapprochant de celles des fermes à betteraves du Nord de la France.

« Pour recueillir beaucoup de céréales, écrivait Léonce de Lavergne dans son

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

célèbre ouvrage : *Économie rurale de l'Angleterre*, il vaut mieux réduire qu'étendre la surface emblavée et en consacrant la plus grande place aux cultures fourragères on n'obtient pas seulement un plus grand produit en viande, lait et beurre, mais encore un plus grand produit en blé. »

Nous avions l'occasion, il y a quelques années déjà, de visiter un certain nombre de domaines en métayage dans l'Allier et nous y avons recueilli, à cet égard, des chiffres qui montrent combien Léonce de Lavergne avait raison.

Dans une métairie, par exemple, de 50 hectares où en 1850 on ne produisait pas encore assez de blé pour nourrir une famille de métayer, on récolte aujourd'hui de 35 à 40 hectolitres de blé à l'hectare ; mais le drainage a permis d'étendre les surfaces consacrées aux prairies artificielles ; l'emploi des superphosphates assure, d'autre part, les grosses récoltes de fourrages et, au lieu d'un cheptel se composant en 1850 de 2 paires de bœufs et de 5 vaches, dans cette même métairie aujourd'hui, l'on entretient, outre 4 à 6 bœufs de travail, 12 vaches charolaises et leurs élèves, 150 moutons, de nombreux porcs.

Dans une autre métairie de 55 hectares où on récoltait, il y a cinquante ans, 162 hectolitres de blé, on en récolte à l'heure actuelle 520. La valeur du cheptel bétail, estimée alors 2 230 francs, vaut aujourd'hui 22 000 francs. Mais l'assolement de cette métairie réserve aujourd'hui la plus grande surface aux plantes racines et fourragères destinées au bétail. Cet assolement est, en effet, le suivant : plantes sarclées (betteraves), blé, orge, luzerne, luzerne, luzerne, plantes sarclées, blé, trèfle, blé.

Le *Bulletin* de la Société a publié, en février 1911, une étude des plus intéressantes sur les *Progrès de l'Agriculture dans la région de Saint-Brieuc*. MM. Patrix nous y ont donné la monographie d'un certain nombre de fermes de cette région autrefois couverte surtout de landes. Aujourd'hui les rendements en blé de 24 à 25 quintaux y sont fréquents dans les fermes à nombreux bétail, c'est-à-dire ayant su réserver une très large place aux cultures fourragères.

Dans les Charentes et le Poitou, région où les laiteries coopératives se sont développées d'une façon si remarquable depuis une vingtaine d'années, — à tel point que M. Dornic estimait, en 1908, le produit total annuel des vaches laitières de cette région des laiteries coopératives, à une cinquantaine de millions de francs ; — le développement des cultures fourragères, pour nourrir le bétail, a eu la même heureuse répercussion sur les rendements en blé des fermes du pays ; c'est ce que nous observions à la suite d'un voyage dans les Charentes et nous écrivions à ce sujet :

« Pour nourrir les vaches qu'il entretenait désormais dans son étable, le cultivateur des Charentes et du Poitou a dû créer le plus possible de prairies ; ici il n'a le plus souvent créé que des prairies artificielles ou des prés temporaires, car la terre caillouteuse et peu profonde, qui recouvre presque partout, dans ces pays, la roche calcaire jurassique, essentiellement sèche et perméable, ne permet pas d'avoir des prairies naturelles.

« Les mélanges de luzerne et sainfoin dans les sols relativement les plus épais, ailleurs le sainfoin mélangé de graminées, grâce à l'emploi abondant des superphosphates, donnent d'excellentes prairies que l'on peut faire durer cinq à six ans parfois.

« Lorsqu'on défriche ces prairies, on obtient alors de très belles récoltes de céréales, de blé et d'avoine.

« Le bétail, de son côté, plus nombreux dans les exploitations et mieux nourri, donne beaucoup plus de fumier et de meilleur fumier pour amender les terres ; la bet-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

terave enfin, cultivée sur de plus grandes surfaces, assure un travail plus complet des terres, que cette plante sarclée permet en outre de débarrasser des mauvaises herbes.

« Finalement dans les fermes sur lesquelles on ne récoltait guère, il y a vingt ans, que 15 hectolitres de blé à l'hectare, on récolte aujourd'hui jusqu'à 30 hectolitres... » (*Journal d'Agriculture pratique,* 15 juillet 1909.)

La trop faible surface consacrée aux prairies artificielles, la trop grande étendue, au contraire, réservée aux céréales, expliquent, en grande partie tout au moins, les très faibles récoltes de blé que nous notions plus haut dans la vaste région à blé de l'Aquitaine. Malgré les conditions parfois défavorables du climat, dans un certain nombre de fermes de la Haute-Garonne que nous avons visitées, et encore cette année, l'on a récolté 20 à 25 quintaux de blé, à l'hectare ; mais ce sont des fermes dans lesquelles, soit pour l'élevage des bœufs de travail, soit pour l'entretien d'une importante vacherie, l'on a dû semer relativement beaucoup plus de plantes fourragères, de luzerne, de trèfle, etc., que dans les fermes du pays de même étendue.

Toutefois, dans cette région du Sud-Ouest, les conditions, disions-nous, du climat sont parfois défavorables, et de graves accidents sont ainsi occasionnés à la végétation du blé : vent d'autan, brouillard, chaleur prématurée et excessive amènent le dessèchement de la plante, la rouille, l'échaudage, etc.

La culture proprement dite du blé, l'application des engrais, le choix des variétés surtout exigent ici des soins tout particuliers, des expériences minutieuses et répétées.

Aussi croyons-nous qu'il est d'un haut intérêt d'appeler l'attention des agriculteurs sur la très heureuse initiative qu'a prise le syndicat central des agriculteurs de la Haute-Garonne. Celui-ci a, depuis quatre ans, organisé un concours des blés dans la Haute-Garonne et les départements voisins, concours qui a donné déjà des résultats d'une grande portée pratique, mais qui devra en donner de bien plus complets encore quand il sera terminé, c'est-à-dire dans cinq ans, le syndicat central des agriculteurs de la Haute-Garonne ayant très sagement jugé que neuf années n'étaient pas une période trop longue pour répéter et multiplier les expériences, éliminer les conclusions hâtives, en obtenir de tout à fait probantes.

L'initiative du syndicat central des agriculteurs de la Haute-Garonne a rencontré, du reste, auprès des syndicats locaux de la région, le meilleur accueil et nombreux sont les membres de ces syndicats qui ont pris et prennent part au concours des blés, guidés par les programmes détaillés que leur remet le syndicat central ; ce qui leur permet d'organiser, sur les différents points relatifs à la culture du blé, des expériences méticuleuses, méthodiques et répétées.

Ainsi en 1910, d'après le rapport de M. A. Rendu, le très distingué secrétaire général du syndicat central des agriculteurs de la Haute-Garonne, « plus de cent concurrents ont établi dans les sols les plus divers de quatre départements, — Haute-Garonne, Gers, Ariège, Tarn — des champs d'expérience, avec la variété de procédés que peut apporter la libre initiative de cent agriculteurs, les uns habiles praticiens, les autres sagaces observateurs, quelques-uns savants habitués aux travaux du laboratoire, quelques autres grands propriétaires expérimentant sur de vastes espaces. »

Dès la troisième année du concours, M. A. Rendu estimait que l'on pouvait déjà considérer comme définitivement acquises les conclusions suivantes :

1° L'influence très heureuse, sous un climat comme celui de l'Aquitaine, des labours profonds, qui permettent au sol d'emmagasiner, pendant l'hiver, la très forte quantité d'eau nécessaire au printemps pour produire une abondante récolte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° La meilleure époque des semailles du 20 octobre au 20 novembre.

3° L'importance capitale d'un peuplement très serré.

4° S'il n'y a pas pour la région une variété unique qui ait été partout et toujours la meilleure, suivant les terrains toutefois, un certain nombre de variétés ont fait leurs preuves d'une façon suffisante pour qu'on puisse les recommander sans crainte (telles sont, pour les terrains secs et de moyenne fertilité, les variétés : Roumélie, Puylaurens, Rieti ; pour les terrains frais et fertiles : Besplas, Gironde, Trésor, Bon Fermier, etc., etc.).

En 1910, les expériences du syndicat ont porté spécialement sur l'étude des engrais appliqués à la culture du blé ; et M. A. Rendu formule sur l'emploi des engrais chimiques les conclusions que voici : « J'avais été frappé moi-même, depuis plusieurs années, et l'étude des rapports de nos concurrents ont confirmé mes impressions, de ce fait très net, que j'appellerai « la résistance à l'action des engrais chimiques, des sols privés de « matière organique ». Dans le bassin de la Garonne tout entier, depuis de longs siècles insuffisamment chargé en bétail, les terres manquent de matière organique.

« L'emploi exclusif d'une fumure complète aux engrais chimiques est très rarement avantageuse. Je n'hésite donc pas à conclure, dès cette deuxième année d'expériences, que le progrès de l'agriculture dans le Sud-Ouest de la France est subordonné à l'augmentation de poids du cheptel entretenu à l'hectare, et par conséquent à l'augmentation de la production fourragère. »

Ces conclusions confirment absolument celles que nous formulons plus haut, et elles ont une portée très grande surtout à un moment où la crise de la vie chère, les prix élevés du lait et de la viande préoccupent si justement la population. La France, pays à blé, a le plus grand intérêt, pour maintenir et augmenter la production du blé sur son sol, à développer, en même temps, le plus possible, les cultures fourragères et à entretenir par conséquent un cheptel de plus en plus nombreux.

LA CRISE DU LAIT DANS LES GRANDES VILLES

Paris souffre en ce moment de la raréfaction du lait ; les grandes entreprises de laiterie trouvent très difficilement la quantité de lait qui leur est nécessaire pour approvisionner la capitale, et cela, malgré qu'elles étendent de plus en plus leur rayon d'approvisionnement autour de Paris.

Sans aucun doute les conditions particulières de l'année 1911 sont le principal facteur de la situation actuelle : la fièvre aphteuse a sévi presque partout, dans la Seine-Inférieure, l'Oise, Seine-et-Oise, etc. ; grand nombre de fermes ont été atteintes et la production du lait a baissé alors dans des proportions très fortes et devenues quasi nulles pendant plusieurs semaines (1).

La sécheresse a été une cause générale de diminution du rendement en lait dans les troupeaux de vaches laitières ; non seulement les vaches laitières ne trouvaient plus de fourrage aqueux à consommer, mais l'état même de siccité de l'atmosphère durant les mois de juillet, août, septembre s'est trouvé tout à fait défavorable à la production du lait chez la vache laitière. Dans une exploitation, dont nous nous occupons particu-

(1) Cette diminution générale de la production du lait chez les vaches laitières explique que les fermières, un peu partout, aient cherché à augmenter le prix du litre de lait ; elles désiraient compenser, dans une certaine mesure, la perte qu'elles subissaient du fait d'une moindre quantité à vendre, par un prix plus élevé du litre du lait.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lièrement, la production laitière journalière est tombée de 400 litres en juin à 285 litres en septembre, du seul fait de la sécheresse, et encore dans cette exploitation les vaches laitières étaient conduites dans des prés-marais où l'herbe s'était maintenue verte et abondante ; elles recevaient en outre du tourteau à l'étable.

Mais la crise du lait, si elle a atteint, ces derniers mois, à Paris un état aigu, existe depuis longtemps et n'ira, pensons-nous, malheureusement qu'en s'aggravant, à moins de réformes profondes qui paraissent bien difficiles à obtenir.

Les grandes sociétés, aujourd'hui, du reste, presque toutes réunies et associées, qui drainent dans les campagnes le lait pour Paris, déclarent éprouver de plus en plus de difficultés pour trouver du lait, être obligées d'aller le chercher dans un rayon de plus en plus éloigné au delà de 150 kilomètres ; elles déclarent que leurs frais généraux, du fait du ramassage du lait dans les fermes surtout, ne cessent d'augmenter.

En réalité, dans les fermes, où le chef de l'exploitation et sa femme ne peuvent personnellement ni soigner, ni traire les vaches, on renonce de plus en plus à entretenir des vaches laitières ; quand il faut, en effet, avoir recours à des salariés, hommes ou femmes, pour les soins et la traite du troupeau des vaches laitières, on est exposé à tant d'ennuis, tant de difficultés qu'on cherche à abandonner ce genre d'exploitation. Nous avons, depuis vingt ans, visité un grand nombre de fermes de la région de Paris, en Seine-et-Marne, Seine-et-Oise, dans l'Oise, l'Eure-et-Loir, la Seine-Inférieure, l'Eure, etc., etc. ; or les fermes dans lesquelles, il y a quinze ans encore, nous avions trouvé un important troupeau de vaches laitières, quand nous les visitons à nouveau, depuis cinq à six ans, et que nous demandons ce qu'est devenu ce troupeau, presque invariablement nous entendons la même réponse : « Nous avons dû modifier notre système d'exploitation du bétail, nous n'avons plus de vaches laitières, *impossible de trouver des vachers.* »

C'est de fort loin qu'il faut faire venir les vachers, de Suisse ou de Savoie ; dans le pays même, on ne trouve personne qui veuille remplir ces fonctions.

De là une première difficulté ; il faut s'adresser à des agences de placement, traiter par correspondance. Mais en outre, un vacher tombe-t-il malade, ou malheureusement, et le cas est trop fréquent, se grise-t-il, et se rend-il ainsi dans l'impossibilité de remplir son service, on n'a personne, sous la main, qui puisse le remplacer.

S'agit-il d'un charretier qui, pour une cause quelconque, manque dans la ferme, on trouvera toujours quelqu'un pour donner une botte de fourrage et quelques litres d'avoine aux chevaux, et si ceux-ci sont obligés de rester à l'écurie un jour ou deux sans travailler, il y aura simplement retard dans l'exécution des travaux. S'agit-il d'un vacher, c'est tout différent, la vache laitière ne peut rester sans être traite ; sinon c'est la perte du lait, l'engorgement des mamelles, la maladie. Or, traire est une opération délicate qui exige un apprentissage sérieux. Le vacher ne peut ainsi se remplacer.

Il faut encore ajouter que la vacherie exige, de la part du chef de l'exploitation, une surveillance de tous les instants. Ayez un vacher plus ou moins honnête qui, voulant garder pour lui-même une certaine quantité de lait, à l'insu du patron bien entendu, mette de l'eau dans le bidon où il vient de traire, le fermier peut parfaitement se trouver accusé de fournir du lait mouillé, se voir condamné, etc. C'était évidemment à lui à prendre ses précautions, mais devant tant de difficultés tant d'ennuis possibles, il renonce à entretenir des vaches laitières, liquide son troupeau et il le fait même parfois, lorsque la vente du lait était pour lui très rémunératrice, ce qui n'est pas le cas général.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Notre savant collègue, M. Paul Vincey, rappelait, il y a quelques mois, à propos des grèves agricoles de Seine-et-Oise, ce qui s'était passé au domaine de la Haute-Borne à Méry-Pierrelaye. Le concessionnaire de cette ferme (domaine municipal d'épandage de la ville de Paris) avait très largement dirigé son exploitation vers la culture des prairies et l'entretien du bétail en vue de la production laitière notamment. En juillet 1909, les parcs dudit domaine ne comptaient pas moins de 600 têtes de gros bétail au pâturage.

A la suite de grèves agricoles, accompagnées de violation de la liberté du travail, la sécurité de l'exploitation de la Haute-Borne fut complètement bouleversée. Il fut impossible d'assurer la traite des vaches. Il y eut véritable sabotage des bêtes à fruit, et le fermier fut réduit à liquider dans des conditions très onéreuses sa vacherie, obligé de résilier les marchés de lait avantageux qu'il avait passés avec l'Assistance publique.

Alors qu'il y a vingt ans encore, les sociétés laitières assurant l'approvisionnement de Paris en lait trouvaient dans chaque village une ou deux grosses fermes leur fournissant 200 à 400 litres de lait par jour, actuellement il leur faut pour trouver la même quantité de lait aller, de petite ferme en petite ferme, recueillir 10, 20 litres de lait, etc., d'où une augmentation considérable des frais de ramassage du lait.

Il faut aussi toutefois insister sur ce point, si les gros fermiers ont d'autant plus facilement renoncé, presque tous, à la production du lait, devant les difficultés et les ennuis que leur procuraient les vachers, c'est parce que les prix de vente du lait n'étaient pas réellement rémunérateurs (de 11 à 14 centimes, suivant les saisons, prix payé par les grandes sociétés ramassant le lait pour Paris). Il est très difficile d'établir en agriculture des comptes spéciaux, des prix de revient de tel ou tel produit, nous en donnions plus haut la raison : une exploitation forme un tout qui se tient; les différentes productions se trouvent sous la dépendance les unes des autres. On fait des betteraves, non seulement pour la vente des racines à la sucrerie, mais parce que c'est une excellente préparation à la culture du blé. Une vacherie vous permet de faire beaucoup de fumier, d'améliorer aussi les terres, et l'on obtient finalement plus de blé.

Quoi qu'il en soit, tous les agriculteurs qui suivent de très près la comptabilité de leurs fermes, qui cherchent à se rendre un compte exact du prix de revient de leurs différentes productions, estiment que le litre de lait devrait être payé de 17 à 20 centimes à la ferme, suivant les situations, pour laisser un petit bénéfice à l'exploitant. (Il s'agit ici, bien entendu, de fermes où la production du lait n'est pas exclusive, où les vaches consomment pailles et fourrages récoltés sur la ferme même, produisent une partie du fumier nécessaire aux terres arables. Il ne s'agit pas, en un mot, des nourrisseurs qui produisent le lait dans les villes mêmes, ou à proximité immédiate des villes, et doivent acheter toutes ou presque toutes les denrées nécessaires à l'entretien des vaches laitières. Il ne s'agit pas, d'autre part, de régions herbagères où la vache laitière peut être entretenue une grande partie de l'année exclusivement à l'herbe. Il y a quelques jours nous causions de cette question du prix de revient du lait avec un des agriculteurs les plus justement connus et appréciés de l'Est de la France, avec M. Paul Genay de Lunéville.

Pendant trente ans, M. Paul Genay a été producteur de lait qu'il venait vendre chez les clients au détail ; deux de ses fils sont dans le même cas, et il suit chez eux le mouvement actuel. M. Paul Genay peut donc parler de cette question du lait en connaissance de cause : or voici la note qu'il a bien voulu me communiquer à ce sujet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour la présenter à la Société nationale d'Agriculture, elle confirme de tous points les renseignements que nous avons recueillis dans d'autres départements.

« J'envisagerai, dit-il, deux situations dans lesquelles se trouvent le plus souvent les producteurs.

1° Le lait est produit par des vaches achetées fraîches vêlées. On les nourrit fortement de manière qu'elles soient grasses quand la production journalière du lait est tombée à 4 ou 2 litres, ce qui arrive généralement après 10 à 14 mois de séjour à la vacherie.

Nous opérons ici (environs de Lunéville) avec des vaches du pays pesant 500 à 600 kilos, provenant en majorité de croisements avec la race suisse pie ou de Montbéliard, en partie par des croisements hollandais et pour quelques-unes par des croisements flamands, normands et durham. Ces vaches coûtent de 500 à 600 francs, et elles sont revendues grasses de 400 à 500 francs. Suivant les saisons et les années, nous obtenons de 8 à 10 kilos de lait par jour et par vache, soit pour une vacherie de 50 têtes, comme celle de Bellevue (ferme de M. Genay), 400 à 500 litres de lait.

Ce lait est livré en ville, au détail, deux fois par jour le matin et le soir, deux chevaux et un homme sont affectés à ce service : deux vachers sont préposés aux soins et à la traite des vaches.

L'alimentation des vaches peut s'établir comme suit :

Pour la saison hivernale, qui dure 7 mois ou 213 jours, la ration actuelle est la suivante par jour (octobre) :

	fr. c.
Foin 5 kilos à 10 francs les 100 kilos.	0 50
Menue paille 2 kilos à 6 francs les 1000 kilos.	0 12
Betteraves 40 kilos à 25 francs les 1000 kilos.	1 »
Déchets de brasserie 10 kilos à 35 francs les 100 kilos. .	0 35
Tourteau d'arachide décortiqué 2 kilos à 20,50 les 100 kilos.	0 41
	2 38

(En année ordinaire, le prix de cette ration est de 1,76, l'augmentation due à la cherté des vivres est de 0 fr. 62.)

Nourriture hivernale 213 jours × 2,38 = 507 fr. par vache ; 25 350 francs pour les 50 vaches. Pour l'été, pendant 152 jours, les vaches au pâturage consomment 20 hectares d'herbage à 150 francs, soit 3 000 francs. Elles reçoivent à la vacherie 25 kilos de déchets de brasserie à 30 francs les 1 000 kilos, soit une dépense journalière de 0 fr. 75 ou une dépense totale de 5 700 francs.

Nourriture hivernale	25 350 francs.
— estivale.	8 700 —
Total pour la nourriture. . .	34 050 francs.

A ces frais il faut ajouter :

Perte sur la revente des vaches 100 francs par tête.	5 000 francs.
Perte provenant de maladie des vaches.	1 500 —
Salaires et nourriture de deux vachers.	3 000 —
— — du laitier.	1 500 —
Entretien de deux chevaux.	1 800 —
Entretien de la voiture et du matériel.	1 000 —
Total.	47 850 francs.

A ces dépenses il faudrait ajouter l'intérêt du capital vaches, l'assurance contre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la mortalité, les honoraires du vétérinaire, les frais de logement, etc., je me borne à les signaler et à dire que le fumier est considéré comme payant la litière et ces divers frais pour simplifier le calcul.

Le produit en lait est d'environ 9 kilogrammes par vache et par jour, soit 3 300 litres par an, et pour le troupeau 165 000 kilogrammes, soit un prix de revient de 29 centimes par litre rendu chez le client.

Or nous vendons ici à 25 centimes le lait ordinaire écrémé de 1/3, suivant les règlements préfectoraux. Le kilogramme de beurre produit par 100 litres de lait se vend de 3 francs à 3 fr. 60. Le prix de revient est donc à peine atteint.

Que le nourrisseur subisse, ce qui arrive quelquefois, un accident grave, que la fièvre aphteuse atteigne son étable et la perte devient considérable.

Le tableau que je viens de présenter est peu réjouissant, c'est celui d'une mauvaise année. Si le cultivateur persévère, c'est qu'il vend à ses animaux les produits de son sol, de son industrie et que dans les années normales un petit bénéfice joint à la production du fumier sur place vient lui donner une rémunération modeste dont il se contente.

2° Le lait est produit par des vaches faisant des veaux. La vacherie comporte 25 vaches. Le lait est vendu à la ferme à un enleveur ; un vacher suffit pour le service de la traite.

Les vaches appartiennent à un croisement hollandais suisse pie ; elles pèsent en moyenne 500 à 600 kilogrammes.

La nourriture hivernale est la suivante :

	fr. c.
Foin 5 kilos.	0 50
Paille et menue paille 6 kilos.	0 36
Betteraves 30 kilos	0 75
Tourteau arachide 1 kilo.	0 21
	1 82

En année ordinaire cette ration revient à 1,34 : d'où une augmentation de 0 fr. 48.

L'été, pâturage sur 25 hectares à 25 francs. . .	2 500 francs.
Nourriture d'hiver 183 jours à 1 fr. 82.	8 575 —
Vache.	1 500 —
Total	12 575 francs.

Le lait produit est de 2 500 litres par vache et par an, soit un total de 62 500 litres pour le troupeau. Le prix de revient du litre de lait est de 20 centimes.

Pour ce qui est du beurre le calcul est très simple ; 25 litres de lait passés à l'écrémeuse centrifuge donnent 1 kilogramme de beurre qui se vend en moyenne actuellement 3 fr. 25 le kilogramme, soit 13 centimes par litre ; si nous comptons le lait écrémé à 3 centimes le litre employé à l'alimentation des porcs ou des veaux, nous constatons que le producteur retire environ 16 centimes du litre de lait.

Si les laitiers qui drainent le lait pour les grandes villes, et notamment pour Paris, veulent s'assurer la quantité de lait qui est nécessaire pour satisfaire une clientèle de plus en plus nombreuse, il ne leur faut pas seulement songer à étendre toujours leur rayon d'approvisionnement autour de ces grands centres, mais il leur faut se rendre compte qu'au prix de 12 centimes le litre en moyenne, toute l'année, l'agriculteur ne peut continuer à produire du lait. Pour que l'agriculteur trouve dans l'exploitation des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vaches laitières un bénéfice raisonnable, c'est de 17 à 20 centimes que le lait doit lui être payé. « Mais ici, comme le disait M. Sagnier, on se heurte à la dure loi de la concurrence réglée par l'obligation de satisfaire une clientèle, qui supporte déjà difficilement de payer 0 fr. 30 à 0 fr. 80 le litre un produit de première nécessité. Il y a là aussi peut-être un défaut d'organisation économique ou sociale. Pour ma part, j'ai toujours trouvé surprenant que le lait soit payé si peu au producteur et si cher par le consommateur. C'est l'éternelle question des transports et des intermédiaires qui absorbent ici plus de 200 pour 100 de la valeur du produit pris sur place. C'est de ce côté-là qu'il conviendrait d'agir si l'on voulait relever un peu le bénéfice du travailleur des champs et en même temps réduire le dur tribut payé par la population urbaine au commerce du lait (1). »

En attendant ces réformes, de son côté, l'agriculteur peut et doit agir pour s'efforcer d'abaisser encore ses prix de revient, et cela en augmentant sa production. Si, au lieu de vaches qui lui donnent seulement 2 000 à 2 500 litres de lait en moyenne, et c'est la généralité des cas dans les fermes ordinaires, il n'entretenait que des vaches donnant 3 000 à 3 500 litres de lait, sans augmenter le coût de l'alimentation, ni aucun de ses frais généraux, l'agriculteur pourrait tirer du litre de lait un prix rémunérateur sans demander au consommateur un sacrifice trop lourd. Que les sociétés de contrôle laitier, par exemple, se multiplient en France, et nous marcherons dans la bonne voie, celle qui doit amener à de pareils résultats (2).

Que d'autre part, devant les difficultés de trouver de bons vachers, on cherche à perfectionner encore les appareils de traite mécanique, à les rendre de plus en plus pratiques, et ici encore l'on aura apporté au problème de la crise du lait une des meilleures solutions.

C'est du reste ce que notre Société a parfaitement compris. Cette année même nous avons subventionné les expériences très bien conduites de traite mécanique qui se sont poursuivies à Gournay-sur-Marne, chez M. Lucas ; dans ces Notes d'agriculture, à plusieurs reprises déjà, nous avons appelé l'attention des agriculteurs sur les heureux résultats obtenus par les sociétés d'élevage et les sociétés de contrôle laitier, en Danemark, en Suède, en Normandie, etc.

Baisser les prix de revient en augmentant la production, telle a été l'idée maîtresse que l'éminent collègue que nous avons eu la douleur de perdre tout récemment, M. L. Grandeau, s'est efforcé de faire pénétrer dans le monde agricole par sa parole et sa plume, dans des conférences, dans les articles du *Journal d'Agriculture pratique*, dans les revues agronomiques du *Temps*. Il y a quelques années M. L. Grandeau rencontrait bien des contradicteurs ; il était même attaqué violemment à ce sujet : « Vous poussez, lui disait-on, à la surproduction, à l'avilissement des cours. » Il n'en continua pas moins à défendre l'idée qui lui était chère parce qu'il la croyait juste et vraie. Ce qui se passe aujourd'hui pour les prix du blé, du lait, de la viande, etc., montre combien il avait raison.

(1) Actuellement le litre de lait payé 13 centimes au producteur est vendu au crémier de Paris 26 centimes, et le crémier le revend, à son tour, au client 40 centimes pris à la crémerie, 50 centimes porté à domicile.

(2) Par exemple, en Danemark, on relève dans les registres de contrôle laitier que l'ensemble des troupeaux contrôlés de la Société de Grammosterlindet a progressé en cinq ans de près de 900 kilos par vache et le rendement moyen en beurre par vache de 38 kilos. — En Suède, la Société de Wallakra, au septième contrôle, a constaté une augmentation de rendement annuel par vache de 1 820 kilos de lait et de 70 kilos de beurre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE MÉCANIQUE

CHARGEURS MÉCANIQUES POUR FOYERS DE LOCOMOTIVES

Nous avons signalé à plusieurs reprises les essais faits, aux États-Unis, pour résoudre le problème très difficile du chargement mécanique des grilles des locomotives, problème dont l'intérêt ne fait que croître avec la puissance des locomotives.

D'après un récent rapport de M. Luckey à l'Association des Master Mechanics des

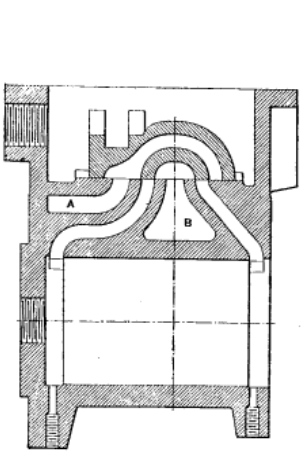


Fig. 1.

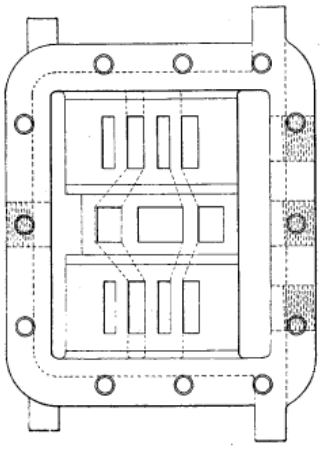


Fig. 2.

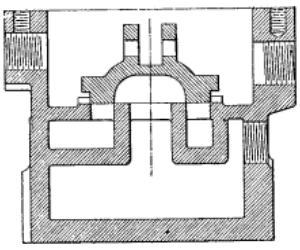


Fig. 3.

Fig. 1 et 2, tiroir de distribution et fig. 3, tiroir de changement de marche du moteur du chargeur *Hanna*.

États-Unis (1), ce problème serait enfin près d'être résolu à la suite de nombreux essais de différents systèmes, parmi lesquels il convient de signaler ceux de Crawford, de Street et de Hanna.

Le chargeur de *Crawford*, décrit à la page 879 de notre *Bulletin* de juin 1910 (2), est

(1) *Railway Age Gazette*, 8 septembre 1911, p. 477.

(2) Voir aussi les brevets américains *Crawford*, *Henry* et *Young*, n° 1 000 585, 1 000 733 et 1 000 658 de 1911.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du type « Underfeed » ou avec alimentation par le dessous de la grille, et à conveyeur de charbons du tender à l'enfourneur. D'après des essais et des résultats de service sur le *Pennsylvania*, ces chargeurs fonctionnent presque sans fumée avec des foyers même sans voûte en brique. Ils n'exigent aucun travail du chauffeur et permettent, en cas d'avarie, de reprendre immédiatement le chargement à la main. Pendant une année de service, ils n'ont occasionné aucun retard sérieux des trains. Sur 7 locomotives ayant exécuté avec un de ces chargeurs 773 voyages d'un parcours total de 80 000 kilomètres, dont 92,1 p. 100 en marche au chargeur, 67 p. 100 de ces voyages ont été parfaits même avec des charbons collants.

Le chargeur *Hanna* est à trémie chargée par le chauffeur et qui projette et répartit

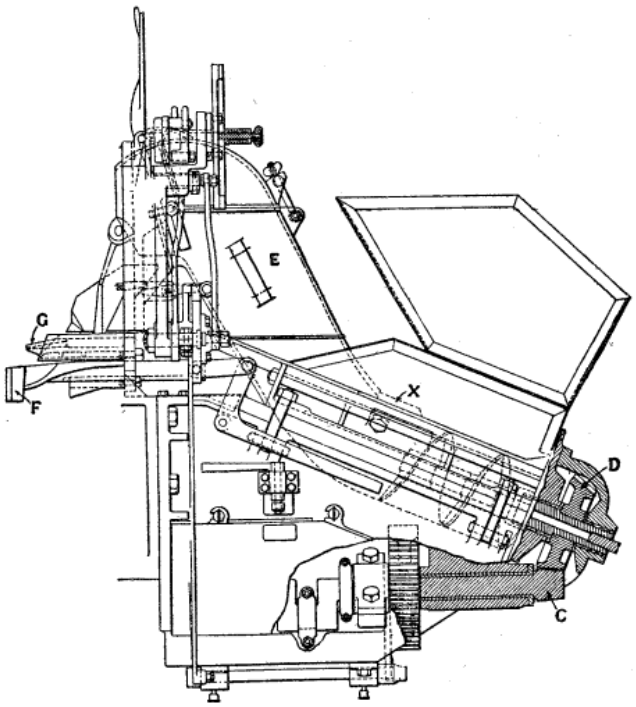


Fig. 4. — Chargeur *Hanna*.

le charbon sur la grille au moyen de jets de vapeur, avec déflecteurs réglables de manière à pouvoir modifier à volonté la distribution du charbon.

Le moteur du chargeur Hanna est une machine à vapeur à 2 cylindres de 100 × 125, réversible, avec tiroirs principaux sans recouvrements (fig. 1), c'est-à-dire avec admissions pendant toute la course, et qui font ces admissions tantôt par A, en marche avant, et tantôt par E, en marche arrière, suivant la position du tiroir de changement de marche (fig. 3) qui se trouve au milieu entre les deux tiroirs principaux (fig. 2). Avec de la vapeur à 8 kilogrammes, la vitesse normale est de 450 tours, et le pignon de l'arbre moteur, qui est de 15 dents, engrène avec un pignon de 53 dents, dont l'arbre porte un pignon C (fig. 4), de 14 dents, en prise avec celui D, de 46 dents, calé sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'arbre de la vis sans fin qui amène le charbon de la trémie sur la grille. Cette vis est en 5 sections de fonte, faciles à remplacer : diamètre 200, pas 150, longueur 130 millimètres; vitesse 39 tours; débit de 8 à 10 tonnes par heure, suivant l'alimentation du charbon en E.

Ce charbon tombe de E, sur la plaque de distribution F, au-dessus de laquelle sont disposés 8 jets de vapeur G (fig. 6) sur un arc de 90°, avec trous de 3 millimètres. Au-dessous de ces jets se trouve une longue fente H (fig. 6), de $1^{mm},5$ à la sortie de sa

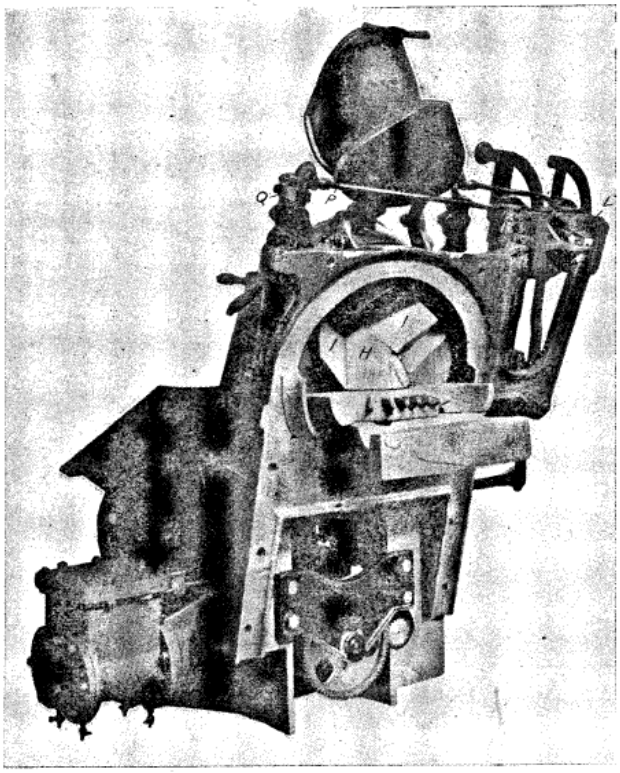


Fig. 5. — Chargeur *Hanna*.

nappe de vapeur dont la pression est réduite à $2^{kil},8$, tandis que celle de la vapeur des jets est de 4 kilogrammes. Cette nappe de vapeur entraîne les poussiers et menus d'entre les jets qui projettent les gros morceaux de charbon, et ce, en raison des moindres pressions et vitesses de la nappe de vapeur, en évitant de lancer les poussières jusqu'aux tubes de la chaudière et en les déviant sur les côtés et l'avant de la grille par les jours de la plaque à éperon H (fig. 5 et 8) et les rainures K de la plaque de distribution (fig. 8) (1).

De chaque côté de l'éperon, se trouve une joue I (fig. 5) ou U (fig. 9) qui reçoit

(1) *Railway Age Gazette*, 14 juillet 1911, p. 85.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du moteur, et par le train E F G H I J K L P Q R S T, un mouvement de va-et-vient

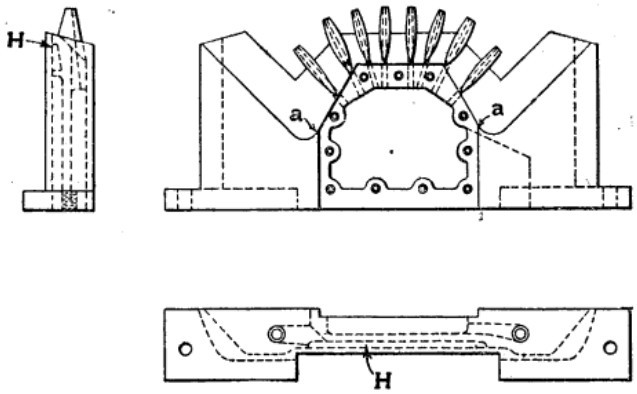


Fig. 6. — Chargeur *Hanna*. Détail des jets de vapeur.

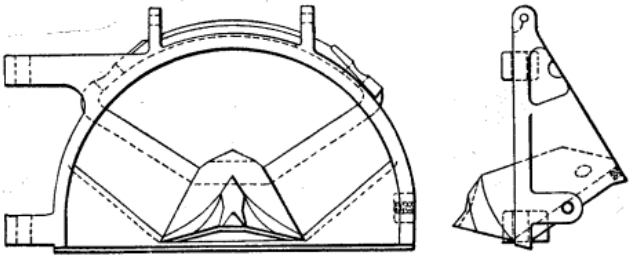


Fig. 7. — Porte du chargeur *Hanna*.

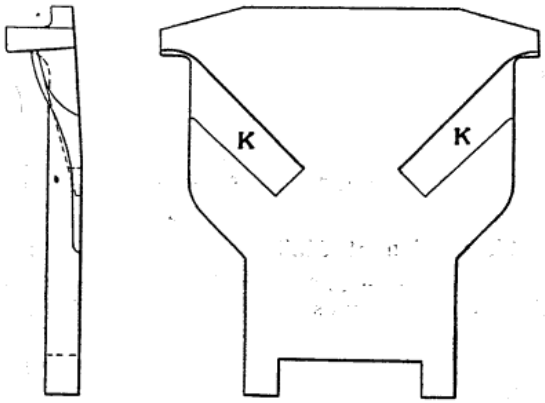


Fig. 8. — Plaque de distribution du chargeur *Hanna*.

dont l'amplitude se règle par la position donnée par la manette M et son axe N à la coulisse L dans K. Le rochet C fait 42 tours par minute, et, quand L est horizontale, U

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne bouge pas et reste au haut ou au bas de sa course sur J. Ces oscillations des joues U règlent la répartition du charbon, fixe ou périodiquement variable suivant la position de M.

En cas d'avarie, la partie supérieure du chargeur s'enlève facilement et l'on charge à la main par la porte. Le chargeur pèse, en tout, 725 kilos, auxquels il faut ajouter environ 130 kilos de charbon dans la trémie.

Avec des charbons fins et sans pierres, ce chargeur fonctionne régulièrement et sans fumée. Il a donné, sur la ligne de Quen et Crescent, avec de grosses locomotives des types Consolidation et Mallet, et en employant des charbons à 45 francs la tonne au lieu de 35 francs pour le chargement à la main, des économies de 30,3 p. 100 en

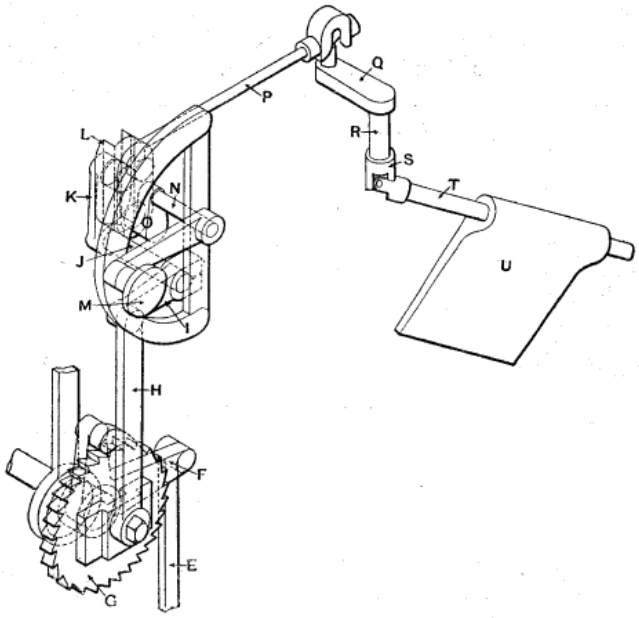


Fig. 9. — Distributeur du chargeur *Hanna*.

argent par tonne kilomètre. Ces résultats ne sont pas trop à généraliser ; ils ne se sont pas manifestés aussi brillamment sur d'autres lignes, telles que le Santa-Fé. Il faut des charbons réduits à des dimensions acceptables par le chargeur, et l'on ne voit pas facilement l'allure du feu sur la grille.

Le chargeur *Street*, décrit à la page 856 de notre *Bulletin* de juin 1911, est pourvu d'un concasseur brisant les charbons aux dimensions voulues avant leur entrée dans le conveyeur qui les amène à la trémie des jets de vapeur.

Le travail du chauffeur est réduit d'environ 25 p. 100. Ce chargeur, auquel on peut immédiatement substituer le chargement à la main, ne semble pas avoir donné partout d'aussi bons résultats que les autres. Il est encombrant, assez compliqué et bruyant.

De ces trois chargeurs, celui de Crawford est le seul entièrement automatique et semble se comporter mieux que les deux autres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EMPLOI DU PÉTROLE POUR LE CHAUFFAGE DES CHAUDIÈRES

D'après *M. T. Collins* (1), on aurait avantage à remplacer le charbon par le pétrole toutes les fois que la manutention des charbons est trop coûteuse ou encore le chargement des charbons sur les grilles, et quand il faut forcer la vaporisation des chaudières au delà de ce que peut le charbon, le pétrole permettant de dépasser jusqu'à de 35 p. 100 la vaporisation par le charbon. En outre, le pétrole permet, à puissance de vaporisation égale, de diminuer de 60 p. 100 la section de la cheminée, de sorte qu'on peut augmenter considérablement la puissance d'une batterie de chaudières en remplaçant le charbon par le pétrole sans ajouter des cheminées. L'emploi du pétrole se recommande aussi quand la fumivorité est absolument nécessaire.

La puissance calorifique des pétroles est supérieure d'environ 30 p. 100 à celle des charbons de bonne qualité, et leur encombrement réduit, toutes choses égales, d'environ 50 p. 100. Les tubes des chaudières se salissent moins avec le pétrole qu'avec le charbon, sa combustion complète s'opère avec un moindre excès d'air, et il n'y a pas

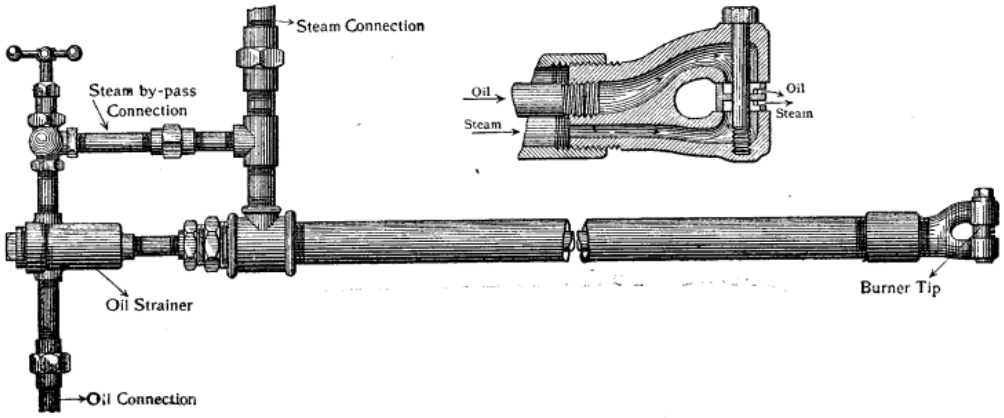


Fig. 10. — Brûleur à pétrole *Peabody* avec flamme en éventail, pulvérisation et atomisation entièrement à l'extérieur du brûleur, tuyau amenant le pétrole enveloppé de vapeur. Filtre (*Strainer*). Dérivation de vapeur au tuyau du pétrole permettant d'en souffler les obstructions. Tête (*Tip*) facile à enlever.

de pertes par ouverture des portes du foyer ; son chauffage est d'une régularité parfaite : pas de décrassage de grilles; frais de manutention presque nuls, par des pompes et réservoirs qui ne s'usent guère ; pas de cendres, de poussières ni de scories ; main-d'œuvre réduite à presque rien. Avec des pétroles à point d'inflammation supérieur à 60°, il n'y a pas de danger sérieux d'incendies.

Pour s'assurer d'une combustion complète et efficace du pétrole, il faut le pulvériser en une atomisation très fine au contact de l'air et brûler ce mélange dans un foyer en briques réfractaires de volume suffisant pour qu'il s'y produise une combustion parfaite avant la venue des gaz au contact des surfaces de chauffe de la chaudière.

La pulvérisation du pétrole se fait, en général, avec de la vapeur au lieu d'air comprimé, dont le compresseur dépenserait autant de vapeur et serait plus compliqué.

Une flamme en nappe d'éventail présente une plus grande surface de rayonnement

(1) *American Society of Mechanical Engineers*, journal août 1911, p. 931.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et distribue plus uniformément les gaz de sa combustion, en même temps qu'elle exige moins de brûleurs que les autres types de pulvérisateurs.

Il convient de réchauffer préalablement le pétrole le plus près possible de la chaudière, et le plus possible, sans atteindre une température susceptible de le décomposer : ne pas dépasser le point d'inflammation.

La combustion du pétrole peut se régler automatiquement, le chauffeur se bornant

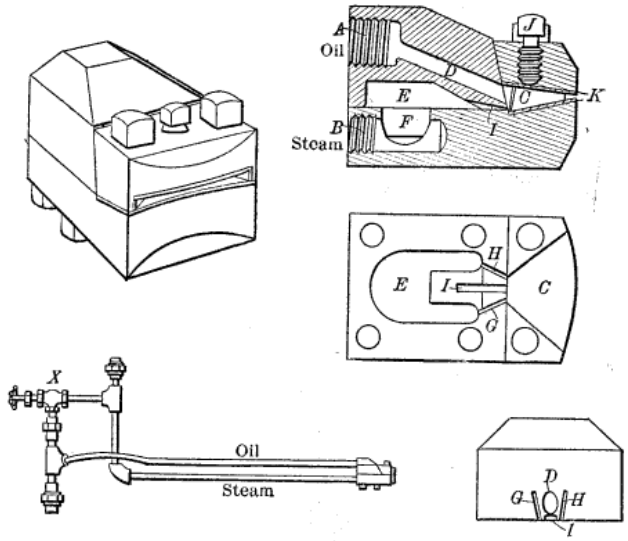


Fig. 11. — Brûleur *Hammel*. Le pétrole arrive par AD dans la chambre de mélange et d'atomisation C; la vapeur arrive, par B F E et les trois rainures G H I, en C, où elle pulvérise le pétrole, et forme un mélange sortant en éventail par l'orifice C, garni de plaques d'acier K, faciles à remplacer. Une dérivation X permet d'envoyer de la vapeur en A pour déboucher C.

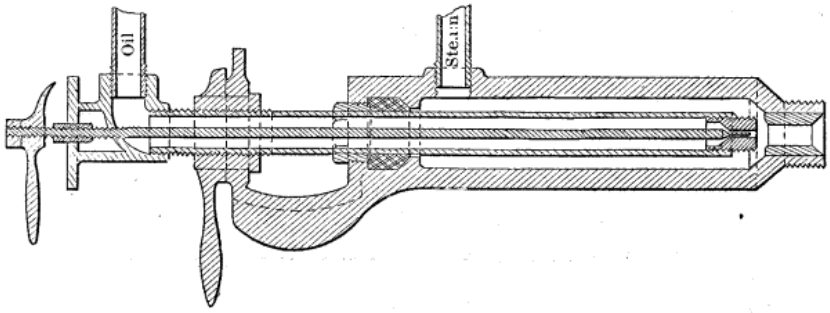


Fig. 12. — Brûleur *Kirkwood*, avec mélange du pétrole et de la vapeur à l'intérieur du brûleur en proportions réglables par une aiguille et par un tube à manettes.

à voir s'il ne se produit pas d'engorgement par des impuretés échappées au filtrage du pétrole. Les brûleurs doivent être facilement remplaçables pour l'enlèvement de ces obstructions. Les registres qui règlent l'admission de l'air au foyer à juste ce qu'il faut pour une combustion parfaite du pétrole avant le contact des gaz avec les parois de la chaudière se manœuvrent ordinairement à la main, en se guidant sur les indications d'un indicateur d'acide carbonique Orsat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les innombrables types de brûleurs peuvent se classer comme il suit (fig. 10 à 15),

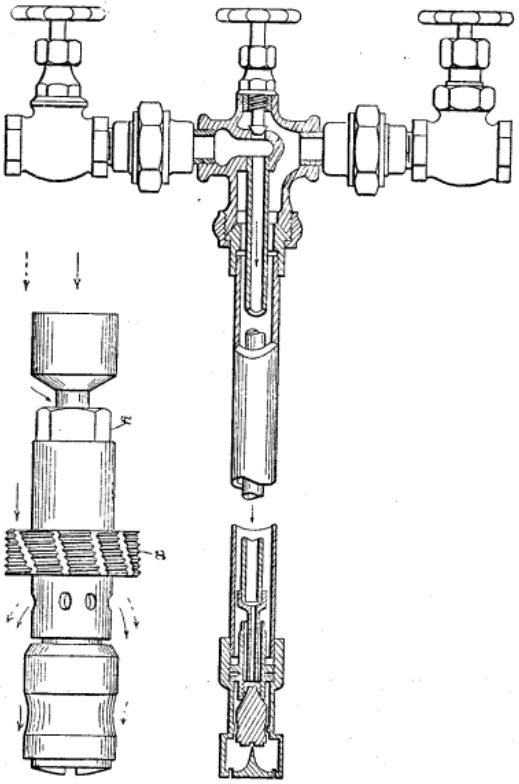


Fig. 13. — Brûleur *Little Giant*, avec mélange intérieur, tuyau du pétrole enveloppé de vapeur et déflecteur égalisant le débit des deux jets de la tête.

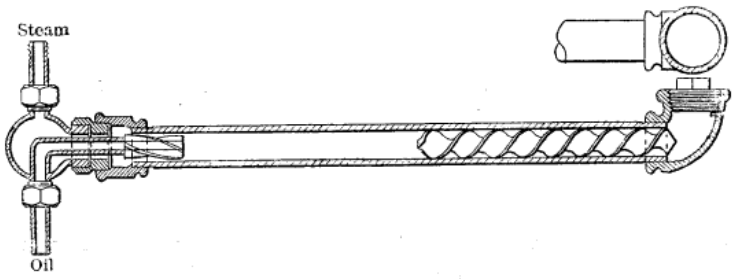


Fig. 14. — Brûleur *Texas*. Flamme en éventail à mélange intérieur aidé par une hélice qui fait tourbillonner la vapeur dès son entrée et par son passage sous une seconde hélice, qui occupe la moitié de la longueur du tube. Chambre de mélange.

selon que l'air pulvérisateur rencontre le pétrole à l'extérieur ou à l'intérieur de l'appareil en : *suinteurs*, où le pétrole suinte dans l'air ou la vapeur de pulvérisation ; *atomi-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seurs, où le pétrole est injecté dans l'air ou la vapeur; à *chambres*, où le pétrole se mêle à l'air ou à la vapeur dans une chambre et où ce mélange est ensuite pulvérisé par la

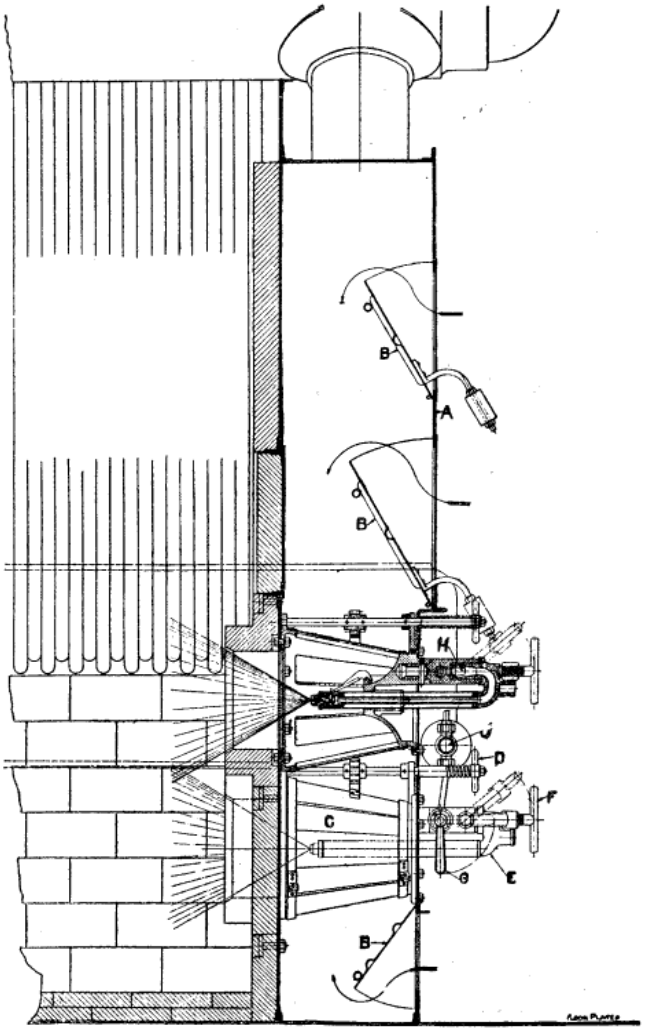


Fig. 15. — Brûleur *Korting*. Le pétrole fourni de J, par H, et réglé par G, arrive aux jets avec hélices des brûleurs E sous une pression suffisante pour se pulvériser sans vapeur. L'arrivée d'air est réglée par les portes automatiques B et les registres C. Il suffit d'amener les serrages F dans la position pointillée pour retenir les brûleurs.

détente de la vapeur; à *injecteurs*, de même principe que les injecteurs d'alimentation; à *pulvérisation mécanique*, où la pulvérisation est effectuée par des agents autres que l'air ou la vapeur.

Tous ces types doivent satisfaire aux conditions d'une inspection facile et d'un remplacement rapide des pièces usées ou obstruées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'après les règlements d'assurance, les réservoirs à pétrole au-dessus du sol doivent être à 60 mètres au moins des immeubles et le sommet de ces réservoirs doit se trouver au-dessous des tuyaux les plus bas de la canalisation. Les réservoirs souterrains doivent être à l'extérieur du bâtiment, à $0^m,60$ au moins sous terre et à 9 mètres au moins de toute construction, avec leur sommet au-dessous de la conduite la plus basse. Dans les petites et moyennes installations, on emploie généralement des réservoirs en tôle de 40 à 70 mètres cubes; dans les grandes installations, ces

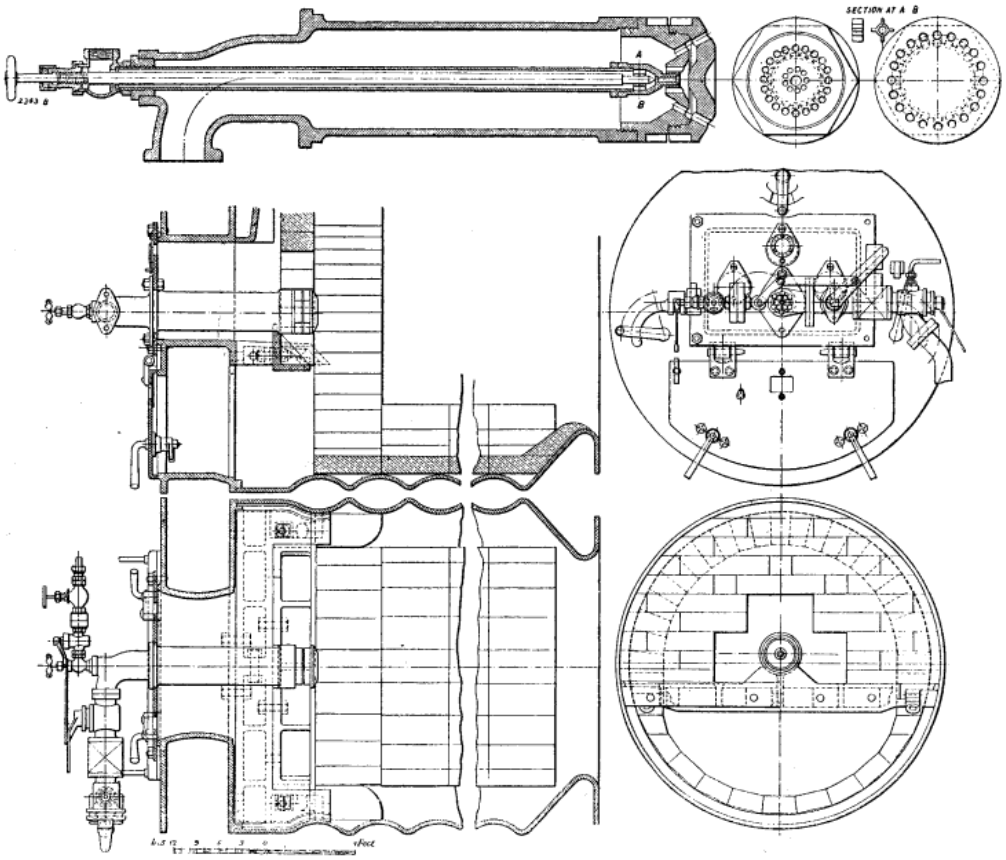


Fig. 16. — Installation de brûleurs *Lassoe-Lovekin* sur le *Tenyo Maru*.

réservoirs sont en ciment armé, avec cloison centrale permettant d'en enlever les dépôts sans interrompre l'alimentation de pétrole. Ces réservoirs doivent être pourvus de tuyaux de ventilation, d'indicateurs de niveau, de purgeurs d'eau et de tuyaux permettant de remplir le haut du réservoir avec de la vapeur en cas d'incendies. Le tuyau d'alimentation de pétrole aux chaudières doit être pourvu d'un filtre en arrière des pompes, et son inclinaison doit être telle qu'il renvoie tout le pétrole au réservoir quand on arrête la pompe et ouvre un tuyau d'aérage.

Les pompes d'injection doivent être en double, avec régulateurs, et leurs tuyau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teries connectées de manière à permettre l'interchangement des pompes. L'échappement de ces pompes à vapeur peut être employé au réchauffage du pétrole et leur refoulement doit être pourvu d'une soupape de sûreté. Ajouter un compteur de pétrole sur la tuyauterie pour contrôler les indications de débit données par les réservoirs.

La vapeur doit arriver aux pulvérisateurs sans eau de condensation, enlevée par des purgeurs. Les pressions du pétrole et de la vapeur aux brûleurs doivent pouvoir se régler automatiquement suivant les besoins de la chaudière. Avec des chaudières ne marchant

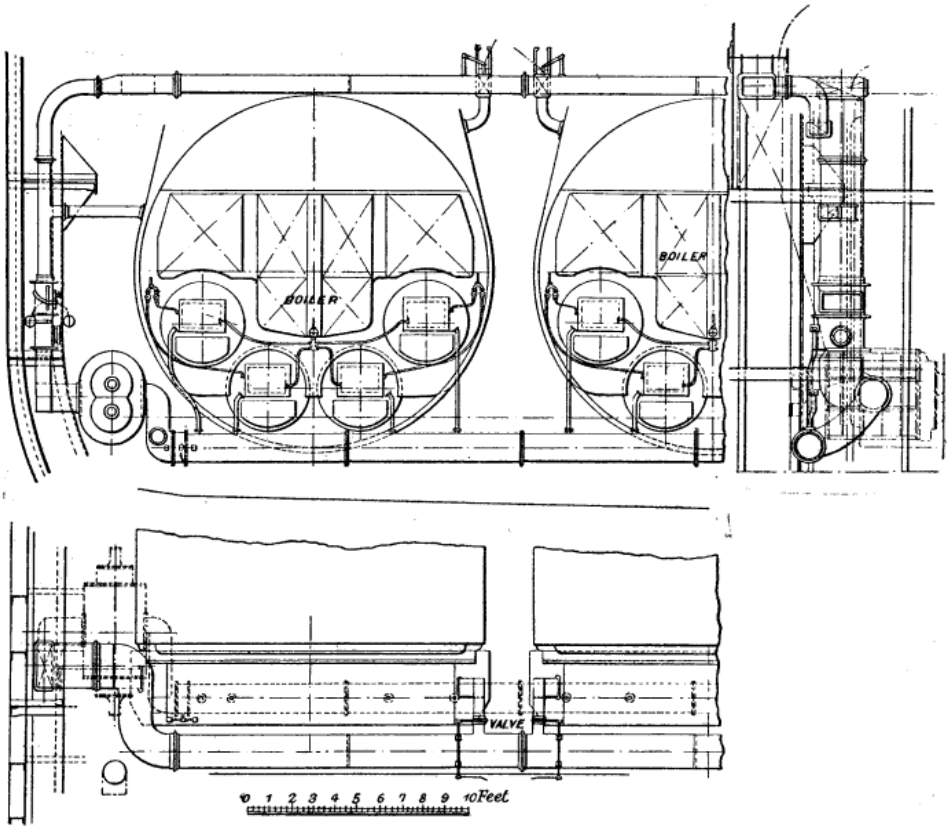


Fig. 17. — Installation des brûleurs *Lassoe Lovèkin* sur le *Tenyo Maru*.

que dix heures sur vingt-quatre, il faut une chaudière auxiliaire pour la mise en train.

Les brûleurs se placent tantôt en avant du foyer, tantôt, comme dans les chaudières Babcox, sur l'autel et dirigés vers la porte.

Des essais exécutés sur la grande installation de Redondo (1) ont donné en moyenne, avec des chaudières Babcox, une température de 225° des gaz de la cheminée à 13,2 p. 100 d'acide carbonique et 21,2 p. 100 d'excès d'air. Dépense de vapeur aux brûleurs, 2,15 p. 100 de la vaporisation totale. Rendement maximum, 83,3 p. 100, avec

(1) *Bulletin* de juin 1911, p. 861.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une vaporisation, ramenée à 100°, de 15kg,8 par kilogramme de pétrole. Rendement moyen, 80,47 p. 100 avec une vaporisation de 15kg,23. Vaporisation maxima par mètre carré de chauffe, 33 kilogrammes et un rendement de 75,8 p. 100. Dans une installation de chaudières Babcox avec surchauffeurs et brûleurs Peabody, en dépensant aux brûleurs 1,54 p. 100 de la vapeur totale, on a obtenu un rendement de 81 p. 100 et une vaporisation de 14kg,38.

Le chauffage au pétrole peut donc donner d'excellents résultats, pourvu que son installation soit très bien faite par des spécialistes bien au courant de la question et confiée à des chauffeurs soigneux.

L'une des applications les plus intéressantes du chauffage au pétrole pour les chaudières marines est celle qui en a été faite sur les paquebots transpacifiques japonais *Tenyo Maru* et *Chiyo Maru* de la ligne San-Francisco Hong-Kong par le Japon.

Ces paquebots, construits à Nagasaky, ont 165 mètres de long et un déplacement de 21660 tonneaux; tonnage brut 13454 tonnes. Ils sont à trois hélices commandées

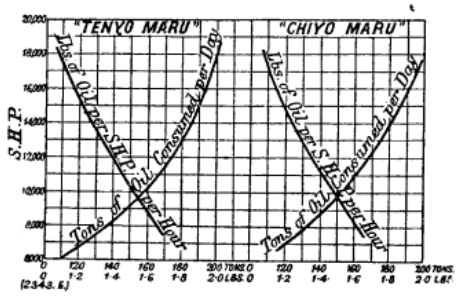


Fig. 18.

par des turbines Parsons, avec 13 chaudières de 5m,75 de diamètre. Puissance, 20000 chevaux à 20 nœuds 6; vitesse moyenne, 18 nœuds 5 avec 12 chaudières.

Le pétrole employé, d'une densité de 16 à 48° Baumé et d'un point d'inflammabilité de 65°, est renfermé en partie (630 tonnes) dans le double fond de ballast de la coque, mais pas sous les chaudières et machines, pour éviter tout danger d'incendie. Deux réservoirs, l'un en avant des chambres de chauffe et l'autre entre elles, renferment respectivement 1165 et 600 tonnes; un troisième en renferme 1120. Dans les deux grands réservoirs, se trouvent deux cuves de dépôts de 130 tonnes chacune, suffisantes pour la consommation d'un jour. L'eau s'y sépare du pétrole par un repos d'une douzaine d'heures. L'approvisionnement total du pétrole : 3675 tonnes, suffit pour une marche de vingt-sept jours à 15 nœuds ou un trajet de 10000 milles et, en cas de manque de pétrole, on peut facilement transformer les grands réservoirs en soutes à charbon. Les réservoirs ont été construits suivant les règles imposées par le Lloyd, avec doubles rivures étanches par elles-mêmes, sans minium, ventilation, recueillement des fuites, etc.

On adopta, comme brûleurs, ceux du type Lassoe Lovekin, à air comprimé sans vapeur avec (fig. 16 et 17) larges trous non susceptibles de se boucher et une petite injection de vapeur ne servant qu'au débouchage (1).

(1) *Bulletin* de juillet 1910, p. 167.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le pétrole est fourni par 4 pompes doubles de 114 × 150 × 150 millimètres, dont une seule suffit pour 6 chaudières en pleine marche. Chacune d'elles peut aspirer aux réservoirs de dépôt ou de ballast et refouler soit aux brûleurs, soit hors du navire. Les aspirations aux réservoirs de dépôt sont chauffées à la vapeur; les aspirations et les refoulements sont pourvues de crépines filtrantes en double; de ces filtres, les refoulements passent à des réchauffeurs et leur tuyauterie entoure chacune des chaudières, avec soupapes de sûreté faisant retour à l'aspiration. Les réchauffeurs de pétrole sont aussi en double et peuvent être reliés en série ou en parallèle de manière à régler facilement la température du pétrole. Une petite dérivation branchée sur le refoulement permet de faire circuler le pétrole réchauffé dans toute la tuyauterie avant la mise en feu, de sorte que les brûleurs reçoivent immédiatement leur pétrole à la température voulue.

L'air de pulvérisation est fourni par 8 ventilateurs Root convenablement reliés de

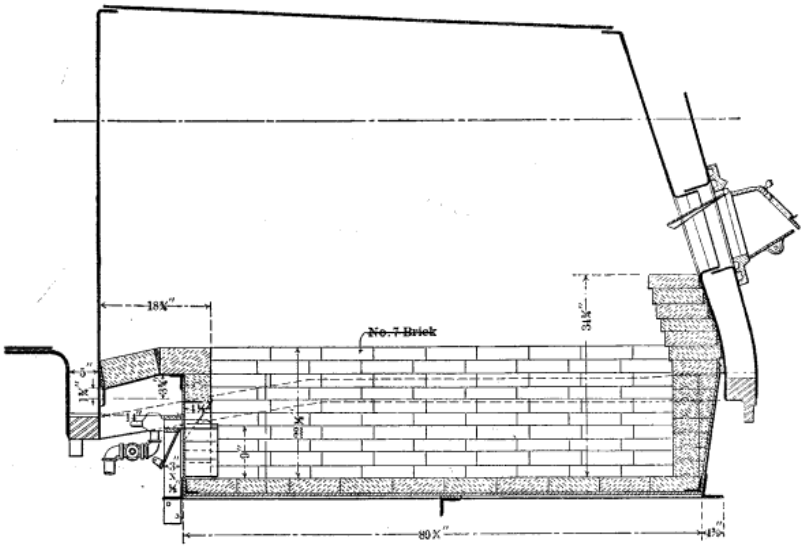


Fig. 19. — Foyer à pétrole du *Southern Pacific*. Coupe longitudinale.

manière que leur tuyauterie constitue un réservoir d'air comprimé suffisamment volumineux. En marche normale, il suffit de 4 de ces ventilateurs. Pression, 76 millimètres de mercure. L'air est chauffé par des réchauffeurs Howden et arrive aux brûleurs par des tuyaux de 50 millimètres avec prise d'air froid réglable dans la chambre de chauffe.

La marche de ces deux paquebots, depuis avril et décembre 1908, a conduit aux observations suivantes :

La température de l'huile doit être portée aux environs du point d'inflammation : un peu en dessous.

Avec les brûleurs Lassoe, la pression de l'air ne doit pas dépasser 1 kil. à $1^{kil},5$ et le pétrole doit être lancé dans le foyer non par sa pression, mais par celle de l'air.

L'admission de l'air aux foyers par le tirage forcé Howden doit être très soigneusement réglée de manière à ne produire qu'une très légère fumée. Une pression de 6 millimètres d'eau au foyer suffit, car la grille n'offre plus qu'une résistance très faible au passage de l'air.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les impuretés de l'huile sont des plus nuisibles. Certains sels obstruent très vite les brûleurs. La séparation des impuretés se fait très bien dans les réservoirs de précipitation chauffés par des serpentins de vapeur.

Les diagrammes (fig. 18) donnent les dépenses d'huile des deux paquebots. A 18 500 chevaux, la dépense est de 455 grammes de pétrole par cheval sur les arbres, au lieu de 685 de charbon de bonne qualité, soit dans le rapport de 2/3 (1).

Depuis le prodigieux développement des exploitations de pétrole en Californie : 15 millions de mètres cubes en 1910, l'emploi du pétrole s'est rapidement répandu sur les locomotives des chemins de fer de la côte Ouest des États-Unis. Le Southern Pacific l'a déjà appliqué sur 991 de ses locomotives, avec une consommation mensuelle de 300 000 kil.

Le pétrole employé, d'une puissance calorifique de 10 000 calories en moyenne, doit

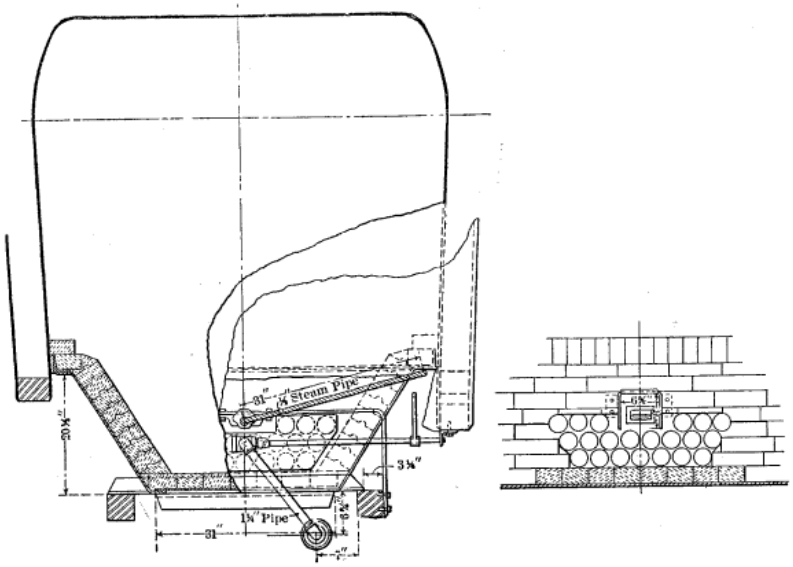


Fig. 20. — Foyer à pétrole du *Southern Pacific*. Coupe transversale et détail de l'avant.

avoir un point d'inflammabilité de 45° au moins, ne pas renfermer plus de 2 p. 100 d'eau et d'autres impuretés et couler librement dans un tuyau de 100 millimètres de diamètre à la température de 20°.

Le pétrole descend par gravité des réservoirs du tender au brûleur du type à nappe plane, pulvérisé à la vapeur, et dont la flamme atteint des températures de 1 500°. Ce brûleur est à l'avant du foyer et projette sa flamme sur (fig. 19 et 20) un revêtement en briques réfractaires qui protège la tôle arrière; les côtés du foyer sont aussi protégés par des briques. Ces briques fondent non tant par la chaleur de la flamme que par les fondants qu'elle entraîne, constitués par les sels alcalins que renferme le pétrole de Californie. Les foyers à pétrole durent, en général, un peu plus longtemps que ceux au charbon. Le chauffeur doit surveiller attentivement la marche du foyer de manière à

(1) Note présentée à l'*Institution of Naval Architects* le 6 juillet par *MM. Terano* et *Shiba*, et *Engineering*, 11 août, p. 208.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la maintenir sensiblement fumivore malgré les variations du travail de la locomotive; un chauffeur peu soigneux risque d'endommager gravement le foyer, les briques et les tubes s'il ne règle pas convenablement ses registres et ses brûleurs. Le foyer doit être plus profond qu'avec le charbon, et la combustion complète avant l'entrée des gaz dans les tubes; un foyer trop petit ne permet pas de passer les coups de collier en marche fumivore. Dès qu'il se dépose de la suie dans les tubes, il faut les sabler en introduisant du sable dans le foyer avec le régulateur grand ouvert; le tirage très énergique entraîne ce sable dans les tubes qu'il décrasse.

Sur les grosses Mallet articulées (1), la vaporisation par kilo de pétrole atteint jusqu'à 15 kilogrammes, avec un rendement de la chaudière de 78,5 p. 100 (2).

MACHINES LOCOMOBILES ET DEMI-FIXES. — PROGRÈS RÉCENTS

Nous avons fréquemment signalé aux lecteurs de ce *Bulletin* les progrès très remarquables réalisés dans la construction des machines locomobiles et demi-fixes, en Alle-

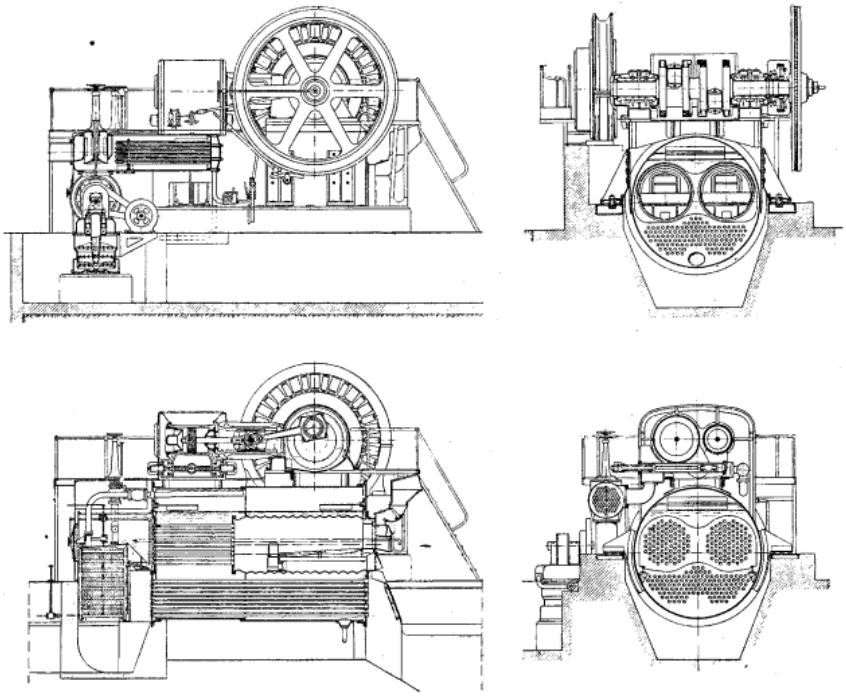


Fig. 21. — Demi-fixe *Lanz* de 1 000 chevaux. Cylindres de 560 et 970 × 550 de course. Chaudière de $2^{m},83 \times 4^{m},80$ de long. Timbre 10 kil. Chauffe 218^{m2}. Surchauffeurs de 73^{m2}. Dépense par cheval effectif : Vapeur $4^{k},35$. Charbon $0^{k},5$. Température de la vapeur surchauffée 380°.

magne, par l'application de la surchauffe à de ces types dont la puissance va jusqu'à

(1) *Bulletin* de mai 1911, p. 729.
(2) *American Society of Mechanical Engineers*, août 1911, p. 367.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

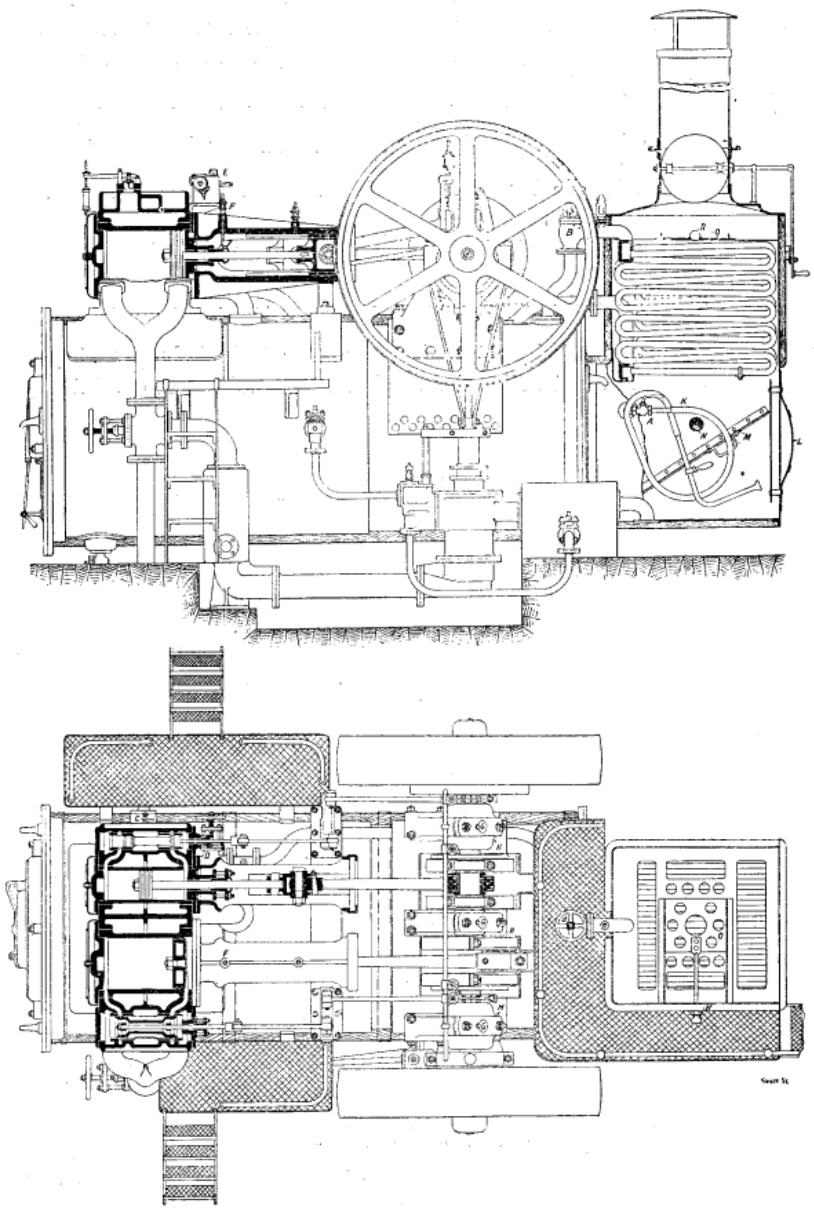


Fig. 22. — Demi-fixe *Garrett* de 50 chevaux. Vaporisation à 100°, 10 kil. 8. Pression absolue 14 kil. Poids de vapeur surchauffée de 190 à 200°, 270 kil. par heure. Abaissement de température des gaz traversant le surchauffeur de 360 à 275°. Rendement : chaudière et surchauffeur 75 p. 100. Puissance 58 ch. à 200 tours. Rendement organique 95,5 p. 100. Dépense par cheval indiqué : vapeur 4k,6; charbon 0k,55.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1000 chevaux (fig. 21) (1) et dont la dépense s'abaisse jusqu'à 0kil,360 de charbon et

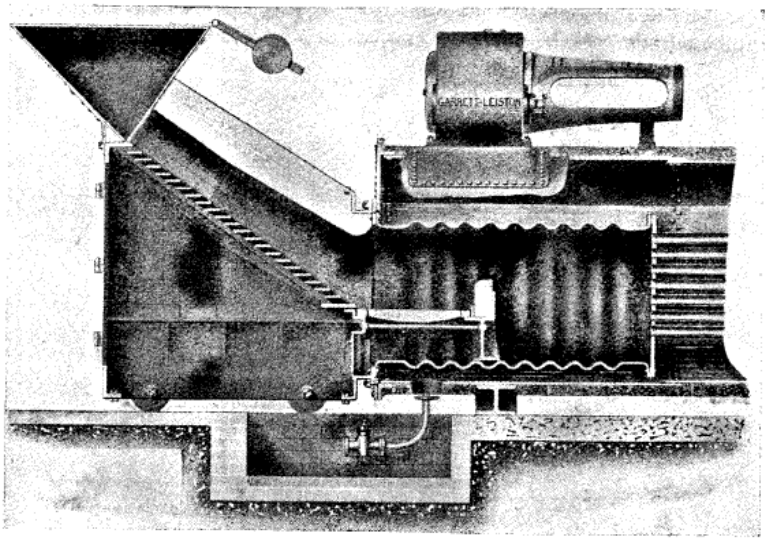


Fig. 23. — Demi-fixe *Garrett* avec foyer pour sciure de bois.

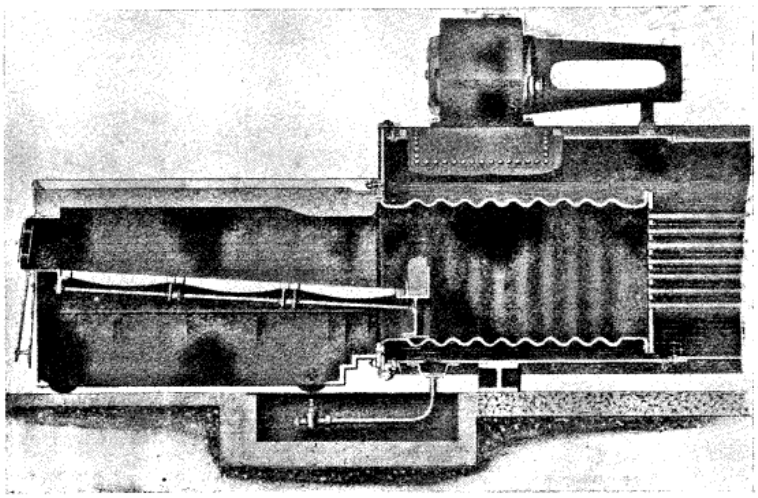


Fig. 24. — Demi-fixe *Garrett* avec foyer pour longues bûches.

3kil,26 de vapeur par cheval-heure effectif. Un seul des constructeurs de ce genre de

(1) Machines de *Wolf*, janvier 1907, p. 70; janvier 1909, p. 48; *Esterer*, janvier 1909, p. 49; *Lenz*, janvier 1909, p. 48.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

genre de machines, le plus ancien d'ailleurs, la maison Wolf, de Magdebourg, emploie plus de 3 300 ouvriers.

On commence à s'occuper de ces machines en France (1) et en Angleterre. Voici, d'après *M. W.-J. Marschall*, quelques renseignements sur ce qu'a fait en Angleterre la maison Garrett, de Leiston.

Les machines de *Garrett* sont (fig. 22) à foyer circulaire ondulé, amovible avec ses tubes et replaçable en une durée de six heures environ. Le surchauffeur est en tubes d'acier avec collecteurs en acier coulé et est traversé par la vapeur en contre-courant des gaz du foyer. Les joints des tubes du surchauffeur sont en dehors de la boîte à fumée, très accessibles et faciles à défaire pour le retrait du surchauffeur ; en outre, le surchauffeur est disposé de manière à permettre le nettoyage des tubes de la chaudière. La distribution aux cylindres se fait par des tiroirs-pistons et les deux

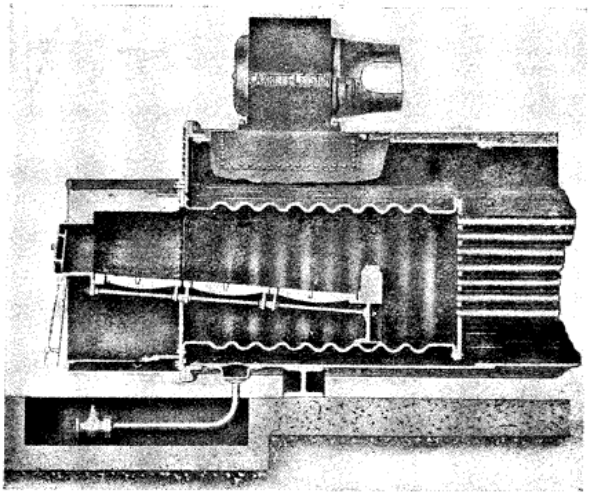


Fig. 25. — Demi-fixe *Garrett* avec foyer pour blocs de bois.

cylindres sont dans une même enveloppe de vapeur où ils sont forcés à la presse hydraulique. Leur graissage se fait par un compte-gouttes à circulation forcée envoyant son huile aux deux tiroirs. Le régulateur volant agit sur le tiroir de haute pression. L'échappement de basse pression se fait dans un condenseur d'injection avec pompe à air commandée de l'arbre de couche, et dont le croisillon commande la pompe alimentaire qui aspire dans sa bâche et refoule au travers d'un réchauffeur.

On a pu, avec une de ces machines demi-fixes de 50 chevaux, descendre

(1) Demi-fixe de *Weyher* et *Richemond* de 100-135 chevaux, compound demi-fixe à surchauffe et condensation. Deux cylindres de 215 et 410 × 460, vitesse 180 tours. Grille de $0^{m2},69$, chauffe $25^{m2},44$, surchauffe $12^{m2},225$, timbre 12 kil., surchauffe très élevée de 140°, vaporisation par kil. de charbon net $8^{kil},6$, température des gaz à la cheminée 274°, rendement 71 p. 100, puissance 122 chevaux, charbon net par cheval effectif $0^{kil},59$, vapeur $5^{kil},07$ (*Portefeuille économique des machines*, décembre 1910).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jusqu'à une dépense de $0^{kil},55$ de charbon à 7800 calories par cheval effectif;

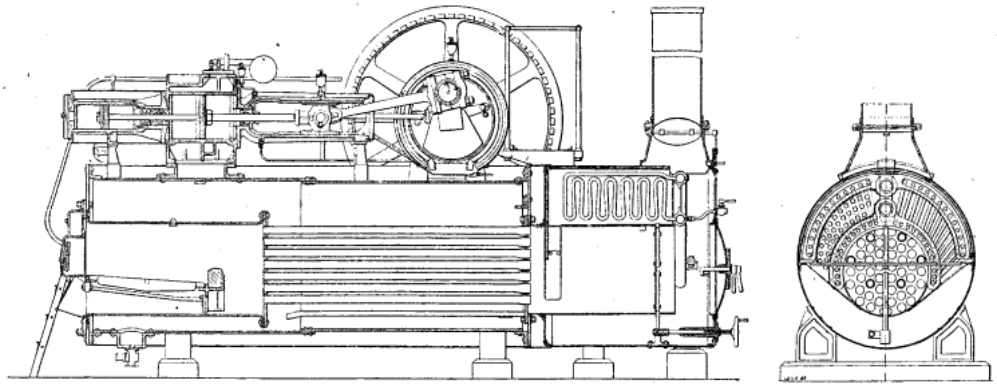


Fig. 26. — Demi-fixe *Ruston Proctor* de 86 chevaux.

dépense d'eau $4^{kil},68$. Vaporisation $8^{kil},91$. Rendement organique 95,5 p. 100 (1).

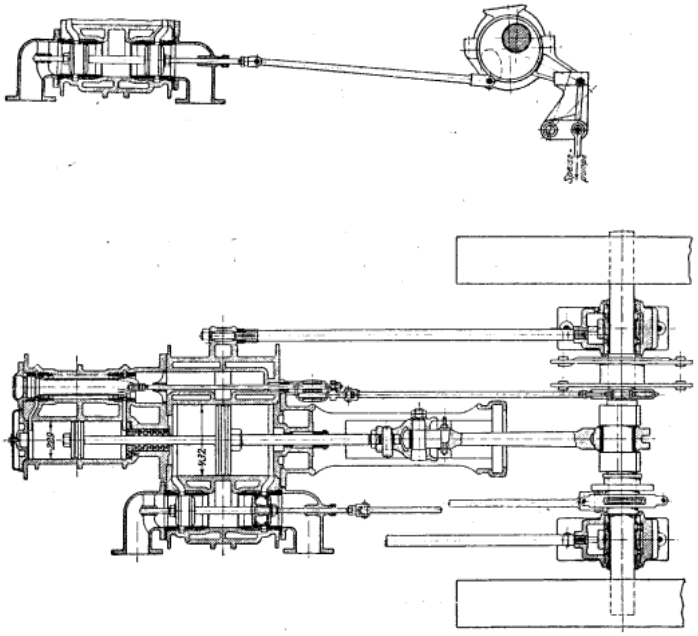


Fig. 27. — Demi-fixe *Ruston Proctor*. Distribution et commande de la pompe alimentaire.

Ces machines se prêtent très bien à l'emploi de presque n'importe quel combus-

(1) *British Association*, session de 1911, et *Engineering*, 15 septembre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tible comme, par exemple, des copeaux de bois (1kil,8 par cheval effectif) sciure (fig. 23), débris, etc., (fig. 24 et 25). Elles ont souvent remplacé des moteurs à gazogènes, en raison de la plus grande souplesse, de la sûreté de marche et de la facilité de l'entretien des demi-fixes dont le rendement est meilleur aux faibles charges, et qui peuvent dépasser de 50 p. 100 leur puissance normale en cas de surcharge.

La demi-fixe de *Ruston Proctor* (fig. 26 et 27) (1) de 86 chevaux à 175 tours, cylindres de 229 et 432 × 457, est aussi pourvue d'un surchauffeur amovible n'empêchant pas le nettoyage des tubes, dont les gaz peuvent, à la mise en train, être dirigés, par une dérivation, directement sur la cheminée de manière à ne pas recouvrir le surchauffeur de suie. Les cylindres sont en tandem avec distribution par tiroirs-pistons.

(1) *Engineering*, 30 juin 1911.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Atlas général des houillères, édité par le Comité central des houillères de France. Bassins houillers de France, Allemagne, Autriche-Hongrie, Belgique, États-Unis, Grande-Bretagne, Pays-Bas, Russie, par MM. E. Gruner et G. Bousquet. Première partie : Atlas (31 × 41) de 59 planches en couleurs, dont 4 doubles; Deuxième partie : In-8° de XII-372 pages, avec de nombreux tableaux. (Prix : 60 fr.).

M. E. Gruner, vice-président du Comité des Houillères de France, a déjà publié des cartes houillères consacrées aux quatre principaux pays industriels d'Europe ; il vient, avec la collaboration de M. G. Bousquet, de terminer un nouvel atlas relatif aux bassins houillers de sept pays européens et des États-Unis.

Les auteurs se sont attachés à donner à leurs cartes des échelles métriques simples et aussi peu nombreuses que possible. Ils ont aussi représenté graphiquement les renseignements statistiques relatifs à la consommation des houilles en France. Les cartes, qui comportent plusieurs couleurs, sont d'une grande clarté et d'une lecture facile.

Des renseignements économiques et statistiques sur les différents districts houillers du monde constituent le texte qui complète cet atlas.

Cours d'exploitation des Mines, par M. Haton de la Goupillière. 3e édition, revue et augmentée par J. Bès de Berc, t. III et dernier. In-8 de 1445 p. avec 580 fig. (Prix des 3 vol. : 100 fr.) Paris, H. Dunod et E. Pinat.

La troisième édition du *Cours d'Exploitation des Mines* de M. Haton de la Goupillière, revue et considérablement augmentée par M. Bès de Berc, voit aujourd'hui paraître son tome troisième et dernier. Les questions qui s'y trouvent traitées ont reçu un développement semblable à celui dont les deux premiers volumes ont été l'objet, afin de suivre les progrès remarquables dont l'art des mines a bénéficié au cours des dernières années. Le lecteur trouvera notamment dans le tome III une étude approfondie de la question des poussières.

Nous signalerons aussi : la description du système d'utilisation des vapeurs d'échappement des machines d'extraction; une étude des moteurs d'extraction électriques; la théorie et la description des pompes express modernes, ainsi que celles des pompes centrifuges, qui, avec l'introduction des appareils multicellulaires et des turbo-moteurs à grande vitesse, ont renouvelé les solutions séculaires du problème de l'épuisement des mines; la description des pompes souterraines à colonne d'eau; celle du procédé Tomson, qui a permis de vaincre, dans le fonçage des avaleresses, des venues d'eau considérées autrefois comme insurmontables dans les anciens procédés à niveau vide; l'étude de la maladie spéciale aux mineurs, connue sous le nom d'ankylostomiase; de nouveaux développements sur l'organisation de la ventilation des mines, notamment sur la détermination de l'ouverture des guichets d'aérage; la théorie et le fonctionnement des ventilateurs; la description des compresseurs à haute pression; des développements sur les appareils d'éclairage souterrain, la description de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plupart des types modernes de lampes de sûreté à toile métallique, notamment des appareils à essence de pétrole, avec leurs accessoires modernes de rallumage intérieur et de fermeture; celle des lampes portatives électriques de sûreté; celle des lampisteries; une étude de l'organisation de la grisoumétrie; une description des galeries et stations d'essais récemment créées dans la plupart des grands pays miniers pour l'examen des questions se rattachant à l'emploi des explosifs, à l'épreuve pratique des lampes de sûreté, enfin et surtout à l'étude du grisou et des poussières, ainsi que des moyens d'en combattre les dangers; une étude des poussières de houille, avec la description de quelques-uns des plus récents accidents qui leur ont été attribués; l'examen des mesures préventives contre les coups de poussières, notamment la description des procédés de l'arrosage, de la schistification, et des arrêts-barrages expérimentés à la Station d'essais de Liévin; des développements sur les moyens employés pour prévenir les accidents dus aux dégagements instantanés de grisou et d'acide carbonique, ainsi que sur la lutte contre les incendies souterrains; la description des procédés de sauvetage les plus modernes, avec une revue des appareils respiratoires; une étude de l'organisation permanente des mines en vue du sauvetage. La rédaction a été complétée, dans les autres parties traitées, par l'indication de tous les perfectionnements modernes, et par des tableaux numériques.

L'accueil fait par le public aux deux premiers tomes de cette troisième édition paraît un sûr garant de celui que réservera l'industrie minière au volume final complètement modernisé que les auteurs lui présentent aujourd'hui.

International catalogue of scientific literature. D. Chemistry, 8e vol.
Paris, Gauthier-Villars.

C'est le huitième volume annuel de ce catalogue pour la partie chimie, dont nous avons déjà parlé souvent (voir février 1911 et chacune des années précédentes de notre *Bulletin*). On sait que ce catalogue fait suite au Catalogue of scientific papers de la Royal Society de Londres, qui couvre la période 1800-1900. C'est un catalogue alphabétique par noms d'auteurs, avec des tables de matières pour chacune des 17 subdivisions de l'International catalogue.

Le volume que nous présentons aujourd'hui à nos lecteurs couvre la période de 1908. Il comprend un catalogue par noms d'auteurs, puis un catalogue par matières. Le plan de ce dernier est le suivant :

0000 Philosophie; — 0010 Histoire, Biographies; — 0020 Périodiques; — 0030 Traités généraux et Dictionnaires; — 0032 Bibliographies; — 0040 Discours; — 0050 Enseignement; — 0060 Collections; — 0070 Nomenclature.

0100 Chimie spéciale des éléments, classés par ordre alphabétique.

0900 Laboratoires et leur organisation.

1000 Chimie du carbone; — 1100 Hydrocarbures; — 1200 Alcools; — 1260 Éthers et oxydes; — 1300 Acides; — 1400 Aldéhydes; — 1500 Cétones; — 1600 Composés aminés; — 1700 Composés azoïques; — 1800 Hydrates de carbone; — 1900 Cycles mixtes.

2 000 Composés organométalliques; — 2 100 Sulfoxydes et sulfones; — 2 200 Composés sulfoniques; — 2 300 Composés d'iodonium.

3 000 Alcaloïdes; — 4 000 Protéines; — 5 000 Composés colorés.

5 500 Opérations de chimie organique; — 6 000 Chimie analytique; — 6 800 Chimie des procédés de fabrique.

7 000 Chimie analytique et physique.

8 000 Chimie physiologique.

8 500 Chimie par rapport à l'agriculture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cours de droit forestier, par M. Ch. Guyot. Tome III, fascicule Ier : **Législation des travaux publics appliquée aux terrains gérés par l'Administration des Eaux et Forêts**, dunes, terrains en montagne, régime des eaux.
In-8 de IV-308 pages. (Prix : 5 fr.). Paris, Lucien Laveur, 13, rue des Saints-Pères.

Les matières traitées dans ce fascicule (livre VI), sont : en premier lieu, l'expropriation pour cause d'utilité publique, les dommages et plus-values résultant des travaux publics, les occupations et extractions de matériaux. Un appendice concerne les associations syndicales et les travaux exécutés par ces associations.

Puis vient la législation des dunes, avec les questions de propriété qui s'y rattachent, et en appendice la mise en valeur des landes de Gascogne.

Dans un troisième chapitre, le plus intéressant au point de vue des applications pratiques, est exposée la matière importante de la restauration et conservation des terrains en montagne. Après un historique complet de la législation vient le commentaire détaillé de la loi de 1882, et enfin l'examen critique de tous les projets actuellement à l'étude pour modifier ou compléter cette loi, soit au sujet du reboisement, soit pour l'institution d'un régime pastoral.

Le livre se termine par un chapitre consacré à l'étude du régime des eaux, en vue des applications relatives au service forestier, sauf toutefois la pêche, dont il sera traité plus loin.

Enfin, la législation sur toutes les matières qui précèdent est rapidement passée en revue pour ce qui concerne l'Algérie et les autres colonies.

La seconde partie de ce volume, qui paraîtra prochainement et qui terminera l'ouvrage, sera formée par la pêche fluviale, la chasse et la destruction des animaux nuisibles.

Savants du jour, tome V : **Gabriel Lippmann**, biographie, bibliographie analytique des écrits, par M. Ernest Lebon. In-8 (28-19) de VIII-70 p. Paris, Gauthier-Villars, 1911 (7 fr.).

En présentant cette notice à l'Académie des Sciences (17 juillet 1911), M. Gaston Darboux, secrétaire perpétuel, s'est exprimé en ces termes :

« Cette notice nouvelle est composée avec le même soin, avec le même souci de l'exactitude et selon la même méthode que les notices précédemment parues. Nous y signalerons plus particulièrement les détails si intéressants et si curieux que donne M. E. Lebon sur la jeunesse et les premières études de notre illustre confrère, sur les séjours qu'il a faits dans les Universités étrangères, sur l'accueil qu'il y reçut des savants les plus éminents, Kirchhoff et Helmholtz en particulier. Je me souviens encore que, lors d'un passage à Paris, Helmholtz prit plaisir à nous signaler celui qu'il avait vu à l'œuvre dans son laboratoire comme un de ceux qui devaient sans retard être pourvus d'un enseignement magistral à la Sorbonne.

« M. Ernest Lebon ne néglige pas de nous faire connaître la genèse des plus belles découvertes de Gabriel Lippmann ; il nous donne une longue liste des travaux qu'il a inspirés et qui ont été accomplis dans son laboratoire de la Sorbonne.

« Nous n'hésitons pas à prédire à cette nouvelle Notice le succès et la faveur qui ont accueilli les précédentes. »

L'auteur a signalé tous les écrits originaux et les principales analyses dont ils ont été le sujet. Ce n'est qu'après les avoir lus ou parcourus qu'il a donné les références et les renseignements qui s'y rapportent. Les titres des Écrits sont suivis de sobres analyses de ces Écrits.

Il importe de faire remarquer que M. Gabriel Lippmann a aidé M. E. Lebon pour classer les Mémoires et les Notes et qu'il a lu et approuvé la dernière épreuve d'imprimerie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Principes de la technique de l'éclairage, par M. L. Bloch.
In-8 (25-16) de 184 p. avec 40 fig. (Prix : 5 fr.) Paris, Gauthier-Villars, 1911.

Les ouvrages qui s'occupent des questions techniques de l'éclairage contiennent surtout une description détaillée des sources lumineuses artificielles, des appareils et des méthodes de mesure employées dans les recherches les plus délicates. Mais les questions techniques, au sens propre du mot, c'est-à-dire la discussion, la mesure et le calcul des éclairements, y sont toujours traitées très brièvement.

En général, on procède aux calculs préliminaires d'une façon tout à fait sommaire ; très souvent, on se contente d'essais au cours de l'exécution, et l'on se fie un peu à la chance pour arriver au résultat demandé.

D'un autre côté, l'éclairage artificiel n'avait pas l'importance qu'il a acquis depuis peu; la réalisation, tous les jours renouvelée, de sources plus économiques et la concurrence entre les divers modes d'éclairage ont accru d'une façon surprenante le besoin de lumière.

Le présent ouvrage comprend comme chapitres principaux la discussion, le calcul et la mesure de l'éclairement, avec le plus de données exactes possible. Ces chapitres reproduisent quelques mémoires essentiels publiés par l'auteur pendant ces dernières années dans le *Journal für Gasbeleuchtung* et l'*Elektrotechnische Zeitschrift*. On s'est efforcé de condenser ces différents mémoires en un tout complet et de développer autant que possible la partie correspondant aux besoins de la pratique.

Il serait cependant impossible de s'étendre beaucoup sur ce sujet, sans posséder les principes directeurs de la technique de l'éclairage; c'est pourquoi la première partie de l'ouvrage est consacrée à l'exposition de ces principes. On a donné ensuite les méthodes pour obtenir l'intensité moyenne sphérique et hémisphérique en les simplifiant, parce qu'on perd souvent beaucoup de temps en employant des méthodes tout à fait précises, mais longues.

L'ouvrage se termine par un chapitre sur l'éclairage indirect. On a porté depuis quelques années une attention toute particulière sur ce mode d'éclairage, qui au début n'était employé qu'avec les lampes à arc et était considéré comme un éclairage très coûteux. Les méthodes de calcul indiquées pour l'éclairage direct sont encore employées dans ce chapitre, et l'on voit qu'elles sont aussi applicables à ces calculs, dès qu'on possède des données expérimentales pratiques.

Chemins de fer funiculaires, transports aériens, par M. A. Lévy-Lambert, 2e édition revue et augmentée. (Encyclopédie des travaux publics, par C. Lechalas).
In-8 (25-16) de IV-526 p. avec 213 fig. (Prix : 15 fr.) Paris, Gauthier-Villars.

L'ouvrage de M. Lévy-Lambert, chef du service de l'éclairage et du chauffage des chemins de fer du Nord, sur les chemins de fer funiculaires est toujours le seul traité didactique ayant paru en France sur la matière. Le lecteur trouvera méthodiquement rassemblés dans cet ouvrage une série de documents théoriques et pratiques et des descriptions de nombreuses installations existantes, difficiles à rechercher sur place ou à retrouver éparses dans un grand nombre de monographies écrites la plupart en langue allemande ou anglaise.

Depuis 1893, date de la première édition, les applications des funiculaires et transports par câbles se sont multipliées, tandis que les funiculaires à câble sans fin d'Amérique et d'Angleterre ont disparu. En outre, l'emploi des moteurs électriques a modifié singulièrement la disposition des stations motrices des funiculaires. Pour ces diverses raisons, une refonte de l'édition de 1893 s'imposait, et la nouvelle édition est en réalité non seulement mise à jour, mais encore complètement remaniée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Trempe, recuit, cémentation et conditions d'emploi des aciers, par M. L. GRENET. In-8, 495 p. avec 71 fig. Paris, librairie polytechnique Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères. (Prix : 16 francs.)

Préface. — Le fer et ses alliages ont donné lieu à d'innombrables recherches. Mais les propriétés, que ces recherches ont mises en évidence, n'ont pas pu être classées de suite avec un petit nombre de conceptions simples; les phénomènes relatifs aux aciers apparaissent ainsi de prime abord assez compliqués. Et l'abus de termes précis, pour désigner des aspects micrographiques mal définis, n'a pas été pour diminuer cette complication apparente.

Nous nous sommes proposé de montrer comment un petit nombre de conceptions simples permettait de classer les phénomènes connus relatifs aux aciers et pouvait servir de guide pratique pour les traitements thermiques.

Nous ne nous sommes pas attachés à décrire en détail les méthodes scientifiques d'étude des aciers; nous avons simplement cité ces méthodes en indiquant les principaux résultats qu'elles peuvent donner. Nous avons par contre tâché de bien montrer comment on peut industriellement définir les traitements thermiques avec une précision suffisante.

Nous avons aussi cherché à montrer quelles étaient les considérations qui, étant données nos connaissances actuelles, permettraient de se guider pour le choix d'un acier.

Bien que cette étude soit limitée aux aciers proprement dits, nous avons cru utile de dire quelques mots des fontes pour montrer comment les conceptions générales, qui servent de guide pour le traitement des aciers, peuvent aussi servir de guide pour le traitement de ces produits et permettre souvent de les améliorer.

Table des matières. — Première partie : Notions utiles à connaître pour l'emploi et le traitement thermique des aciers. (Coefficients numériques servant à définir un acier. Conception sur l'équilibre des constituants des aciers au carbone en fonction de la température. Conception relative à la constitution des aciers contenant des proportions importantes d'éléments autres que fer et carbone. Classification des aciers d'après la température de transformation au refroidissement. Action des traitements thermiques sur les propriétés des aciers. Résumé des notions utiles à connaître pour le traitement thermique des aciers.)

2e partie : Procédés de traitement des aciers. (Influence sur l'effet des traitements ultérieurs de l'état sous lequel est livré l'acier. Généralités sur le traitement des aciers. Cémentation. Rappel des quatre groupes d'acier et de leurs propriétés en fonction du traitement thermique. Étude des propriétés d'un acier après différents traitements thermiques.)

3e partie : Du choix d'un acier. Causes déterminantes dans le choix d'un acier de construction. Remarques déduites des formules de la résistance des matériaux et spécialement applicables aux constructions en acier.

4e partie : Étude des différents aciers.

5e partie : Acier moulé. Fonte. Fonte malléable.

Sept conférences sur la soudure autogène, l'Union de la soudure autogène, 104, boulevard de Clichy (Prix : 3 fr.) Paris.

1re La soudure autogène à la portée de tout le monde, par M. R. Granjon.

2e Les installations de soudure autogène et les chalumeaux, par M. R. Amédéo.

3e Considérations générales sur la soudure autogène. La soudure autogène du fer et des aciers, par M. R. Amédéo.

4e La soudure autogéne de la fonte, par M. R. Amédéo.

5e La soudure autogène de l'aluminium, par M. R. Amédéo.

6e La soudure autogène du cuivre et de ses alliages, par M. R. Amédéo.

7e Le coupage des fers et aciers par les chalumeaux à jet d'oxygène, par M. R. Amédéo.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Calcul des ouvrages en béton et en ciment armé, aide-mémoire avec barèmes des journaux : *le Ciment* et *le Ciment armé*, par M. N. DE TÉDESCO.

Calcul pratique du béton non armé.
Table récapitulative des matières du journal *Le Ciment* depuis son origine jusqu'en 1911.
Calcul pratique du ciment armé.
Table récapitulative des matières du journal *Le Ciment armé* depuis son origine jusqu'en 1911.

Le tissage mécanique moderne, par M. J.-V. SCHLUMBERGER. In-16 de 288 p., avec fig. (Prix : 7 fr. 50.) Paris, H. Dunod et E. Pinat.

Le livre de M. Schlumberger étudie les diverses phases par lesquelles doit passer le fil livré par la filature pour être manutentionné et converti en tissus.

La question de préparation du fil, de la formation des chaînes, de leur encollage et de leur montage sur métiers, les productions, salaires, tissus et armures diverses forment, dans cet ouvrage, autant de chapitres indiquant les procédés les plus modernes.

L'ouvrage est précédé d'un aperçu historique de la filature et du tissage. Il traite ensuite de la pratique du tissage mécanique et, en particulier, du tissage du coton, des poulies et engrenages, de la composition et de la décomposition des tissus, de l'analyse des tissus fondamentaux, des données pratiques sur toutes les opérations du tissage, du réglage des machines, etc.

Ce livre est un véritable aide-mémoire du tisseur moderne.

Ponts en bois et en métal, par M. E. ARAGON. Grand in-16 (12,5 × 19) de XII-520 p., avec 459 fig. (68e volume de la Bibliothèque du Conducteur de travaux publics. Prix : 15 fr.) chez H. Dunod et E. Pinat.

Un traité sur les *Ponts en bois et en métal* nécessiterait la matière de plusieurs volumes, s'il fallait passer en revue tous les principaux ponts construits jusqu'à ce jour. L'auteur a pensé qu'il n'était pas nécessaire de s'étendre sur les ponts anciens, dont l'intérêt est rétrospectif, et qu'il était préférable de s'occuper surtout des *ponts modernes*, qui ont reçu de nombreuses améliorations suggérées par une longue expérience et dans lesquels l'acier a remplacé avantageusement le fer et la fonte.

C'est pour réaliser ce programme rationnel que l'ouvrage a été divisé en cinq parties, une pour chaque grande classe de ponts à examiner.

La première partie traite sommairement des *ponts et des charpentes en bois* dont on se sert pour les passerelles de service et les échafaudages destinés au montage des ponts.

La deuxième partie est relative aux *ponts en fonte et en acier moulé* que l'on emploie surtout dans les arcs, tel le pont Alexandre III, par exemple, dont nous donnons une description assez détaillée.

La troisième partie, une des plus importantes, comporte avec de nombreux détails : la classification, la composition et le montage des ponts métalliques, ainsi que des descriptions de types de ponts modernes et récents, dans lesquelles le lecteur trouvera des renseignements pratiques intéressants.

La quatrième partie traite des *ponts suspendus*, dont l'emploi avait été abandonné en France à la suite d'accidents graves survenus à quelques-uns d'entre eux de dispositions défectueuses, mais d'heureuses améliorations ont été apportées dans leur constitution, et les ponts suspendus sont de nouveau en faveur. Tout en rappelant les éléments constitutifs de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces ponts, nous avons donné la description de quelques ponts modernes établis en France et à l'étranger, notamment le grand pont de Williamsburg, qui se trouve à côté de celui de Brooklyn, connu depuis longtemps par ses grandes dimensions. Cette partie comporte également une étude détaillée sur les ponts suspendus rigides (système Gisclard) avec une application.

Enfin, la dernière partie est relative aux *ponts mobiles*, tels que les ponts-levis, levants, à bascules, tournants, roulants et transbordeurs, autant de types employés dans les canaux, les rivières et les passes maritimes.

Les ressources de la France en minerais de fer, par M. P. Nicou, ingénieur au corps des Mines.

In-8 de 105 p., avec 6 fig. et 5 cartes. (Prix : 6 fr.) Paris, H. Dunod et E. Pinat.

A l'occasion du onzième congrès géologique international qui s'est tenu à Stockholm en août 1910, et en conformité avec les résolutions prises au précédent congrès de Mexico, une vaste enquête avait été ouverte sur les ressources mondiales en minerais de fer actuellement connus comme industriellement exploitables.

Chargé de la partie relative à la France continentale et à ses colonies et protectorats de l'Algérie et de la Tunisie, M. P. Nicou a donné, pour le grand ouvrage où furent réunis les divers travaux relatifs aux différents pays, *The Iron Ore Resources of the World*, un aperçu sommaire de nos réserves en minerais de fer. Le présent ouvrage n'est que la remise au point de ce rapport, auquel on a ajouté un certain nombre de renseignements historiques, statistiques et économiques qui n'avaient pu trouver place dans une note plus purement scientifique, ainsi que l'indication des faits nouveaux qui ont pu survenir dans l'état des connaissances depuis le moment (1909) où fut rédigée la note pour le congrès de Stockholm.

Les chiffres de production, de consommation et d'exportation jusques et y compris l'année 1909 sont ceux résultant des statistiques officielles : ceux relatifs à l'année 1910 ne doivent être considérés que comme des chiffres provisoires qu'ont bien voulu communiquer les divers services minéralogiques compétents.

Bases et méthodes d'études aérotechniques, par MM. L. Ventou-Duclaux et Robert,

In-8 (14 × 22,5) de VII-572 p., avec 138 fig. (Prix : 15 francs.) Paris, 1911, H. Dunod et E. Pinat.

Préface. — Le développement extraordinairement rapide de la locomotion aérienne, les tentatives de plus en plus audacieuses des pilotes, d'ailleurs encouragées par la création de gros prix, sont très en avance sur les progrès réalisés par les constructeurs. Les aéroplanes transportent des charges atteignant dix fois ce qu'elles étaient au début de l'aviation ; ces mêmes appareils se déplacent avec des vitesses doubles de ce qu'elles étaient à cette même époque, et l'on est étonné de constater que ces appareils n'offrent pas une plus grande sécurité que les premiers construits.

On est trop souvent porté à considérer comme des progrès énormes les performances actuellement accomplies, alors que celles-ci ne résultent, en réalité, que du meilleur entraînement des pilotes, de leur plus grande habileté et des meilleures conditions de fonctionnement des appareils propulseurs.

Le but du présent ouvrage est d'exposer les progrès généraux réalisés par la locomotion aérienne et d'en déduire ceux qu'il serait nécessaire d'accomplir si l'on veut faire entrer la locomotion aérienne dans le domaine de la pratique.

Pour exposer les progrès réalisés dans les diverses branches de la locomotion aérienne, les auteurs ont adopté le programme suivant :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Progrès commun à tous les modes de locomotion;

a) Développement de l'aérodynamique; *b*) progrès des moteurs; *c*) progrès des propulseurs;

2° Progrès concernant les ballons libres, les dirigeables, les montgolfières;

3° Progrès des cerfs-volants, des orthoptères, des ornithoptères, des aéroplanes, des hydroplanes.

Chacun de ces chapitres est divisé en huit paragraphes. Ces paragraphes sont les suivants: 1° Théorie; 2° Essais de laboratoire; 3° Résultats techniques; 4° Résultats sportifs: Performances, records; 5° Applications; 6° Accidents: 7° Améliorations à prévoir; 8° Bibliographie.

Nous avons principalement développé les chapitres traitant des progrès communs à tous les modes de locomotion (aérodynamique, moteurs, propulseurs), car ces progrès constituent des bases certaines, et c'est grâce à eux que la locomotion aérienne a si rapidement acquis son développement actuel. D'autre part, dans ces trois branches, les études sont faciles, puisque la plupart des recherches qu'elles nécessitent peuvent être faites au laboratoire. Leur théorie est d'ailleurs plus avancée, et l'on peut dire que ce sont à peu près les seuls points pour lesquels la théorie soit vérifiée par l'expérience.

Les théories concernant les aéroplanes, les dirigeables et les autres appareils de locomotion aérienne (si l'on excepte les cerfs-volants), se prêtent mal à l'expérimentation, et il est difficile de faire ressortir quelle part leur revient dans les progrès accomplis. On s'est donc borné à signaler les progrès de détail et à indiquer, pour chacune des catégories d'appareils, la voie dans laquelle il semble que ces progrès pourraient être recherchés.

La Chine moderne, par M. Edmond Rottach, 1 vol. in-8, 26 gravures, 1 carte (Prix : 4 fr.). Paris, Pierre Roger et C^ie^, 54, rue Jacob.

La série si vivante, *Les pays modernes*, s'est enrichie d'une étude très au point sur la Chine moderne. Nous avons déjà *L'Argentine*, par W. H. Kœbel, *L'Australie*, par J. F. Fraser, *Le Canada*, par A. G. Bradley, *Le Mexique*, par Raoul Bigot. *La Chine moderne* est digne de ses aînés, dont plusieurs sont à la 4^e^ et 5^e^ édition.

L'auteur de *La Chine moderne* ne donne pas seulement des impressions de voyage sur un pays où il a circulé plusieurs années, ou ses pronostics sur la transformation politique de cet immense empire jaune; il présente encore un état de la situation aux points de vue agricole, minier, industriel, commercial, intellectuel, dans des chapitres séparés qui constituent chacun une étude fortement documentée et l'amorce d'une action possible pour les hommes d'affaires. C'est un bilan précis et clair de la situation matérielle, et à la fois un exposé de l'état moral d'un peuple en transformation. La partie visant la Chine au dehors est particulièrement neuve.

Abondamment documenté au point de vue économique, illustré de photographies originales et d'une carte simple, le volume intéresse les commerçants en quête de débouchés, les industriels, les financiers, les voyageurs enquêteurs et jusqu'aux touristes sensibles au charme de l'expression.

Voici le sommaire des chapitres :

Les foyers de l'empire du Milieu. La plus vieille Chine; le foyer administratif: Péking; le foyer agricole des plaines du Tcheli et du Honan; le foyer minier des monts du Chansi et du Shensi; le foyer intellectuel des deux Hou et du Kiangsi. La Chine modernisée : la navigation, le commerce, l'industrie; l'emprise étrangère. L'Expansion chinoise en Mandchourie. Le pourtour de l'Empire : la côte, la frontière française, la Chine occidentale, le Haut Yantsé. L'Empire chinois envahissant : Lolos, Thibétains et Mongols. La plus grande Chine : en Cochinchine, dans les détroits, à San Francisco.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les plantes utiles de Madagascar (catalogue alphabétique et raisonné), par M. Édouard Heckel. Marseille, Institut colonial; Paris, Augustin Challamel.

M. le docteur Édouard Heckel, membre correspondant de l'Institut de France et de l'Académie de médecine de Paris, directeur-fondateur du musée colonial de Marseille, si connu par ses travaux sur les plantes coloniales utilisables, en particulier celles de Madagascar, donne dans ce volume une réédition très augmentée d'un catalogue publié il y a neuf ans dans les Annales de l'Institut colonial de Marseille. Ce catalogue alphabétique des plantes utiles et en particulier des plantes médicinales et toxiques de Madagascar, d'après leurs noms malgaches et avec leurs emplois, est, on doit le dire, le premier travail d'ensemble qui ait été publié sur ce sujet. Il est accompagné de nombreuses gravures et figures.

Dans une introduction savante et éloquente sur l'important et rapide développement auquel est appelée cette colonie de peuplement, et sur les pratiques médicales des indigènes, M. le docteur Heckel cite avec éloges entre autres documents le beau livre de M. Jumelle : *Les ressources agricoles et forestières des colonies françaises;* et la thèse soutenue devant la Faculté de médecine de Paris sur les *Pratiques et croyances médicales des Malgaches*, en 1901, par le docteur Ramisiray, originaire de Madagascar.

Un catalogue alphabétique peut paraître, à première vue, bien aride. Mais un ouvrage dû à la plume de M. le docteur Heckel perd bien vite ce caractère. Et c'est avec un vif intérêt que l'on lira les notices consacrées aux applications des Ambora, des Amontana (Ficus), de l'Anamanny, sorte de morelle, de l'Amaranthus spinosus, du bois d'Andrèze, du Lombiri ou liane à caoutchouc, des Dioscorées à tubercules alimentaires, etc., etc., et particulièrement de l'Erythrophleum couminga, et autres végétaux utiles, que les publications de M. Heckel ont fait connaître.

Introduction à l'étude de la spectrochimie, par M. G. Urbain, professeur de chimie à la Sorbonne. In-8 de III-248 p. et XI pl. Paris, A. Hermann et fils, 6, rue de la Sorbonne. (Prix : 10 francs.)

Dans sa préface, M. G. Urbain, après avoir insisté sur ce que la spectroscopie chimique mérite de prendre place, sous le nom de spectrochimie, avec l'électrochimie, la thermochimie et la photochimie parmi les branches capitales de la chimie physique, passe en revue les conquêtes de l'analyse spectrale, les premières difficultés auxquelles elle se heurta, enfin les progrès de sa technique.

« Dans ce livre, dit-il, on trouvera quelques méthodes nouvelles d'observation, surtout en ce qui concerne la phosphorescence. D'une manière générale, j'ai principalement développé les paragraphes qui traitent des questions nouvelles. J'ai beaucoup insisté sur les phénomènes dont les sources de lumière sont le siège, afin de prévenir les observateurs encore inexpérimentés contre bien des illusions et des causes d'erreur. Ce petit livre, qui reproduit à quelques remaniements près les leçons que j'ai professées à la Sorbonne, dans le premier semestre de l'année scolaire (1909-1910), n'a d'ailleurs pas la prétention d'être complet; et il s'adresse de préférence aux jeunes chimistes qui, désireux de s'engager dans une voie pleine de promesses, désireraient acquérir rapidement les notions essentielles, nécessaires pour aborder l'étude théorique et expérimentale de la spectrochimie. »

Un avant-propos très documenté concerne la bibliographie relative à l'ouvrage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN OCTOBRE 1911

VAN BEMMELEN (J.-M.). — **Die Absorption**. In-8 (24 × 16) de XI-548 p., 20 fig. Dresden. Theodor Steinkopff, 1910. **14422**

FISCHER (MARTIN-H.). — **Das Ödem**. In-8 (24 × 16) de VIII-223 p., 52 fig. Dresden. Theodor Steinkopff, 1910. **14421**

HEERMANN (PAUL). — **Anlage, Ausbau und Einrichtungen von Färberei-, Bleicherei und Appretur-Betrieben**. In-8 (22 × 14) de VI-200 p., 90 fig. Berlin, Julius Springer, 1911. **14423**

FELSEN (FEDOR). — **Türkischrot und seine Konkurrenten**. In-4 (29 × 22) de 128 p., échantillons. Berlin, Textil-Industrie, 1911. **14424**

GRAMONT (ARMAND DE), DUC DE GUICHE. — **Essai d'aérodynamique du plan**. In-4 (28 × 22) de 211 p., 137 fig., IV planches. Paris, Hachette et Cie, 1911. **14425**

LEVASSEUR (E.). — **Histoire du commerce de la France**. 1re partie : **Avant 1789**. In-8 (25 × 16). Paris, Arthur Rousseau, 1911. **14426**

HALLERBACH (WILHELM). — **Die Citronensäure und ihre Derivate**. In-8 (22 × 14) de IV-104 p. Berlin, Julius Springer, 1911. **14427**

LEY (H.). — **Die Beziehungen zwischen Farbe und Konstitution bei organischen Verbindungen**. In-8 (24 × 16) de VIII-246 p., 51 fig., II planches. Leipzig, S. Hirzel, 1911. **14428**

HECKEL (ÉDOUARD). — **Les plantes utiles de Madagascar**. In-8 (25 × 16) de 372 p., 72 fig., XLVII planches. Marseille, Institut colonial et Paris, A. Challamel, 1910. **14429**

STATISTIQUE GÉNÉRALE DE LA FRANCE. — **Salaires et coût de l'existence à diverses époques jusqu'en 1910**. In-8 (26 × 17) de 528 p. Paris, Imprimerie Nationale, 1911. **14430**

TAFFANEL (J.) et LE FLOCH (G.). — **Essais sur les appareils respiratoires à oxygène comprimé et régénération**. (Station d'essais de Liévin). In-4 (27 × 22) de 72 p., V planches. Paris, Comité central des houillères de France, 1909. **14431**

UNION DE LA SOUDURE AUTOGÈNE. — **Sept conférences sur la soudure autogène** faites dans les laboratoires de l'Association les 3, 10, 17 et 24 novembre, 1, 8 et 15 décembre 1910. In-8 (24 × 16) de 135 p., fig. Paris, 104, boulevard de Clichy. **14432**

CHARBONNEAU (A.). — **Les courants alternatifs de haute fréquence**. In-4 (28 × 19) de 621 p., 440 fig. Paris, L. Geisler, 1911. **14433**

LALANDE (L.) et NOALHAT (H.). — **La thermodynamique appliquée à la machine à vapeur**. In-8 (20 × 14) de 195 p., 32 fig. Paris, L. Geisler, 1911. **14434**

LALANDE (L.) et NOALHAT (H.). — **Éléments de thermodynamique**. In-8 (20 × 14) de 230 p., 21 fig. Paris, L. Geisler, 1911. **14435**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PÉRISSÉ (LUCIEN). — **Les moteurs à gaz et à pétrole, les machines motrices diverses à l'Exposition universelle et internationale de Bruxelles 1910.** In-8 (25 × 16) de 104 p., 45 fig. Paris, L. Geisler, 1911. **14 436**

BOULVIN (J.). — **Cours de mécanique appliquée aux machines.** 7e fascicule : Machines servant à déplacer les fluides, 3e édition, de 352 p., 305 fig. L. Geisler, 1911. **14 437**

FRANCK (W.-J.). — **Somatische kern en celdeeling en microsporogenese bij het suikerriet.** (Proefschrift-Doctor in de technische Wetenschap aan de technische Hoogeschool te Delft). In-8 (24 × 16) de x-190 p., 11 fig., VIII planches. Amsterdam, J.-H. de Bussy, 1911. **14 438**

BROUWER (H.-A.). — **Oorsprong en samenstelling der transvaalsche nepheliensyenieten.** (Proefschrift-Doctor in de technische Wetenschap ann de technische Hoogeschool te Delft). In-8 (24 × 16) de x, 180 p., 12 fig., VI planches. — S'Gravenhage, Mouton und Co. **14 439**

VAN ELDIK THIEME (B.-W.). — **Het Laurinezuur en de Laurinen.** (Proefschrift-Doctor in de technische Wetenschap aan de technische Hoogeschool te Delft). In-8 (25 × 16) de x-208 p. Gouda, J. Van Bentum und Zoon. **14 440**

MEIJERINGH (W.). — **Studie over de factoren op het vochtgehalte der boter van invloed.** (Proefschrift-Doctor in de technische Wetenschap aan de technische Hoogeschool te Delft). In-8 (25 × 16) de x-128 p., XII planches. — S'Gravenhage, De Gebroeders van Cleef, 1911. **14 441**

VAN DER WAERDEN (TH.). — **Geschooldheid en Techniek.** (Proefschrift-Doktor in de technische Wetenschap aan de technische Hoogeschool te Delft). In-8 (24 × 16) de x-380 p. Amsterdam, F. van Rossen. **14 442**

VAN DER VEEN (A. L. W. E.). — **Physisch- en Kristallografisch Onderzoek naar de Symmetrie van Diamant.** (Proefschrift-Doktor in de technische Wetenschap aan de technische Hoogeschool te Delft). In-4 (27 × 19) de x-58 p., 49 fig., VIII planches. Leiden, A. W. Sijthoff's Uitg.-Mij, 1911. **14 443**

SELTENSPERGER (CH.). — **Dictionnaire d'agriculture et de viticulture.** Fascicules IV, V, VI, VIII. Paris, J.-B. Baillière et Fils. **14 174**

LÉVY-LAMBERT (A.). — **Chemins de fer funiculaires. Transports aériens.** (Encyclopédie des Travaux publics), 2e édition. In-8 (25 × 16) de 527 p., 213 fig. Paris, Gauthier-Villars. **14 444**

TÉDESCO (N. DE). — **Calcul des ouvrages en béton et en ciment armé.** In-8 (21 × 13). Tomes I et II. Paris, Société anonyme des Publications périodiques, 1911. **14 445**

ROTTACH (EDMOND). — **La Chimie moderne.** 2e édition. In-8 (20 × 14) de 270 p., XX planches, 1 carte. Paris, Pierre Roger et Cie. **14 464**

OFFICE DU TRAVAIL. — **Enquête sur le travail à domicile dans l'industrie de la lingerie.** Tome V. Paris, Imprimerie Nationale, 1911. **14 447**

Royaume de Belgique. Ministère de l'Industrie et du Travail. Direction de l'industrie. — **Statistique du commerce spécial de la Belgique avec la France, la Grande-Bretagne et l'Irlande, les Pays-Bas et l'Union douanière allemande en 1908 et 1909.** In-8 (25 × 16) de 226 p. Bruxelles, M. Weissenbruch, 1911. **14 448**

ARAGON (E.). — **Ponts en bois et en métal** (Bibliothèque du Conducteur de Travaux Publics) de x-520 p., 459 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1911. **14 449**

SCHLUMBERGER (JULES-VICTOR). — **Le tissage mécanique moderne.** In-12 (19 × 12) de 288 p., fig. Mulhouse, Vve Bader et Cie, 1911. **14 450**

VERMOREL (V.). — **Aide-mémoire de l'ingénieur agricole.** 2e édition. In-8 (18 × 12) de 1260 p., 280 fig. Paris, Ch. Béranger, 1906. **13 027**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VERMOREL (VICTOR). — **Mildiou, cochylis, eudémis.** Conseils pratiques pour la défense de la vigne. In-8 (22 × 14) de 86 p., 28 fig. Villefranche, librairie du Progrès agricole et viticole, 1911. **14 451**

VERMOREL (V.) ET CROLAS. — **Guide du vigneron, de l'horticulteur et de l'agriculteur** pour l'emploi du sulfure de carbone contre le phylloxera et les parasites des plantes. 17e édition. In-8 (22 × 14), de 132 p., 75 fig. Villefranche, librairie du Progrès agricole. **14 452**

VERMOREL (V.). — **Simples notions sur les engrais chimiques.** 3e édition. In-12 (18 × 11) de 128 p. 4 fig. Villefranche, bureaux du Progrès agricole et viticole, 1888. **14 453**

MICHAUT (C.) ET VERMOREL (V.). — **Les engrais de la vigne.** 3e édition. In-12 (18 × 12) de XI-440 p. Montpellier, Coulet et fils. Paris, Masson et Cie, 1905. **14 454**

ZACHAREWICZ (ED.). — **Culture des primeurs dans la région du Sud-Est.** In-12 (18 × 12) de VIII-224 p., 48 fig., I, planche. Villefranche, bureaux du Progrès agricole, 1890. **14 455**

BENDER (E.) ET VERMOREL (V.). — **Le vigneron moderne.** 2e édition. In-12 (18 × 12) de XIII-436 p., 80 fig., II, planches. Villefranche, bureaux du Progrès agricole et viticole. **14 456**

Almanach des viticulteurs de France, par V. Vermorel. 1911. **Almanach**

BOTHEZAT (G. DE). — **Étude de la stabilité de l'aéroplane** (Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences de Paris). In-8 (25 × 16) de XXI-192 p., 32 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1911. **14 457**

POULEUR (HECTOR). — **L'hélice aérienne.** In-8 (23 × 16), de 81 p., 15 fig., Paris, librairie aéronautique. **14 458**

The Anschütz gyro-compass. In-8 (25 × 16) de 112 p., 45 fig. London, Elliot Brothers, 1910. **14 459**

Outlines of agriculture in Japan. In-8 (22 × 15) de X-132 p., XXX planches. Tokyo, Agricultural bureau, Department of agriculture and commerce, 1910. **14 460**

VENTOU-DUCLAUX (L.) ET ROBERT (M.). — **Bases et méthodes d'études aérotechniques.** In-8 (22 × 14) de VII-372 p., 137 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1911. **14 461**

NICOU (P.). — **Les ressources de la France en minerais de fer.** In-8 (26 × 16) de 108 p. IV cartes. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1911. **14 462**

Le froid industriel et ses applications (Bibliothèque du Mois scientifique et industriel, n° 2). 2e édition, 3e mille. In-8 (24 × 16) de 122 p., 28 fig. **in 13 001**

LEISER (HEINRICH). — **Wolfram.** In-8 (25 × 16) de X-222 p., 17 fig. Halle, Wilhelm Knapp, 1910. **14 463**

Royaume de Belgique. Ministère de l'Industrie et du Travail. — OFFICE DU TRAVAIL. — **Le minimum de salaire et les administrations publiques en Belgique.** In-8 (25 × 16) de 207 p. Bruxelles, J. Lebègue et Cie, 1911. **14 464**

COMITÉ CENTRAL DES HOUILLÈRES DE FRANCE. — **Codes miniers.** Recueil des lois relatives à l'industrie des mines dans les divers pays. **Prusse et Alsace-Lorraine,** par E. LANGROGNE. 320 p. Paris, 55, rue de Châteaudun, 1911. **14 465**

URBAIN (G.). — **Introduction à l'étude de la spectrochimie.** In-8 (25 × 16) de III-248 p., 70 fig., IX planches. Paris, A. Hermann et Fils, 1911. **14 466**

Guide to the Library of the Patent Office. New Series. ZC-ZQ. — Subject list of Works on Chemistry (including Alchemy, Electrochemistry and radioactivity). 1911. **13 980**

BLOCH (L.). — **Principes de la technique de l'éclairage.** (Bibliothèque de l'Élève Ingénieur). Traduit par G. ROY. In-8 (25 × 16) de 183 p. 24 fig. Grenoble, Jules Rey et Paris, Gauthier-Villars, 1911. **14 467**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE. — **Rapport présenté au Comité permanent sur la question N° 9 du programme de l'Assemblée générale de 1911, concernant le Dry-Farming système Campbell**, par M. E. DE MIKLOS, Délégué de la Hongrie. In-4 (30 × 20) de 100 p. Rome, 1911. **14468**

GRENET (L.). — **Trempe, recuit, cémentation et conditions d'emploi des aciers.** In-8 (22 × 15) de 495 p., 71 fig. Paris, Ch. Béranger, 1911. **14469**

TRIBOT-LASPIÈRE (J.). — **La locomotive moderne.** In-8 (20 × 13) de 191 p. 57, fig., XVII planches. Paris, Vuibert. **14471**

***

LALLEMAND (CH.). — **Sur un projet de carte internationale et de repères aéronautiques.** (*ex* Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 1911, tome 152, 8 p.). **ex Pér. 101**

LALLEMAND (CH.). — **Rapport général sur les nivellements de précision exécutés dans les cinq parties du monde. — Rapport spécial sur les travaux du nivellement général de la France de 1906 à 1909 inclus. — Note sur l'élasticité du globe et sur les marées de l'écorce terrestre.** (*ex* Comptes rendus de l'Association géodésique internationale. Conférence générale de Londres et de Cambridge, septembre 1909.) **ex**

SOCIÉTÉ ANONYME D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DU SECTEUR DE LA PLACE CLICHY. — **Assemblée générale ordinaire du 23 juin 1911** de 18 p. **br**

MONTESSUS (R. DE). — **L'aviation, hier, aujourd'hui, demain.** In-8 (25 × 16) de 39 p., 7 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1910. **br**

Die Textil-Literatur 1890-1910. In-12 (16 × 10) de 43 p. Leipzig, Schulze and Co. **br**

TAFFANEL (J.). — **Expériences sur les poussières de houille et sur les moyens de combattre leurs dangers.** (*ex* Annales des mines, juillet, août, septembre 1910, 224 p., 36 fig., I planche.) **ex Pér. 109**

TAFFANEL (J.). — **Description de la station d'essais de Liévin.** In-4 (27 × 22) de 20 p., X planches. Paris. Comité central des houillères de France, 1909. **br**

DECHESNE (LAURENT). — **L'avènement du régime syndical à Verviers.** In-12 (18 × 12) de 31 p. Paris, L. Larose et L. Tenin, 1908. **br**

INSTITUT AÉROTECHNIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS. — **Notice descriptive publiée à l'occasion de l'inauguration officielle du 6 juillet 1911.** — In-8 (27 × 19) de 37 p., 12 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat. **br**

Société industrielle de Mulhouse. — Discours prononcés aux funérailles de M. Auguste Dollfus. (18 mai 1911.) In-8 (23 × 15) de 42 p., I planche. **br**

SAILLARD (ÉMILE). — **Essais sur la vapeur surchauffée employée au chauffage** (12-13 et 14 novembre 1910). In-8 (27 × 18) de 13 p. Paris, Imprimerie de la Presse, 1911. **br**

CONGRÈS DES SOCIÉTÉS SAVANTES. — **Discours prononcés à la séance de clôture du Congrès de Caen, le samedi 22 avril 1911**, par MM. VIDAL DE LA BLACHE et CAMILLE BLOCH. Paris, Imprimerie Nationale, 1911. **br**

EIFFEL (G.). — **La résistance de l'air et l'aviation.** Conférence faite à l'Aéro-club de France le 27 mai 1911, 22 p., 23 fig., II planches. **br**

GANDILLOT (MAURICE). — **La résistance de l'air et le vol des oiseaux.** — In-4 (27 × 22) de 30 p. Paris, Gauthier-Villars, 1911. **br**

INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE. — **Décisions et vœux de l'Assemblée générale de 1911.** In-4 (30 × 20) de 15 p. Rome, 1911. **br**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PÉRISSÉ (LUCIEN). — **Le développement du moteur à pétrole industriel.** (*ex* Bulletin officiel de la Commission technique de l'Automobile-Club de France, de 11 p. 5 fig.) **ex**

HENRIKSEN (G.). — **Geological notes.** In-12 (19 × 13) de 26 p. Christiania, Grondahl and Son, 1910. **br**

***

SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE. Annuaire 1911-1912. **Annuaires.**

COMITÉ CENTRAL DES HOUILLÈRES DE FRANCE. *Annuaire 1911.* **Annuaires.**

IRON AND STEEL INSTITUTE. **Index to vols. LIX-LXXXII** (1901-1910). Sand to vols. I and II of the Carnegie Scholarship memoirs. **Pér. 157**

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. *Procès-verbaux des séances.* 2e série, tome VI. Paris, Gauthier-Villars, 1911. **Pér. 208**

Annual report of the SMITHSONIAN INSTITUTION. National Museum. 1910. **Pér. 27**

Annuaire de l'Union des Syndicats patronaux des Industries textiles de France, publié sous la direction de A. Fleury. 1911. **Annuaires**

Electric Railway Journal. 1911, 1er semestre (don de M. Lavalard, membre du Conseil). **Pér**

Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. Statistique générale de la France. *Résultats statistiques du recensement général de la population effectué le 4 mars 1906.* Tome Ier. 3e partie. Paris, Imprimerie nationale, 1910. **Pér. 97**

Twenty-fourth annual report of the Commissioner of labor 1909. Workmen's insurance and compensation systems in Europe. Vol. I. Washington, Government printing office, 1911. **Pér. 35**

UNITED STADES GEOLOGICAL SURVEY. *Annual report* for 1909, 1910. **Pér. 158 a**

Bulletins, nos 381, 405, 417, 419, 424, 428, 429, 444. **Pér. 158 b**

Water-supply paper, no 255, 257. **Pér. 158 w**

INTERNATIONAL CATALOGUE OF SCIENTIFIC LITTERATURE. **D. Chemistry.** Eighth annual issue (Ms. received Dec. 1908 and nov. 1909). Paris, Gauthier-Villars. **Pér. 317**

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES. 39e session, *Congrès de Toulouse*, 1910. (Don de M. Jules Garçon, membre de la Société). **Pér. 214**

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES. *Compte rendu de la 4e session, Dijon*, 1911 (Don de M. Jules Garçon, membre de la Société). **Pér. 214**

ASSOCIATION PARISIENNE DES PROPRIÉTAIRES D'APPAREILS A VAPEUR. *Bulletin annuel*, 1910. **Pér. 33**

THE INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. *Proceedings*, 1910, Parts 3-4. **Pér. 114**

NEW-YORK STADE DEPARTMENT OF LABOR. — Tenth Annual report of the commissioner of labor, 1910. **Pér. 128**

NEW-YORK STADE DEPARTMENT OF LABOR. — Annual reports on factory inspection, mercantile inspection, mediation and arbitration, 1909. **Pér. 128**

NEW-YORK STADE DEPARTMENT OF LABOR. — Annual report of bureau of labor statistics, 1909. **Pér. 128**

Minutes of proceedings of the INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. Vol. CLXXXIV. London, 1911. **Pér. 189**

SOCIÉTÉ POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE. *Publications* nos 21 et 23. **Pér. 331**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE. *Comité électrotechnique français.* Fascicule 5 (juillet 1911). **Pér. 108**

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'ELBEUF. *Bulletin des travaux*, 1910. **Pér. 300**

ROYAL SOCIETY OF NEW SOUTH WALES. — *Journal and proceedings.* — Vol. XLIII, parts II, III, IV (1909) and Vol. XLIV, part I (1910). **Pér. 29**

MINISTÈRE DE LA MARINE. — *Mémorial du génie maritime*, 3e série, fascicule XII. Paris, Imprimerie nationale, 1911. **Pér. 294**

CANADA, DEPARTMENT OF MINES GEOLOGICAL SURVEY-BRANCH. **Catalogue of publications of the geological Survey, Canada.** Ottawa, 1909. **Pér. 159**

CANADA, DEPARTMENT OF MINES. MINES BRANCH. — Annual report of the division of mineral resources and statistics on the mineral production of Canada, 1909. Ottawa, 1911, **Pér. 159**

CANADA, DEPARTMENT OF MINES. MINES BRANCH. — Summary report of the mines branch, 1909. Ottawa, 1910. **Pér. 159**

ASSOCIATION DES CHIMISTES DE SUCRERIE ET DE DISTILLERIE. — *Annuaire* de 1911. **Annuaires.**

Bureau of american ethnology. — Bulletin 40 (part 1), 43 et 50. **Pér. 25**

Journal of the IRON AND STEEL INSTITUTE. Vol. LXXXIII, n° I, 1911. London, E. et F. N. Spon, 1911. **Pér. 157**

Minutes of proceedings of the INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. **Name Index, vols. CXIX to CLXX** (sessions 1894-95 to 1906-1907). **Pér. 189**

Smithsonian Miscellaneous collections. — Vol. 53 (publications 1949). Vol. 56, part 12 (publ. 1947), part. 16 (pub. 2005), part 18 (publ. 2007), part 19 (publ. 2008), part 20 (publ. 2010). Vol. 57, par 2 (publ. 2009). **Pér. 27**

Compte rendu des travaux de la CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS. Année 1910. **Pér. 148**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LITTÉRATURE

DES

PÉRIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Juillet au 15 Octobre 1911

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

Ac. . . . Annales de la Construction.
ACE . . . American Society of civil Engineers.
ACP . . . Annales de Chimie et de Physique.
ACS . . . American Chemical Society Journal
AIM. . . . American Institute of Mining Engineers.
AM. . . . Annales des Mines.
AMa . . . American Machinist.
Ap. . . . Journal d'Agriculture pratique.
APC . . . Annales des Ponts et Chaussées.
ASM. . . . American Society of Mechanical Engineers. Journal.
ATp. . . . Annales des travaux publics de Belgique.
BAC . . . Bulletin de l'association des chimistes de sucrerie.
Bam. . . . Bulletin technologique des anciens élèves des Écoles des arts et métiers.
BCC. . . . Bulletin du Congrès international des chemins de fer.
CG. . . . Colliery Guardian.
CN. . . . Chemical News (London).
Cs. . . . . Journal of the Society of Chemical Industry (London).
CR. . . . Comptes rendus de l'Académie des Sciences.
CZ. . . . Chemiker Zeitung.
E. . . . . Engineering.
E'. . . . . The Engineer.
Eam. . . . Engineering and Mining Journal.
Elé. . . . L'Électricien.
Ef. . . . . Économiste français.
EM. . . . Engineering Magazine.
Fi . . . . Journal of the Franklin Institute (Philadelphie).
Gc. . . . Génie civil.
Gm. . . . Revue du génie militaire.
IC. . . . . Ingénieurs civils de France (Bulletin).
Ie. . . . . Industrie électrique.
It. . . . . Industrie textile.
IoB. . . . Institution of Brewing (Journal).
Im . . . . Industrie minérale de St-Étienne.
JCS. . . . Chemical Society, Journal.
JEC. . . . Journal of Industrial and Engineering Chemistry.
JCP. . . . Journal de chimie-physique.
JdP. . . . Journal de Physique.
LE . . . . Lumière électrique.
Ms. . . . . Moniteur scientifique.
MC. . . . Revue générale des matières colorantes.
PC . . . . Journal de Pharmacie et de Chimie.
Pm. . . . Portefeuille économ. des machines.
PM. . . . Philosophical Magazine.
RCp . . . Revue générale de chimie pure et appliquée.
RdM. . . . Revue de métallurgie.
Rgc. . . . Revue générale des chemins de fer et tramways.
Ré . . . . Revue électrique.
Ri . . . . Revue industrielle.
RI . . . . Royal Institution of Great. Britain Proceedings.
RM. . . . Revue de mécanique.
Rmc. . . . Revue maritime et coloniale
Rso. . . . Réforme sociale.
RSL. . . . RoyalSocietyLondon(Proceedings).
Ru. . . . . Revue universelle des mines et de la métallurgie.
SA. . . . . Society of Arts (Journal of the).
ScF. . . . Société chimique de France (Bull.).
Sie. . . . . Société internationale des Électriciens (Bulletin).
SiM. . . . Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.
SL. . . . . Bull. de statistique et de législation.
SNA. . . . Société nationale d'Agriculture de France (Bulletin).
SuE. . . . Stahl und Eisen.
Ta . . . . Technique automobile.
Tm. . . . . Technique moderne.
Va. . . . . La Vie automobile.
VDI. . . . Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.
ZaC. . . . Zeitschrift für angewandte Chemie.
ZOI. . . . Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieure und Architekten-Vereins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

Ananas. Culture et applications. *Cosmos*. 2 *Sept.*, 261.
Apiculture l'. *Ef*. 26 *Août*, 306.
Associations agricoles. *SNA*. *Juin*, 547.
Assurances mutuelles contre les accidents agricoles. *SNA*. *Juin*, 553.
Australie. Agriculture en. *Ap*. 12 *Oct.*, 464.
Avoines. Chlorantie des (Bernard). *SNA*. *Juillet*, 566.
Batteuse à grand travail Albaret. *Ap*. 27 *Juillet*, 106.
Bétail. Marché de La Villette et dissémination des maladies contagieuses. *Ap*. 12 *Oct.*, 458.
— Alimentation pendant l'hiver. *Ap*. 21 *Sept.*, 368.
— Tourteau d'arachides (Gouin). *SNA*. *Juin*, 508.
— Fièvre aphteuse. Son traitement (Moussu). *Ap*. 24 *Août*, 21 *Sept.*, 234, 366.
— Race bovine bretonne. Son avenir. *Cosmos*. 19 *Août*, 212.
— Race bleue du Nord. *Ap*. 8 *Sept.*, 304.
— Régime des abattoirs (Méline). *SNA*. *Juin*, 539.
— Progrès de l'élevage et cherté de la viande (Méline). *Ap*. 24-31 *Août*, 232, 276.
— Conséquence d'une augmentation du cheptel sur la production de la viande. *Ap*. 14 *Sept.*, 328.
Betteraves. Puceron noir dans les champs de (Wagner). *Ap*. 3 *Août*, 151.
Beurres. Transformation de l'industrie beurrière. *Ef*. 5 *Août*, 199.
Brive. Pays de. *Ap*. 3 *Août*, 137.
Blés. Alucite dans les. *Ap*. 10 *Août*, 174.
— Azote et acide phosphorique dans le blé et dans la farine. *Ap*. 28 *Sept.*, 395.
Cerdagne (la). *Ap*. 12 *Oct.*, 456.
Chêne-liège (le). *Ap*. 28 *Sept.*, 400.
Cidre. Principes de sa fabrication (Darker). *Cs*. 30 *Juillet*, 915.
— Vinaigre (de) (Mott). *JEC*. *Oct.*, 747.
— Clarification par la caséine. *Ap*. 10 *Août*, 175.
Constructions rurales en Danemark. *Ap*. 21 *Sept.*, 369.
Charrue automobile Riester Picard. *Gc*. 12 *Août*, 305.
Cheval. Fièvre typhoïde du (Basset). *CR*. 21 *Août*, 485.
Coton. Machine Campbell à cueillir le. *La Nature*. 15 *Oct.*, 307.
Crédit agricole (Caisses de); fonctionnement en 1910. *Ef*. 7 *Oct.*, 525.
Culture sèche. Machines pour (Ringelmann). *Ap*. 3 *août*, 139.
— en Algérie. *Ap*. 31 *Août*, 274.
Déchets. Utilisation des *Ap*. 17 *Août*, 200.
Drainage. Composition des eaux (de) d'un sol avec et sans végétation (Lyon et Bizetti). *JEC*. *Oct.*, 742.
Électricité. Applications à l'agriculture (Martin). *Ap*. 27 *Août*, 104.
Engrais. — Doses à employer (Guépin). *Ap*. 10 *Août*, 168.
— Distribution des constituants organiques dans les sols (Schveiner et Lathrop). *Fi*. *Août*, 145.
— Azote inassimilable dans les engrais commerciaux (Hartwell et Pember). *JEC*. *Août*, 584.
— Chimie des plantes (Keegan). *CN*. 8 *Sept.*, 109.
— à base de phosphate d'ammoniaque et de potasse. *Ap*. 14 *Sept.*, 335.
— Dosage électrolytique de l'humus dans le sol (Rather). *JEC*. *Sept.*, 660.
— Nitrate de soude et valeur commerciale des engrais (Lipman). *JEC*. *Sept.*, 655.
— Nitrifications dans le sol (Peck). *Cs*. *Oct.*, 1176.
— Azote dans le sol organique (Lathrop et Brown). *JEC*. *Sept.*, 657.
Espagne. Question agraire en (Sagnier). *SNA*. *Juillet*, 589.
Explosif. Emploi en agriculture (Gernsolm). *Fi*. *Août*, 153.
Figuier. Multiplication du. *Ap*. 17 *Août*, 215.
Forêts. Incendies de. *E'*. 28 *Juillet*, 90.
— Reboisement et regazonnement (A. Dumazet). *Ap*. 31 *Août*, 268.
— Déboisement (Guest). *RI*. *Août*, 631.
Fromage des Touareg (de Gironcourt). *CR*. 17 *Juillet*, 191.
Goudronnage des routes. Influence sur la végétation au bois de Boulogne (Gatin). *CR*. 17 *Juillet*, 202; 9 *Oct.*, 688.
— nocive sur les voies plantées. *Ap*. 31 *Août*, 271.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Grêle. Orages à *SNA. Juin,* 469.
— Tir au canon. *SNA. Juin,* 534; *Juillet,* 569.
— Paragrêles électriques. *Gc.* 30 *Sept.,* 446.
Habitations rurales à bon marché (Ringelmann). *Ap.* 10-17 *Août,* 172, 202.
Insecticides. Valeur de différents glycérides (Hamilton). *JEC. Août,* 582.
— Emploi des sels arsenicaux (Vidal). *SNA. Juillet,* 580.
Irrigations. Les barradines (Ringelmann). *Ap.* 21-28 *Sept.,* 364, 396.
Kola. Noix de (Guérin). *Revue Scientifique.* 26 *Août,* 257.
Labourage à la dynamite. *Tm. Oct.,* 585.
Lait en poudre (Marre). *RCp.* 30 *Juillet,* 229; 20 *Août,* 249.
— concentré; usage pour les enfants (Coutts). *Cs.* 16 *Oct.,* 1181.
— Machine à traire électrique Alnarp et Unrath. *Elé.* 6 *Août,* 83.
Légumineuses. Culture dans les pays chauds. *Cosmos.* 19-24 *Août,* 205, 245.
Machinerie en agriculture, tracteurs. *EM. Sept.,* 913.
Maine-et-Loire. Progrès de l'agricnlture et de l'horticulture. *Ap.* 28 *Sept.,* 403.
Mésanges (les). *Ap.* 3 *Août,* 143.
Orbiquet. Vallée de l'. *Ap.* 21 *Sept.,* 362.
Panification mécanique (Montpellier). *Tm. Août,* 456; *Sept.,* 505.
— Pain visqueux (Kayser et Delaval). *CR.* 18 *Sept.,* 576.
Plantes fourragères à semer en septembre pour la première saison au printemps (Hitier). *Ap.* 31 *Août,* 264.
Pommes de terre. Roulement des feuilles : maladie (Doby), *PC.* 1er *Oct.,* 289.
Rosée. Sa mesure. *Ap.* 7 *Sept.,* 300.
Saint-Brieuc. Progrès de l'agriculture dans la région (Hitier). *Ap.* 7-14 *Sept.,* 298, 336.
Semences chargées de mélilot. Vente des (Schribaux). *Ap.* 3 *Août,* 136.
Serres. Chauffage des. *Ri.* 23 *Sept.,* 377.
Solanum Maglia. Mutations gemmaires culturales (Heckel). *CR.* 14 *Août,* 417.
Sources. Captage des (Ringelmann). *Ap.* 14 *Sept.,* 332.
Tomates conservées. Évaluation de l'eau ajoutée (Congdon). *JEC. Oct.,* 744.
Treuil-tracteur Bajac. *Ap.* 5 *Oct.,* 429.
Vigne. Soufre mouillable (Vermorel et Dantony). *CR.* 17 *Juillet,* 194.
— Cochylis. Sa destruction (de Varenne). *CR.* 17 *Juillet,* 195.
— — Parasite des œufs de la (Marchal et Fytaud). *CR.* 2 *Oct.,* 633.
— Chlorose et Mildew en Sologne. *Ap.* 10 *Août,* 179.
— Recherche des composés volatils de l'arsenic dans les eaux-de-vie provenant des lies contenant des arséniates (Truelle). *SNA. Juillet,* 607.
— Oxychlorure de cuivre dans le traitement anti-cryptogamique. *Ap.* 21 *Sept.,* 374.
Vins. Ferment de l'amertume des vins agent de déshydratation de la glycérine (Voisenet). *CR.* 31 *Juillet,* 363.
— Bouteilles attaquables par le vin. *Ap.* 17 *Août,* 204.

CHEMINS DE FER

Chemins de fer. État français. *E'.* 28 *Juillet* 103.
— français en 1910, recettes brutes. *Ef.* 29 *Juillet,* 161; 12 *Août,* 233; *BCC. Août,* 955; *Rgc. Août,* 107; *Sept.,* 153.
— État Italien. Nouvelle organisation. *BCC. Juillet,* 806.
— allemands depuis 1905. *Rgc. Oct.,* 250.
— anglais. *E.* 11 *Août,* 197, 231; *Rgc. Sept.,* 180, 189, 196. London S. W. and Metropolitan District Ry. *E.* 13 *Oct.,* 489.
— belges en 1909. *Rgc. Oct.,* 246.
— du Santa Fe. États-Unis. *Tm. Août,* 449.
— américains. Les premiers. Histoire (Taylor). *ACE. Août,* 850.
— du Canada. *Rgc. Oct.,* 253. Du Grand Trunk Pacific. *EM. Oct.,* 25.
— autrichiens en 1900, 1908, 1909. *Ef.* 30 *Sept.,* 497.
— de l'État japonais. *Rgc. Oct.,* 257.
— chinois (Simon). *AM. Août,* 61.
— Voies d'accès du Simplon. *Rgc. Oct.,* 215.
— Rendement. Projet d'une station centrale d'expériences. *Em. Oct.,* 1-18.
— métropolitain de Paris, ligne n° 4. *Ac. Août,* 113.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chemins de fer. Traction continue Lewis. *E.* 15 *Sept.*, 349.
— à crémaillère Suisses (Weber). *E.* 28 *Juillet*, 121, 142.
— *électriques.* En Suisse (H. Stockar). *E.* 28 *Juillet*, 121, 137; 11-25 *Août*, 189, 269, 1er *Sept.*, 285.
— — Caire-Héliopolis. *Elé.* 23 *Sept.*, 193.
— — métropolitain Nord-Sud de Paris. *Re.* 28 *Juillet*, 78.
— — Spiez-Finligen monophasé. Essais. *Gc.* 2 *Sept.*, 372; *Ri.* 23 *Sept.*, 369; Heysham Lancaster, London-Brighton. *Ré.* 8 *Sept.*, 219-222.
— — La traction électrique. *BCC. Août*, 859.
— — Ligne de prise de courant dans les chemins de fer électriques (l'Hoest). *Re.* 29 *Sept.*, 266.
— — Ligne des Giovi. Italie. *BCC. Août*, 923. Pizano-Portoroze. *Rgc. Sept.*, 202. Triphasés sur l'État italien. *Ie.* 25 *Sept.*, 439.
— — du Loetschberg. *Elé.* 9 *Sept.*, 161.
— — Cannes à Crasse. *Tm. Oct.*, 568.
— — départementaux de la Haute-Vienne. Alternatif simple. *Ie.* 10 *Oct.*, 451.
— — Locomotives électriques allemandes à l'exposition de Turin. *VDI.* 9-16-23 *Sept.*, 1516, 1535, 1600; 14 *Oct.*, 1722.
— — en Amérique. *Re.* 8 *Sept.*, 225.
Automotrices. Les. *BCC. Oct.*, 1163.
— pétro-électrique Thomas. Great South african Ry. *E'.* 4 *Août*, 132.
— Westinghouse, ligne de Carvin-Libercourt. *Rgc. Août*, 127.
Chauffage des trains. Chaudière électrique de la Safety car heating Co. *Gc.* 12 *Août*, 316.
Freins Westinghouse Lipkowski Tvanowski. *Bam. Juin*, 686.
Gares de Cambrai. *Rgc. Août*, 79.
— Grandes gares. *BCC. Sept.*, 981.
Locomotives à très grande vitesse. *BCC. Août*, 827.
— Proportions des. *E.* 13 *Oct.*, 377.
— Note sur deux types de locomotives (Seguela). *Rgc. Oct.*, 241.
— à l'exposition de Turin (Guédon). *Gc.* 23-30 *Sept.*, 421, 441.
Locomotive articulée Mallet. *E.* 6 *Oct.*, 360; Essai. *Rgc. Oct.*, 268.
— du Delaware-Hudson Rr. *E'.* 15 *Sept.*, 292.
— *Express.* Six couplées. London and SW. *E'.* 21 *Juillet*, 71.
— — du Soudan. *E'* 28 *Juillet*, 100.
— — Pacific à surchauffe des chemins Wurtembergeois. Essais. *Rgc. Août*, 132.
— — New-York central. *Rgc. Sept.*, 209.
— — Chemins italiens. *Gc.* 23 *Sept.*, 425.
— — Six couplées, 4 cylindres Breda. *E.* 11-25 *Août*, 192, 258.
— — de l'État autrichien. *Pm. Août*, 122.
— — du P.-L.-M. *E.* 8 *Sept.*, 317; *Gc.* 23 *Sept.*, 421.
— — Atlantic du Pennsylvania. *Rgc. Sept.*, 204.
— — compound 4 cylindres. Essais. *Bam. Juin*, 744.
— — Baltic Nord français. *E'.* 1er-15 *Sept.*, 241, 286; *BCC. Sept.*, 1125.
— Chargeur mécanique Crawford. *Gc.* 19 *Août*, 334.
— Réchauffage de l'eau d'alimentation et surchauffage. *E.* 18 *Août*, 213; 1er-15 *Sept.*, 375, 341; 6 *Oct.*, 445.
— Chaudières. Perfectionnements. *BCC. Juillet*, 673.
— — Lavage des. *BCC. Juillet*, 813.
— — Dilatations (Michel). *Bam. Juin*, 716.
— Cylindre purgeur automatique. *E'.* 28 *Juillet*, 108.
— Coups d'eau avec la surchauffage. *Rgc. Sept.*, 207.
— Bandages en acier (Dudley). *BCC. Août*, 854.
— Pare-étincelles von Horn Endsley. *BCC. Oct.*, 1213.
— Emploi des métaux non ferreux (Hughes). *E.* 22-29 *Sept.*, 393, 399, 433.
— Remises de locomotives, pratique anglaise. *BCC. Oct.*, 1193.
— Notations nouvelles des locomotives. *BCC. Juillet*, 797.
— Réparations : prix des. *E.* 22 *Sept.*, 391.
— avec moteur à pétrole. *E'. Sept.*, 268.
Rails. Mesure de l'usure. Appareil Kahl. *Gc.* 22 *Juillet*, 254.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rails. Corrugations des (W. Beaumont). *E.* 8 *Sept.*, 309.
— Éclissage des (Godfernaux). *BCC. Sept.*, 1101.
Signaux. Poste directeur de la gare de Hambourg. *BCC. Juillet*, 801.
— Contact à mercure Siemens. *E.* 26 *Sept.*, 430.
— Manœuvres des aiguillages et signaux. *BCC. Sept.*, 1017.
— Système DMD au Landy. *BCC. Sept.*, 1087.
— Bloc Ducellier. *Tm. Oct.*, 566.
— pour traversées jonctions doubles. Oder, *BCC. Oct.*, 1223.
Voitures. Salons du P.-L.-M. *Ri.* 22 *Juillet*, 281.
— de la Compagnie des wagons-lits. *Ri.* 26 *Août*, 338.
— et wagons allemands à l'exposition de Turin. *VDI.* 30 *Sept.*, 1632.
Wagons à ballast de l'Ouest. Buenos-Aires. *E'.* 15 *Sept.*, 288.

TRANSPORTS DIVERS

Automobiles. Concours militaire de véhicules industriels. *Va. Juillet*, 473.
— Influence du détail dans le développement de l'automobile (Legros). *E.* 13 *Oct.*, 512.
— *à pétrole*. Excelsior, 1911. *Va.* 5 *Août*, 484.
— Minerva, 1911. *Va.* 2 *Sept.*, 548. Cottin et Dergouttes. *Va.* 26 *Août*, 532. Ford. Essai. *Va.* 14 *Oct.*, 646. Da Costa *Va.* 9 *Sept.*, 565. Hispano sinza. *Va.* 7 *Oct.*, 628. Hodgkiss, 1911. *Va.* 16 *Sept.*, 580.
— Autobus. Dépôts et garages de Paris (Mariage). 16 *Août*, 198.
— Camion de la « Norddeutschen automobil ». *VDI.* 9 *Sept.*, 1612.
— Tracteur de 50 chevaux Fowler. *E.* 22 *Sept.*, 387.
Radiateur Solex. *Va.* 14 *Oct.*, 643.
Carburateur à gicleur noyé (Lauret). Va. 29 *Juillet*, 469.
Carrosserie à conduite intérieure. *Va.* 29 *Juillet*, 477.
Moteurs. Rendement mécanique (Carlès). *Ta.* 15 *Juillet*, 103.
Moteurs. Réglage (Carlès). *Va.* 9 *Sept.*, 573 (d'About). *Ta. Oct.*, 150.
— Rodage et montage des soupapes. *Va.* 14 *Oct.*. 655.
— Équilibrage (Petot). *Ta. Sept.*, *Oct.*, 129-150. Laminage (Guéret). (id), 157.
Pneus. Comment ils travaillent (H. Petit). *Ta.* 15 *Juillet*, 97. 15 *Août*, 122. Fabrication. *Gc.* 26 *Août*, 341.
Roues métalliques et en bois (Faroux). *Va.* 14 *Oct.*, 651. Roue jumelée Davies. (id). 651.
Souplesse des voitures (Carlès). *Ta.* 15 *Août*, 119.
Motocycles (les). *Va.* 26 *Août*, 415.
Tramways électriques. Padoue-Fusina. *Ri.* 30 *Sept.*, 382.
Traction électrique sans rails. *E.* 21 *Juillet*, 100.
Vélocipèdes. Statistique. *C.* 19 *Août*, 276.

CHIMIE ET PHYSIQUE

Acides, acétique, purification et propriétés (Bomfield et Lowry). *Cs.* 30 *Juillet*, 891.
— arsénieux, fabrication (Rancon). *Bam. Juillet*, 805.
— nitrique (Bourgerel). *MS. Sept.*, 561.
Acoustique. Théorie mécanique des tuyaux sonores (Melchisédec et Frossard). *CR.* 17 *Juillet*, 176.
— Figures de Chladni. Calcul des. pour une plaque carrée (Lord Rayleigh). *Pm. Août*, 225.
— Diaphasons indépendants de la température (Robin). *CR.* 9 *Oct.*, 665.
Affinité. Mesure par indicateurs (Veley). *CN.* 8 *Sept.*, 115.
Alcools. Industrie aux Philippines. *Cs.* 30 *Sept.*, 1133. Recherche colorimétrique de l'alcool en présence de l'acétone Agulhon). *ScF.* 5 *Oct.*, 881. Rectificateurs continus Barbet. *Cs.* 16 *Oct.*, 1180.
Ammoniaque. Fabrication (Badish Anilin). *Cs.* 15 *Sept.*, 1057.
Amylases. Détermination du pouvoir diastasique. *Ms. Oct.*, 656.
Anesthésiques. Chimie des (Baskerville). *Fi. Août*, 113. *JEC. Août*, 579.
Attractions moléculaires et propriétés des liquides (Klerman et Maxwell). *Pm. Oct.*, 566.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Azote atmosphérique. Fixation (K.[t] Scott). *E.* 15 *Sept.*, 346.
Benzol. Formules du. *ZaC.* 15 *Sept.*, 1760.
Bois. Utilisrtion des déchets (Wolker). *Cs.* 15 *Août*, 934.
Borax. Préparation (Levi et Garavini). *Cs.* 30 *Sept.*, 1116.
Brasserie et la science moderne (A. Brown). *SA.* 25 *Août*, 939; 8-15 *Sept.*, 959, 975, 993.
— Malt. Influence du traitement mécanique et thermique sur son humidité. (Wlodka). *Cs.* 31 *Mai*, 1025.
Levure. Fermentation sans sucre (Karczag). *Cs.* 16 *Oct.*, 1179.
— La bière autrefois et aujourd'hui. *ZaC.* 18 *Août*, 1553.
Calorimétrie. Le thermocalorimètre. Recherches expérimentales (Mellecœur). *ACP. Août*, 556.
— Évaluation de la puissance calorifique des anthracites (Blakeley et Chanes). *JEC. Août*, 557.
— Progrès récent (White). *Metallurgical. Sept.*, 449.
— Mesure des hautes températures (Havard). *Eam.* 2 *Sept.* 447.
Camphre. Catalyse du bornéol et hydrogénation du camphre (Aloy et Brustier). *ScP.* 20 *Juillet*, 733.
Caoutchouc. Divers. *Cs.* 30 *Sept.*, 1126; 16 *OCt.*, 1171.
— Vulcanisation par le soufre. Caractère réversible de la réaction (Bary et Weydert). *CR.* 9 *Oct.*, 676. Dosage du soufre (Tutte). *JEC. Oct.*, 734.
— Essais mécaniques (Memmbler et Schob). Dosage dans les produits vulcanisés (Gerharet). Les solutions de (Ahrens). *Ms. Sept.*, 577-597. Dosage comme tétrabromure. *Cs.* 15 *Sept.*, 1075.
— artificiel (Harries). *Cs.* 15 *Sept.*, 1075, *ZaC.* 11 *Août*, 1505. *E.* 14 *Oct.*, 562.
Catalyse. Oxydation catalytique des phénols par les sels ferriques (Colin et Sénéchal). *CR.* 24 *Juillet*, 282.
— Hydrogénations et déshydrogénations par catalyse (Sabatier). *Revue scientifique*. 12 *Août*, 193.
Cellulose et acide formique (Cross et Bevan), *Cs.* 31 *Août*, 1008.
— Viscosité des solutions. *ZaC.* 9 *Oct.*, 1892.
Céramique. Divers. *Cs.* 30 *Juillet*, 895.
— Argile. Sa nature colloïdale (Rohland). *ZOI.* 18 *Août*, 519.
— Poteries plombeuses (les) (Pukall). *Cs.* 31 *Août*, 1015.
— Coupe-moffes pour argile (Lobin et Druge). *Ri.* 16 *Sept.*, 362.
— Thermochimie des silicates. *Spreehsaal.* 6 *Juillet*, 394.
— Émaux. Recherches sur les. *Sprechsaal.* 21 *Sept.*, 551.
— Glaçures rouges au chrome. *Sprechsaal.* 5 *Oct.*, 581.
Cerium. Le (A. Hirsch). *Metallurgical, Oct.*, 540.
— Décomposition des terres de. Sulfates doubles avec sulfates alcalins par fusion avec du charbon de bois (Browning et Blumenthal). *American Journal of science. Août*, 164. *CN.* 13 *Oct.*, 189.
Chaleur rayonnante. Polarisation des longues ondes non diffractées au moyen de réseaux en fils (Dubois et Rubens). *Pm. Août*, 322.
— Propagation de la chaleur en régime non permanent. *Tm. Août*, 437.
— de combinaison des acides oxydriques avec la soude (Mixter). *American Journal of sciences, Sept.*, 202.
Chaux et ciments. Analyse rapide des ciments (Wiley et Ernst). *JEC. Août*, 551.
— Dépoussiérage des fours rotatifs. *Le Ciment, Août*, 141.
— Forces motrice et thermique dans les usines à ciment. *ASM. Sept.*, 1024.
— Ciment portland : propriétés physiques et chimiques (Reibling et Reyes). *Cs.* 30 *Sept.*, 1137.
— — à l'huile et béton (Page). *ACE. Sept*, 994.
— Mortier de gypse. Sa prise (Burchart). *Cs.* 30 *Sept.* 1118.
Chimie. Enseignement dans les universités et écoles technologiques des Etats-Unis (L. Favre). *RCp.* 10 *Sept.*, 257.
— élémentaire. Son enseignement (Bradbury). *Fi. Aout*, 163.
— industrielle. Problèmes de (Frerichs). *JEC. Oct.*, 774.
Citrate d'ammonium neutre. Préparation des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

solutions par la méthode des conductibilités (Hall). *JEC. Août*, 539.

Codex alimentarius, néerlandais. *RCp.* 24 *Sept.*, 269. 8 *Oct.*, 291.

Compression des liquides (Parsons). *E.* 21 *Juillet*, 101.

Conductibilité calorifique. Problèmes de (Lord Rayleigh). *PM. Sept.*, 381.

Corrosion du fer par courants directs (Hayden). *Cs.* 16 *Oct.*, 295.

Cristal de roche et ses applications (Tutton). *SA.* 13 *Oct.*, 1063.

Cryoscopie. Etudé cryoscopique de quelques acides minéraux et de quelques phénols (Cornec). *CR.* 31 *Juillet*, 341.

Diffusion. Théorie de la — et dissolution de certains métaux dans l'acide (Van Nann et Bosworth). *American Journal of Science. Sept.*, 207.

Eau. Chaleur spécifique (Cotty). *ACP. Sept.*, 282.

Eau de seltz. Action sur le plomb, l'étain et l'antimoine. Causes d'intoxication Barillé. *CR.* 31 *Juillet*, 351.

Eaux potables. Action du sel. *E.* 28 *Juillet*, 134.

Eaux-de-vie. Recherche des essences de vieillissement artificiel (Adams). *JEC. Sept.*, 647.

Ébullioscopes divers. *La Nature*. 10 *Août*, 188.

Égouts. Eaux d'. Dosage des nitrites (Clarke). *Cs.* 15 *Sept.*, 1084. Carbone dans les eaux et purification (Clarke et Adams). *JEC. Oct.*, 737.

Essences et parfums. Divers. *Cs.* 30 *Juillet*, 919. 15-31 *Août*, 979, 1028. 15-30 *Sept.*, 1085, 1136.

— Cocaïne. Essai au permanganate. *Cs.* 30 *Juillet*, 920.

— Laudanum ou Labdanum (Holmes). *Cs.* 30 *Juillet*, 921.

— aux États-Unis. *Cs.* 30 *Sept.*, 1136.

Essoreuse-filtre de Laval. *JEC. Oct.*, 791.

Expansibilité. Tension d'. (Gay). *CR.* 24 *Juillet*, 262.

Explosifs. Divers. *Cs.* 30 *Juillet*, 025. Accidents. *E.* 29 *Sept.*, 427.

— Fulmicoton et nitroglycérine. Applications (L. Nathan). *RI. Août*, 430.

— Nitrocellulose pour la marine. *E.* 18 *Août*, 237.

Extracteur continu Bardy. *Cs.* 30 *Juillet*, 880.

Étalon de longueur en silice (Kaye). *RSL.* 15 *Août*, 430.

Évaporateur multiple. Rusiccki. *Cs.* 16 *Oct.*, 1148.

Farines mouillées. Traitement (Humphries). *CN.* 8 *Sept.*, 117.

Fermentation putride (Effront). *Ms. Août*, 489.

— (Industries de). Divers. *Cs.* 15 *août*, 973.

Ferrocyanures organiques. Constitution (Hartley). *JCS. août*, 1549.

Filtre-presse à vide en Australie. *Metallurgical. Août*, 394.

Fluorescence des vapeurs des métaux alcalins (Dunoyer). *CR.* 30 *Juillet*, 333.

Gaz à l'eau. Procédé Bedford. *Gaz Bel.*, 29 *Juillet*, 737.

Gaz. Pression interne dans les formules d'état, et loi des attractions moléculaires (Leduc). *CR.* 17 *Juillet*, 179.

— Épuration électro-magnétique Cottrel. *Re.* 8 *Sept.*, 244.

Gaz d'éclairage. Analyse exacte. *Gas. Bel.* 22 *Juillet*, 720.

— — de Paris. Essais de pouvoir calorifique (Lauriol). *JdP., Sept.*, 726.

— — En Angleterre. Statistique. *Cs.* 30 *Sept.*, 1104.

— — Enlèvement des naphtalines. *Gc.* 30 *Sept.*, 1104. *Gas Bel.* 16 *Sept.*, 912.

— — Gazomètres à fonds plats ou courbes. *Ri.* 2 *Sept.*, 343.

— — Lampes à gaz comprimé de Berlin. *Gas Bel.* 16 *juillet*, 697.

— — Manchons en soie artificielle. *Gas Bel.* 23 *Sept.*, 936.

— — Nouveaux appareils de distillation. *Pm. Sept.*, 130.

— — Saturation directe de l'ammoniaque dans les usines à gaz (Grebel). *RCp.* 30 *Juillet*, 233.

— — Sous-produits. Récupération et traitement (Grebel). *Gc.* 30 *Sept.*, 450; 7, 14 *Oct.*, 464, 488.

— Usine du Landy. *Gc.* 12, 19 *août*, 301, 321.

— — de Burnley. *E.* 3 *Oct.*, 493.

— — de Leipzick. *Gas Bel.* 16, 23 *Sept.*, 901, 930.

— Utilisation pour la force motrice. *Gas Bel.* 19 *Août*, 805.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Éclairage de pétrole (Appareil domestique). *E.* 4 *août*, 177.
Glucinium. Son spectre et ses bandes dans diverses sources lumineuses (Lecoq de Boisbaudran et de Gramont). *CR.* 31 *Juillet*, 318.
Glucose commerciale américaine et sucre d'amidon. *Fi.* 16 *Oct.*, 337.
Glucoside des feuilles de poirier. *PC.* 16 *août*, 145 ; 1er *Sept.* 198.
— *Goudron*. Coefficient de dilatation (Weiss). *Fi. Sept.*, 277.
Graisses et huiles. Chaleur latente de fusion et chaleur spécifique des acides gras (Massol et Faucon). *CR.* 24 *Juillet*, 268.
— Huile de coco. Sa valeur iodine (Richardson). *JEC. Août*, 574.
— dans le beurre. *Cs.* 15 *Août*, 975.
— Divers. *Cs.* 15 *Août*, 965, 30 *Sept.*, 1124.
— Huiles grasses des ombellifères (Grimme). *Cs.* 31 *Août*, 1021.
— de colza. Recherches dans les mélanges d'huile d'olive (Tortelli et Fortini). *Ms. Sept.*, 602.
— des conifères (Grimme). *Cs.* 15 *Sept.*, 1071.
— Indice de saponification. Sa détermination. (Winkler). *Ms. Sept.*, 606.
— Remplacement des indices d'iode par ceux de brome. (*Id.*). 608, 609.
Hydrogénation en présence du palladium divisé (Breteau). *ScF.* 20 *Juillet*, 729 ; 5 *Août*, 764.
Hydrogène. Solubilité dans le cuivre, le fer et le nickel (Sieverts). *Cs.* 30 *Sept.*, 1119.
— Fabrication industrielle. *Ri.* 7, 14 *Oct.*; 391, 401.
Laboratoire. Four-tube électrique pour laboratoire (Tucker). *JEC. Août*, 595.
— Indicateur volumétrique Mellet. *Ms. Sept.*. 576.
— Extracteur Francis. *JEC. Sept.*, 673.
— Appareils en platine. Leur qualité. *JEC. Sept.*, 986.
— Pipette automatique Boltz et Scballenberger. *JEC. Oct.*, 772.
— Utilisation du champ magnétique comme réactif de la constitution (Pascal). *ScF. Août*, 809 ; 5 *Oct.*, 863.
— Recherche des taches de sang (Bordas). *CR.* 24 *Juillet*, 302.
Laboratoire. Recherches des huiles minérales dans les autres huiles. *E.* 4 *août*, 171.
— Thermostat pour températures modérées. Buswell et Mac Kee. *JEC. Sept.*, 671.
— Tubes pour compteurs Hatfield. *Cs.* 30 *Sept.*, 1141.
— *Analyse* des sucs de réglisse (Gadais). *ScF.* 20 *Juillet*, 741.
— — des huiles de coton. *Cs.* 30 *Juill.*, 906.
— — des bronzes phosphoreux (Huber). *Metallurgical. Août*, 403.
— — Analyseur de gaz Eckart. *Cs.* 15 *Août*, 984. Lonshakow. *Cs.* 15 *Sept.*, 1092.
— — des sables monazités (Chesneau). *CR.* 14 *Août*, 429.
— — par les courbes de miscibilité (E. Louise). *PC.* 1er *Sept.*, 193.
— — d'une substance organique renfermant C. H. O. M. S. Cl. Br. i (auries). *ScP. Août*. 814.
— — Recherche qualitative rapide des éléments dont les sulfures sont précipités par l'hydrogène sulfureux en solution acide. (Pozzi-Escot). *ScP. Août*, 812.
— — Cupferron ($C_6H_5(NO)ONH_4$). Emploi dans l'analyse quantitative (Baudish et King). *JEC. Sept.* 629.
— — des métaux blancs (Beneker). *JEC. Sept.*, 637.
— — des glycérines. *JEC. Sept.*, 679.
— — Destruction de la matière organique par le brome ; nouvelle méthode applicable en toxicologie (Magnin). *PC.* 1er *Oct.*, 302.
— — Séparation quantitative du fer du manganèse (Sanchez). *ScF.* 5 *Oct.*, 880.
— *Dosage* et séparation de l'ammoniaque et de la pyridine (Delepine et Sornet). *ScF.* 20 *Juillet*, 706.
— — rapide du carbone total dans les fers, aciers, fontes, etc. (de Nolly). *Em. Juillet*, 103.
— — du glycerol (Probeck). *CN.* 28 *Juillet*, 46.
— — de l'oxygène, et extraction des gaz du cuivre par réaction chimique (Guichard). *CN.* 24 *Juillet*, .272

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Laboratoire. *Dosage* des acides nitreux et nitriques dans l'eau (Tilmans et Sutthoff). *CR.* 30 *Juillet*, 918.
— — de la morphine dans l'opium (Debourdeaux). *CP.* 1er *Août*, 105. par l'alcool phény-éthyle (Thorburn). *JEC. Oct.*, 754.
— — de l'azote dans les ammoniates du commerce. *JEC. Sept.* 691.
— — du soufre dans les charbons; procédé du turbidimètre Jackson. *JEC. Août*, 553.
— — polariscopique de l'acide malique. Applications (Yoder). *JEC. Août*, 563.
— — Perte de carbone pendant la dissolution de l'acier dans le chlorure de potassium cuprique (Isham). *JEC. Août*, 577.
— — des cétones dans les huiles essentielles (Nelson). *JEC. Août*, 589.
— — Argent, phosphore et magnésie. Agitateur pour leur dosage (Bohney). *JEC. Août*, 594.
— — de la résine dans les résidus de goudron (Holde et Meister). *Cs.* 15 *Août*, 946.
— — de petites quantités d'iode dans l'organisme (Laulier). *PC.* 16 *Août*, 157.
— — de l'antimoine dans les alliages. Volumétrique (Jamieson). *CN.* 18 *Août*, 81.
— — de l'arsenic et de l'antimoine dans le cuivre (Heath). *CN.* 18 *Août*, 82.
— — de l'or et de l'argent dans le cuivre (Kern et Heimrod). *Metallurgical. Oct.*, 496.
— — de l'oxygène de l'air. Volumétrique exact (Watson). *JCS. Août*, 1460.
— — de la matière organique des eaux par le permanganate. *ZAC.* 11 *Août*, 1509.
— — des nitrites dans les eaux (Blanc). *Pc.* 1er *Sept.* 205; des nitrates par l'acide phénol-sulphonique (Pratt et Redfield). *CN.* 13 *Oct.*, 178.
— — de l'albumine urinaire (Simonot). *ScP. Août*, 839.
— — du carbone dans les aciers. Emploi de la combustion sous pression (Mahler et Goutal). *CR.* 11. *Sept.*, 549.
Laboratoire. *Dosage* du vanadium dans l'acier et le fer (Crites). *CN.* 13 *Oct.*, 180.
— — du manganèse dans les aciers au vanadium et au chrome (Cain). *JEC. Sept.*, 630.
— — du chromate de plomb (Waldell). *JEC. Sept.*, 638.
— — de la nicotine dans les extraits de tabac (Chapin). *Cs.* 16 *Oct.*, 1182.
Mercure. Compressibilité (Lewis). *CN.* 8 *Sept.*, 115.
Méthane. Éclairage au Sabatier-Senderens. *Cs.* 15 *Sept*, 1041.
Morphine (Méthylbromure des) ou morphosan (Schuster). *Cs.* 15 *Sept.*, 1085.
Optique. Dichroïsme (Cotton et Bruhat). *CR.* 24 *Juillet*, 245, 248.
— Dépense d'énergie nécessaire pour produire l'unité d'intensité lumineuse (Buisson et Fabry). *CR.* 24 *Juillet*, 254.
— Influence de l'atmosphère sur la photométrie. *E.* 11 *Août*, 199.
— Loi des perceptions brèves à la limite de leur portée. Application aux signaux (Blondel et Rey). *JdP. Août*, 643.
— Photométrie. Flammes étalons. Variations avec l'état de l'atmosphère (Butterfeld, Haddam et Trotter). *Cs.* 31 *août*, 1005.
— Propriétés optiques des métaux fondus (Nicholson). *PM. Août*, 266.
— Réflexion de la lumière sur certaines surfaces métallo-liquides (Linde et Wheeler). *PM. Août*, 229. *American Journal of Science. Août*, 85.
— Réflexion : théorie de Fresnel. Détermination de l'angle d'incidence réfléchissant $1/n$ de la lumière incidente (Sangster). *PM. Août*, 305.
— Spectroscopie. Emploi dans l'industrie chimique (Grandmougin). *Tm. Août*, 458.
— Spectres de l'anode et de la cathode des gaz et des vapeurs (Stead). *RSL.* 15 *Août*, 393.
— Structure des raies spectrales; étude au moyen d'appareils à grande dispersion (Meslin). *ACP. Sept.*, 87.
— Optique physiologique (Dosne). *SiM. Juin*, 173.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Optique. Absorption et dispersion dans les vapeurs métalliques (Bevan). *CN.* 8 *Sept.*, 116.

— Réseaux de diffraction (Distribution de l'énergie dans les) (Trowbridge et Crandal). *PM. Oct.*, 544.

— Spectre d'absorption ultra violet de différentes substances organiques, et leur absorption en dissolutions dans des films minces (Purvis). *CN.* 8 *Sept.*, 115.

— Spectres de résonance de la vapeur d'iode. Leur destruction par les gaz du groupe de l'hélium (Wood). *PM.*, *Oct.*, 469.

Osmose. Phénomènes osmotiques et leur interprétation physique (Callendar). *RI. Août*, 485.

— Tension osmotique (Prudhomme). *ScF.* 5 *Oct.*, 857.

Oxyde de carbone. Réactions avec le sulfure de carbone et l'hydrogène sulfuré sous l'influence de la chaleur (Meyer et Schuster). *Cs.* 15 *Août*, 953.

Ozone. Sa formation (Harries). *Cs.* 15 *Sept.*, 1057.

Particule disjointe (La). *JdP. Sept.*, 721.

Papier. Divers. *Cs.* 15 *Août*, 948.

— chargés de kaolin. *JEC. Août*, 550.

— Microscopie des pâtes (Hanansk). *Cs.* 30 *Juillet*, 887.

— Pâte de bois du Cameroun. *Cs.* 15 *Sept.*, 1049. De paille en Russie (Altman). *Cs.* 16 *Oct.*, 1154. Au sulfate (Klason et Seyerfelt). Au bois résineux (Saylor) (*id.*), 1154 et 1156.

— Remplacement de la résine (Klemm Schwalbe). *Ms. Août*, 531, 532.

— spéciaux. *Cs.* 15 *Août*, 919.

— (Ténacité des). Influence de la substance (Rehn). *Cs.* 15 *Septembre*, 1049.

Passivité des métaux (Grave). *Cs.* 30 *Sept.*, 1120.

Pétrole. Spécifications d'achat (Allen). *Cs.*, 30 *Sept.*, 1103; *JEC. Oct.*, 732. Récupération de l'acide sulfurique du raffinage (Hausman). *Cs.* 16 *Oct.*, 1149.

Peintures à l'huile de poisson. *JEC. Sept.*, 627.

— Action des pigments broyés dans l'huile de lin. *JEC. Sept.*, 628.

— Essai rapide (Benson et Pollock). *JEC. Sept.* 670.

Peintures. Évaluation de leur consistance par le viscosimètre (Stormer). *JEC. Oct.*, 737.

Pepsine et pancréatine (Zimmermann). *JEC. Oct.*, 750.

Permanganate de potasse (Le). *ZAC.* 1er *Sept.*, 1628, 1856.

Photographie. Développement en plein jour (Serve). *Cosmos.* 9 *Juillet*, 133.

— Cinématographe à main Proginsky. *La Nature*, 2 *Sept.*, 211.

— Plaques sèches (Recherches microscopiques avec les) (Scheffer). *Cs.* 30 *Sept.*, 1138.

— et chimie colloïdale (L. Cramer). *Cs.* 16 *Oct.*, 1185.

Poids atomiques du calcium (Richards et Honigschmidt). *CN.* 13 *Oct.*, 182.

— du fer (Baxther, Thorvaldson et Cobb). *CN.* 18 *Août*, 79, 8 *Sept.*, 113.

— Loi logarithnique de Stoney (Lord Rayleig). *RSL.* 15 *Août*,, 471.

— Mesure pour les pressions osmotiques (Fouard). *JdP. Août*, 627.

— Méthodes physicochimiques pour déterminer les poids atomiques (Boutaric). *Revue Scientifique.* 19 *Août*, 231.

Points d'ébullition des métaux (Greenwood). *CN.* 28 *Juillet*, 42.

Protéines. Leur analyse (Van Slyke). *Cs.* 30 *Sept.*, 1135.

Quinine. Dosage (Cockburne et Black). *Cs.* 15 *Août*, 1085.

Résines et vernis. Divers. *Cs.* 30 *Juillet*, 907; 15 *Août*, 967; 30 *Sept.*, 1125; 16 *Oct.*, 1168.

— Colophane d'Amérique (Levy). *Ms. Août*, 518; française (Leskiewiez) (*Id.*). 526.

— Fabrication de résines artificielles Knoll. *Cs.* 30 *Sept.*, 1125.

— Kauri (Gomme de) en Nouvelle-Zélande. *Cs.* 30 *Juillet*, 907.

— Pin et ses produits (Herty). *Ms. Août*, 532.

— Résinates métalliques (Pardeller). *Ms. Août*, 526.

Radio-activité. Émanation du radium. Action sur les sels de thorium (Hoerschfinkel). *CR.* 24 *Juillet*, 255.

— Helium et radium (Dewar). *Ri. Août*, 724.

— Niton. Émanation du radium (Ramsay).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CR. 7 *Août*, 373; 13 *Oct.*, 175.

Radio-activité. Production de l'hélium par le radium (Boltwood et Rutherford). *PM. Oct.*, 586.

— Rayons β de la famille du radium (Danjoz). *CR.* 31 *Juillet*, 339.

— Transformation et nomenclature des émanations radio-actives (Rutherford et Geiger). *PM. Oct.*, 621.

— et quatrième état de la matière (Bragg). *CN.* 8 *Sept.*, 110.

Rayons Rœntgen (Spectre des) fluorescents (Barkla). Transformation en rayonnement corpusculaire (Sadler). *PM. Sept.*, 396, 447.

Rayons ultra violets des lampes à mercure en quartz (V. Henri). *CR.* 24 *Juillet*, 265; 14 *Août*, 426.

— (Intensité des) émis par une décharge électrique à basse tension (Gill). *PM. Sept.* 412.

— Photolyse des alcools, des anhydrides d'acides par les rayons *u v* (Berthelot et Gaudechon). *CR. Août*, 383.

Rouille (La). *Cs.* 15 *Août*, 959.

Savonnerie (La) (Bontoux). *Tm. Août*, 462; *Sept.*, 507.

— Rapidité de dissolution des savons dans l'eau (Schestakoff). *Cs.* 16 *Oct.*, 1170.

Sécheurs à vide (Viola). *Metallurgical. Août*, 389.

— Guignard et Watrigant. *Cs.* 30 *Sept.*, 1103.

Silicium comme élément organique (Reynolds). *Ri. Août*, 642.

Soufre mouillable (Vermorel et Dantony). *CR.* 17 *Juillet*, 194.

Sélénium. Antimoine. Métallographie des systèmes (Pelabon). *CR.* 310; *Juillet*, 343.

Sels doubles formés par les sulfates peu solubles avec les sulfates alcalins (Barre). *ACP. Oct.*, 145.

— Haloïdes et oxydés des métaux. Alcalins et alcalino-terreux (de Forcrand). *ACP. Oct.*, 256.

Soies artificielles. Filage et brillantage des fibres textiles (Loewe). *MC.* 1er *Août*, 237. Machine à filer Borrykowski. (*id.*). 238.

— au collodion Wislieki. *MC.* 1er *Oct.*, 296.

Soies artificielles. Différenciation d'avec les soies naturelles par le rouge de ruthénium (Beltzer). *MS. Oct.*, 633.

— Simili-soie Debourg. *MC.* 1er *Oct.*, 301.

Sucrerie. Revue technologique, 1909-1910 (Vallier). *RCp.* 30 *Juillet*, 239.

— Purification du jus de betteraves (Rambousk). *Cs.* 30 *Juillet*, 913.

— Distribution du sucre dans les betteraves (Floderer et Herke). *Cs.* 30 *Juillet*, 913.

— Sucre blanc. Procédé Harloff. *Cs.* 15 *Août*, 970.

— Sucrose et produits de sa décomposition (Duschsky). *Cs.* 16 *Oct.*, 1177.

— Densité de la sucrose liquide et de ses solutions aqueuses (Schwers). *JCS Août*, 1478.

— Dosage des acides dans le jus de canne (Yodder). *JEC. Sept.*, 640. Des corps secs dans les produits des sucreries (Kojdl). *Cs.* 15 *Sept.*, 1079.

— Orge. Son évaluation en malterie (Lintner). *Cs.* 15 *Sept.*, 1080.

— Ozone en brasserie (Vetter et Monfang). *Cs.* 30 *Sept.*; 1131.

— Levure (cellules de) tuées par l'acétone (Herzog et Saladin). *Cs.* 15 *Sept.* 1080.

— Phosphathèse. Son action (Euler et Kullberg). *Cs.* 30 *Sept.*, 1131.

— Travaux du « Government Laboratory ». *Cs.* 30 *Sept.*, 1132.

— Production mondiale du sucre. *Ef.* 7 *Oct.*, 530.

Sulfure de carbone. Composés sulfureux et azotés du (Delépine). *ScF.* 5 *Oct.*, 910-904.

Tannage. Formation du cuir (Fahrion). *MS. Août*, 501.

— Estimation électrométrique de l'acidité des liqueurs tannantes (Wodd Sand et Law). *Cs.* 30 *Juillet*, 872. Du tannin par l'hydroxyde de nickel (Singh). *Cs.* 15 *Août*, 936.

— Tannins végétaux. Réactions qualitatives (Wilkinson). *Cs.* 16 *Oct.*, 1172; Analyse qualitative (Korsak) (*id.*), 1173.

— Extraction du tannin pour analyses. Grasser-Allen. *Cs.* 30 *Juillet*, 910.

— Extrait de chêne, analyse. *Cs.* 15 *Août*. 960.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tannage au brome et aux hypobromites. Meunier et Sejewitz. *Cs.* 15 *Sept.*, 1077.
— au chrome. Action de la lumière (Kohnstein). *Cs.* 15 *Sept.*, 1077.
— Préservation et désinfection du cuir. Stérilisation des spores d'anthrax. (Kohnstein). *Cs.* 30 *Sept.*, 1127.
— Essais des tannins (Schneider et Seiwerth). *Cs.* 30 *Sept.*, 1127.
— Utilisation comme tannins des résidus des monazites (Eitner). *Cs.* 30 *Sept.*, 1128.
— Cuir au chrome. Son analyse (Fahrion). *Cs.* 30 *Sept.*, 1129.
— Fabrication des extraits tanniques (Meunier). *Tm. Oct.*, 562.

Tantale et ses minerais. *Ri.* 30 *Sept.*, 383.
— et applications industrielles (A. Siemens). *Ri. Août*, 590.

Teinture. Divers. *Cs.* 30 *Juillet*, 888. 15-31 *Août*. 947, 951, 1006. 15-30 *Sept.*, 1047, 1051, 1107, 1112; 16 *Oct.*, 1153.
— Effets de tissage obtenus par impression. (Siefert). *SiM. Avril*, 134.
— Blanc opaque imprimé sur tissus pour la reproduction de l'article broché (Hertmann et Battegay). *SiM. Avril*, 137.
— Cheveux. Teinture et blanchiment (Beltzer). *MC.* 1er *Août*, 221.
— Albumine. Emploi en chinage et en impression (Ude). *MC.* 1er *Août*, 225.
— Divers. *MC.* 1er *Août*, 226; 1er *Oct.*, 289.
— Dérivés diazoïques stables pour la teinture et l'impression (Tielscher). *MC.* 1er *Août*, 230.
— Altérations des matières colorantes (Harrisson). *MC.* 1er *Août*, 233; 1er *Oct.*, 292.
— Indigo. Formation de l'isatine dans la teinture en (Crowther). *MC.* 1er *Août*, 233. Dehydroindigo (Kalb). *Cs.* 30 *Juillet*, 885. Fabrication (Lucius et Brunig). *Cs.* 30 *Juillet*, 886. *Cs.* 15 *Sept.*, 1047. Rongeage de l'indigo. Nouveau procédé (F. Erban). *Ms. Août*, 537. *Mc.* 1er *Sept.*, 266. Jaune. *Cs.* 30 *Sept.*, 1107. Enlevage vapeur sur bleu indigo cuvé au moyen de chlorates-nitrates et bromates. Tagliani. *SiM. Mai*, 156.

Teinture. Indigo réduit. Teinture de la laine et du coton. *MC.* 1er *Sept.*, 273; dans l'Inde. *Cs.* 30 *Sept.*, 1108.
— Mercerisation. Influence de la température (Kollmann). *MC.* 1er *Août*, 236.
— — Machine à merceriser les filés en écheveaux. Schelling. *Mc.* 1er *Sept.*, 287.
— Acide formique pour la conservation des couleurs (Scheurer). *SiM. Mai*, 154.
— Blanchiment du coton. Progrès (Williams. *MC.* 1er *Août*, 238.
— Teintures, impressions et apprêts à l'exposition de Roubaix (Duhem). *Mc.* 1er *Sept.*, 255.
— Rouge turc. Nouveau procédé de teinture en (Carruthers). *MC.* 1er *Août*, 242.
— Antraquinone. Propriétés tinctoriales et nature des laques dérivées de l'. (Georgievicz). *MC.* 1er *Oct.*, 297.
— Colorants à mordants (Noelting). *Ms. Juillet*, 539.
— Colorants mono-azoïques : constitution chimique et résistance à la lumière. (Watson, Sucar et Dutta). *Ms. Juillet*, 543.
— Couleurs nouvelles. *MC.* 1er *Sept.*, 269. 1er *Oct.*, 286.
— Aniline. Solubilité dans son hydrochlorure (Pickford et Wilsdon). *Cs.* 30 *Juillet*, 884.
— Charge d'étain solide à la lumière n'affaiblissant pas la soie (Meister). *SiM. Mai*, 151.
— Industrie des matières colorantes et synthèse chimique (Guareschi). *MC.* 1er *Oct.*, 281.
— Sels métalliques. Nuances obtenues avec les (Montavin). *MC.* 1er *Sept.*, 253.
— Teintures hydroxyazotiques. Composés au bisulfite (Voroztsov). *Cs.* 30 *Sept.*, 1107.
— Triquinoleméthane hydré. Influence sur le caractère des colorants de la série du vert malachite (Schell). *MC.* 1er *Sept.*, 259.
— Fuchsines. Préparation (Suais). *SiM. Juin*, 180.
— Couleurs azoïques. Brevets divers. *Cs.* 30 *Sept.*, 1109. Action du bisulfite de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soude (Lepetit et Levi). *Cs.* 30 *Sept.*, 1108.

Teinture. Mi-laine et mi-soie. Teinture en n'employant qu'un seul bain (Dorr). *MC.* 1er *Sept.*, 274.

— Marques des matières colorantes nouvelles au point de vue de leur application à la teinture (Reverdin). *Ms. Oct.*, 642.

— Impression. Effets de tissage obtenus par (Siefert). *MC.* 1er *Oct.*, 285.

— Primuline; préparation (Noeltung). *SiM. Juin*, 172.

— Teinture avec matières colorantes végétales (Villalonga). *MC.* 1er *Oct.*, 283.

— Tinctomètres, colorimètres et spectroscopes. Emploi pour l'essai des couleurs (Dosne). *It. Juillet*, 272. *Sept.*, 348.

Tellure. Bitellurure de carbone. CTe_2. *Cs.* 15 *Août*, 954.

Températures et pression élevées. Expériences (Threfall). *RI. Août*, 541.

Terres rares. Composés nouveaux (Pratt et James). *CN.* 13 *Oct.*, 177.

Tétraméthylammonium et alkaliammonium : nitres de (Ray. Sen et Rakshitf). *JCS.* 1466, 1470.

Théorie atomique (Meldrun). *CN.* 28 *Juillet*, 37.

Théorie vorticellaire. Production des vortex dans les liquides (Northrup). *Fi. Sept.* 211.

Thorium et mesothorium (Hahn). *Cs.* 31 *Août*, 1012.

— Dérivés halogénés et oxyhalogénés (Chauvenet). *ACP. Août*, 425.

— Poids moléculaire de son émanation (Sybil Leslie). *CR.* 31 *Juillet*, 328.

Thulium (James). *CN.* 18 *Août*, 73.

Tungstène. Sa concentration (Panneler). *Metallurgical. Août*, 409. Son industrialisation (Leiser). *Ms. Oct.*, 681.

— Essais des concentrats de wolfram (Hutchin). *Cs.* 15 *Sept.*, 1065.

Uranium. Produits de désintégration (Antonoff). *PM. Sept.*, 419.

Vanadium. Empoisonnement par le. *Cs.* 30 *Juillet*, 919.

Vapeur d'eau. Leis de la. *ASM. Sept.*, 1043. (Schule.) *VDI.*, 9-16 *Sept.*, 1506, 1561.

Vanadium (le). *Ri.* 16-23 *Sept.*, 378, 386. Chimie et métallurgie (Bleecker). *Metallurgical. Oct.*, 499.

Verre. Viscosité du (Vesely). *Cs.* 31 *Août*, 1014.

— renforcé Benedictus. *Cs.* 15 *Sept.*, 1059.

— Machine pour verres à vitres *Spreechsall.* 13 *Juillet*, 409.

— Viscosité des verres. *Spreechsall*, 27 *Juillet*, 441. Polissage (*id.*). 21 *Sept.*, 552. Fours de verrerie à régénérateurs (*id.*). 21 *Sept.*, 552. Fours de verrerie à régénérateurs (*id.*). 509, 521, 536.

Zinc. Oxyde de. Procédé Blum. *Eani.* 23 *Sept.*, 603.

COMMERCE, ÉCONOMIE POLITIQUE

Apprentissage. Logement des jeunes apprentis chez leurs patrons (Delpérier). *Ro.* 1er *Oct.*, 392.

Algérie. Situation financière. *SL. Juin*, 642.

Allemagne. Production et consommation de l'alcool en 1896-97. *SL. Juin*, 673.

— La bière (*id.*). 675.

— La Reichsbank en 1910. *Ef.* 19 *Août.*, 267.

— orientale. Terre sans habitants et habitants sans terre. *Ef.* 2-23 *Sept.*, 341. 457.

— Service consulaire et renseignements commerciaux. *Ef.* 30 *Sept.*, 189.

— Année financière 1910-1911. *SL. Août*, 219.

Angleterre. Loi d'assurances. *E.* 21 *Juillet*, 99.

— Commerce extérieur. 1er semestre 1911. *Ef.* 5 *Août*, 196.

— La « Society of Arts » (Trueman Wood). *SA.* 9-16 *Juin.* 22-39 *Sept.*, 1030.

— La bière. Production et consommation, 1909-1910. *SL. Juin*, 677.

— Grèves. *E.* 18-20 *Août*, 229, 261. *Ef.* 2 *Sept.*, 337. *E.* 29 *Sept.*, 426.

— Congrès des Trades Unions. *E.* 8 *Sept.*, 323.

— Année financière 1909-1910. *SL. Juillet*, 111.

— Salaires dans les chantiers maritimes. *E.* 1er *Sept.*, 294.

— Sheffield. Industrie du fer et de l'acier (Met). *Cs.* 31 *Août*, 995, et de l'argent (Smith). (*id.*). 996.

Banques d'émission. Pays divers. *SL. Août*, 208.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Belgique. La Bière 1851-1907. *SL. Juin*, 681.
— Eaux-de-vie 1800-1909. *SL. Juin*, 689.
— Pensions de vieillesse pour ouvriers mineurs. Loi du 5 juin 1911. *SL. Août*, 225.
Caisses d'épargne. Pays divers. *SL. Août*, 210
Canada. Relations avec l'Angleterre et les Etats-Unis. *Ef.* 7 *Oct.*, 525.
Éducation des ingénieurs. *E'.* 2 *Juillet*, 72-76. Et l'Etat (Matschob). *VDI.* 22 *Juillet*, 1185. *E.* 4 *Août*, 64.
— Enseignement technique supérieur dans l'Afrique du Sud. *E.* 11 *Août*, 201.
— Institut métallurgique de Breslau. *SuE.* 28 *Sept.*, 1565.
— Formation sociale de la jeunesse des classes aisées (de Rousiers). *Rso.* 1er *Oct.*, 369.
— Enseignement de la chimie aux Etats-Unis (L. Fabre). *RCp.* 8 *Oct.*, 285.
Espagne. Monopole des allumettes. *SL. Juin*, 685. Commerce extérieur. Semestre 1911 (*id.*). 688.
— Régime des sucres. Loi du 2 juin 1911. *SL. Août*, 228.
États-Unis. Trust de l'acier. *Ef.* 22 *Juillet*, 122.
— Taxe sur les sociétés. *SL. Juin*, 690.
— Commerce extérieur. 1909-1910. *SL. Juin*, 694. En 1911. *Ef.* 26 *Août*, 305. 6 *Sept.*, 413)
France. Suppression des concessions de mines. *Ef.* 22 *Juillet*, 117.
— Commerce extérieur. 1er semestre 1911. *Ef.* 22 *Juillet*, 119.
— Navigation et commerce maritime des grands ports. (*id.*), 119.
— Alcools, production en 1909-1910. *SL. Août*, 150.
— Application de la loi du février 1902 sur l'hygiène et la salubrité publiques. *Ef.* 22 *Juillet*, 123.
— Institutions patronales et œuvres de prévoyance sociale des ateliers de Longwy (Mieg). *SiM. Avril*, 108.
— Assistance obligatoire aux vieillards et infirmes dans le département de la Seine. *Ef.* 29 *Juillet*, 159.
— Compagnies françaises d'assurances sur la vie en 1910. *Ef.* 29 *Juillet*, 167.
France. Assurances ouvrières. *E.* 4 *Août*, 171.
— Législation des mines. *Ef.* 5 *Août*, 193.
— Législation ouvrière applicable au département de la marine (Le Marquand). *Rmc. Août*, 297.
— Commerce extérieur, 1er semestre 1911. *Ef.* 5 *Août*, 195. *SL. Juillet*, 96.
— Banque de France. Opérations en 1910. *Ef.* 5-12-19 *Août*, 202, 238, 274.
— Division de la propriété dans le Maine et l'Anjou (Siegfried). *Musée social. Juillet.*
— Situation financière des départements en 1907. *SL. Juin*, 628.
— Budget de 1912. *Ef.* 12 *Août*, 229; 23-30 *Sept.*, 449, 495; de 1910. *SL. Juillet*, 1.
— Région de Reims. Industrie et commerce. *Ef.* 19 *Août*, 271.
— Caisses d'épargne ordinaires, opérations. *Ef.* 26 *Août*, 311.
— Dons et legs aux établissements d'utilité publique. *Ef.* 2 *Sept.*, 347.
— Département de l'Yonne. Situation sociale en mai 1911 (Doin). *Rso.* 1er *Sept.*, 333.
— Lyon et l'industrie de la soie. *Ef.* 14 *Oct.*, 559.
— Renchérissement de la vie. *Ef.* 9 *Sept.*, 373; 14 *Oct.*, 557.
— Habitations à bon marché en 1910. *Ef.* 9 *Sept.*, 377.
— Inspection du travail en 1910. *Ef.* 30 *Sept.*, 487.
— Service des aliénés. *Ef.* 9 *Sept.*, 377.
— Dislocation de l'empire français africain. *Ef.* 16 *Sept.*, 409.
— Boissons hygiéniques et alcool à Paris depuis la réforme de l'impôt. *Ef.* 16 *Sept.*, 415.
— Œuvres du trousseau (Dufourmantelle). *Rso.* 1er *Oct.*, 385.
— Industrie et commerce de Dunkerque. *Ef.* 23 *Sept.*, 456.
— Fabriques, entrepôts, magasins de vente soumis, en 1910, aux contributions indirectes. *SL. Août*, 183.
Grèves et lock outs en Suède. *Ef.* 9 *Sept.*, 384.
— des mineurs anglais. *E.* 13 *Oct.*, 499.
Inde. Anciennes relations commerciales (Samaddar). *SA.* 4 *Août*, 904.
Impôt sur le revenu en Bavière. *SL. Juillet*, 104.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Italie. Progrès économiques. *Ef.* 30 *Sept.*, 493.

Japon. Grandes industries européennes au Japon. *Ef.* 22 *Juillet*, 125.

— État économique actuel. *E.* 21 *Juillet*, 103.

— Commerce extérieur. 1er semestre 1911. *Ef.* 2 *Sept.*, 345.

Législation ouvrière et conflit social en Suède (de Lavison). *AM. Août*, 100.

Lingerie. Travail à domicile dans l'industrie de la. *Ef.* 26 *Août*, 303.

Maisons centrales de force et de correction. *Ef.* 16 *Sept.*, 411.

Marchandage le (Hans). *Rso.* 16 *Août*, 189.

Métaux dans le monde. *E'.* 21 *Juillet*, 84.

— Consommation et prix pendant les dix dernières années. Cuivre et plomb. *Ef.* 5 *Août*, 197.

— Zinc, étain, aluminium, nickel. *Ef.* 12 *Août*, 231.

Organisation systématique des machines et usines (Belot). *Tm. Oct.*, 547.

Patronages (les) (Griffaton). *Rso.* 1er *Sept.*, 241.

— Sainte-Mélanie (Puiseux). (*Id.*), 253.

— Auteuil-Point-du-Jour (Hébrard) (*Id.*), 286; Rurtaux (*Id.*), 277.

— Cercles d'études dans les. (*Id.*), 293.

— Formation sociale dans les (*Id.*), 306.

Pensions de vieillesse en Belgique. *Ef.* 12 *Août*, 235.

Pornographie et lectures démoralisatrices. *Rso.* 16 *Août*, 129-164.

Renchérissement de la vie. *Ef.* 7 *Oct.*, 521.

Successions. Abaissement des droits de — à New-York. Échec de la fiscalité outrancière. *Ef.* 23 *Sept.*, 453.

Suisse. Population et industries. *Ef.* 16 *Sept*, 416.

Réformes sociales et l'industrie. *E'.* 11 *Août*, 155.

Retraites ouvrières en Angleterre (Bardoux). *Musée social. Sept.*

Travail humain. Rendement maximum. *E'.* 15 *Sept.*, 357.

Tribunaux pour enfants. 1er congrès international (G. Rlondel). *Rso.* 1er *Sept.*, 328.

Statistique. Institut international de La Haye. *Ef.* 23 *Sept.*, 451.

CONSTRUCTIONS ET TRAVAUX PUBLICS

Barrages. Désastre d'Austin. *E'.* 6-13 *Oct.*, 355, 376.

Béton. Expansion et retrait lors de sa prise (Golbeck). *Le Ciment. Sept.*, 161.

— Maison moulée de Sandtport. *Tm. Oct.*, 579.

Ciment armé. Corrosion électrolytique. *E.* 4 *Août*, 174; *E'.* 8 *Sept.*, 259. *E.* 18 *Août*, 232.

— Instructions anglaises sur l'emploi du ciment armé. *Le Ciment, Août*, 150; *Sept.*, 171.

— Passerelle en — de la gare de Périgueux. *Rgc. Sept.*, 147.

— Calcul des poutres (Rieger). *Gc.* 23 *Sept.*, 428.

— Dans les travaux de chemins de fer. *E'.* 29 *Sept.*, 321.

— Réservoir en —. *ACE. Sept.*, 1035.

Drague Smulders. *E'.* 1er *Sept.*, 237.

Chauffage et ventilation des salles de théâtre. *Ri.* 9 *Sept.*, 357.

— à l'eau chaude, résistances de frottement. *Ri.* 7 *Oct.*, 397; et par gravité (Dolby). *E.* 21 *Juillet*, 81.

— de la caserne de Clignancourt. *Ri.* 23 *Sept.*, 377.

— des serres. *Ri.* 23 *Sept.*, 377.

— au gaz. *Gas Bel.* 2 *Sept.*, 863.

— par l'électricité (Fleeming). *SA.* 21-28 *Juillet*, 870. (Rossander). *Re.* 13 *Oct.*, 519.

— Influence du vent sur le chauffage des locaux à chauffage indirect. *Ri.* 9 *Sept.*, 356.

— Rafraîchissement des immeubles en utilisant les conduites de chauffage. *Ri.* 12 *Août*, 317.

— Radiateurs à enveloppe partielle Bourdon. *Ri.* 29 *Juillet*, 296.

— Régulateur automatique de température pour chauffage à l'eau ou à vapeur Hegner. *Ri.* 29 *Juillet*, 207.

— Rendement calorifique des surfaces de chauffe en fonction de la vitesse de l'air. *Ri.* 26 *Août*, 338.

— dans l'industrie textile. *Ri.* 12 *Août*, 316.

Colonnes en fonte et béton. *Ri.* 2 *Sept.*, 346.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cours et hygiène des maisons. *La Nature*. 26 *Août*, 194.
Dragues pour le canal de New-York. *E'*. 22 *Sept.*, 302.
Excavateur à vapeur de 16 tonnes Ruston Proctor. *E'*. 1er *Sept.*, 236.
Murs de soutènement. Calcul (Moreau). *Ac. Août*, 121; *Sept.*, 138.
Panneaux rectangulaires avec poutres de section constante (Branne). *ACE. Août*, 837.
Pieux en ciment. *Ri*. 9 *Sept.*, 360.
Ponts de Blackwell. New-York. *VDI*. 29 *Juillet*, 1229; 5-10-26 *Août*, 1285, 1373, 1428.
— et chevalets (Cajatte). *Gm. Juillet*, 51.
— de Montesquieu en béton armé. *Gc*. 5 *Août*, 288.
— de Coteau sur le Saint-Laurent, *E*. 18 *Oct.*, 448.
— de Quebec. Caissons. *E'*. 18 *Août*, 175.
— Pont-levis de Portland. *Gc*. 7 *Oct.*, 461.
— Viaduc de Lantosque. *Ri*. 19 *Août*, 323.
— transporteur de Midlesborough. *E'*. 29 *Sept.*, 336.
— Piles des ponts de chemins de fer. Détermination séismographique des vibrations. *E*. 25 *Août*, 262.
— de Cologne-Deutz. Projets. *VDI*. 26 *Août*, 1409.
— tournant électrique du port de Cette (Guibal). *APC. Juillet*, 54.
— de Montauges (Picard). *APC. Juillet*, 101. *Gc*. 16 *Sept.*, 401.
— des arches à Liège. *Tm. Sept.*. 490.
— sur le Weser, à Brême. *VDI*. 23 30 *Sept.*, 1593, 164.
— du plan du Var en ciment armé. *Ac. Sept.*, 130.
— Passerelle en béton fretté de la gare de Périgueux. *Ri*. 30 *Sept.*, 381.
— Pont en ciment armé sur l'Almendarès. Cuba (Klopp et Douglas). *ACE. Sept.*, 1010.
— Destruction du pont de Bredlington. *E*. 13 *Oct.*, 490.
Routes. Goudronnage. *Gc*. 22 *Juillet*, 249.
Théâtre de Freibourg, la scène. *VDI*. 19 *Août*, 1366.
Topographie. Alidade télémètre Rollin. *Gm. Juillet*, 5.
Tunnels des Alpes (Saunders). *AIM. Juillet*, 507.
— de Detroit River (Kinnear). *ACE. Août*, 897.
Voirie. Pavages mosaïques. *Cosmos*. 2 *Sept.*, 258.

ÉLECTRICITÉ

Commission électrotechnique internationale à Turin. *Re*. 29 *Sept*. 286.
Conductibilité des gaz (Townsend et Oliver Lodge). *Pm. Oct.*, 656; à la pression atmosphérique sous les hautes tensions alternatives (Chassy). *JdP. Sept.*, 737.
Contrôleur Allen et West. *E*. 13 *Oct.*, 506.
Congrès international des applications de l'électricité, Turin. *Ie*. 25 *Sept.*, 422; *Élé*. 7-13 *Oct.*, 228, 328.
Contact électrique entre deux sphères se choquant sa durée (Kennelly et Northrup). *Fi. Juillet*, 23.
Convertisseurs rotatifs. Emploi des pôles additionnels (Pohl). *LE*. 9 *Sept.*, 310.
— en cascade (Halls). *Élé*. 7 *Oct.*, 233.
Distributions. Phénomènes transitoires (Steinmetz). *Fi. Juillet*, 39.
— industrielles de puissance (Knowlbon). *EM. Oct.*, 52.
— à haute tension en Amérique. *Ie*. 25 *Juillet*, 325.
— Tarification uniforme de l'électricité (Passavant). *Re*. 28 *Juillet*, 100; 11 *Août*, 147.
— Inductance et chute de tension des lignes aériennes triphasées (Markovitch). *LE*. 5 *Août*, 136.
— Traversée de la commune de Montdragon par une ligne de transport de force (Latour). *Tm. Août*, 440.
— Continuité du service dans les systèmes de transmission (Crawford). *Re*. 11 *Août*, 121.
— Perturbations sur les lignes aériennes (Campbell). (*Id.*). 133.
— Flèche des lignes en aluminium. *Re*. 11 *Août*, 135.
— Colonnes montantes dans les secteurs de Paris. *Re*. 11 *Août*, 136.
— Câbles Reyrolle. *E'*. 13 *Oct.*, 387. Hochstader. *Tm. Oct.*, 570.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Distributions. Canalisations aériennes et souterraines en Amérique. *LE.* 19 *Août*, 206.
— du Sud-Ouest de la France. *Ie.* 25 *Août*, 373.
— du bassin de la Seine et de la Côte-d'Or. *Re.* 25 *Août*, 164, 170.
— rurale de Valcanville-Barfleur. *Ie.* 10 *Sept.*, 397.
— Protection des réseaux contre les surtensions. *Tm. Oct.*, 533.
— Lignes aériennes *Ie.* 10 *Sept.*, 404. En en aluminium. Travail et flèche. *Ri.* 16 *Sept.*, 387. Conservation des poteaux. *LE.* 23 *Sept.*, 376.
— Tableau Ferranti pour 5 000 volts, *E.* 6 *Oct.*, 454.
— Résaux souterrains à haute tension reliés métalliquement aux lignes aériennes (Grosselin). *Re.* 29 *Sept.*, 262.
— Retard dans les interrupteurs (Naftzinger). *American Journal of Science. Oct.*, 269.

Dynamos. Alternateurs polyphasés. Réactance synchrone et marche en parallèle (Rezelman). *LE.* 22 *Juillet*, 67.
— Régulation des groupes électrogènes (Reynal). *LE.* 22 *Juillet*, 78 (Barbillon). *Tm. Sept.* 485, *Oct.*, 536.
— Turbo-dynamos. *E'.* 4 *Août*, 156.
— Échauffement (Camenati). *LE.* 5 *Août*, 147.
— unipolaires Barbour. *E.* 8 *Sept*, 318. et contacts à mercure Ugrimov. *E.* 25 *Août*, 265.
— de l' « Electrotechnische Industrie » à Slukerveer, Hollande. *LE.* 16 *Sept.* 323.
— Courants secondaires produits par les bobines extérieures d'un alternateur (Rezelman). *LE.* 23 *Sept.* 357.
— modernes (les) (Eschunburg). *Elé.* 7 *Oct.*, 228.
— *Moteurs* asynchrones. Indicateur de glissement Horschetz. *Elé.* 22 *Juillet*, 49.
— Capacité de surcharge (Auerbach). *LE.* 16 *Sept*, 344.
— Réglage des moteurs. *LE.* 23 *Sept.*, 370; du nombre de tours dans les installations triphasées (von Saaf). *LE.* 15 *Juillet*, 48.

Dynamos. Moteur polyphasé à collecteur avec balais en série AEG. *LE.* 9 *Sept.*, 314.
— en cascade. *E.* 4 *Août*, 173.
— à collecteur (Legouez). *Re.* 13 *Oct.*, 311.
— d'induction. Mise en train. *E'.* 11-18-25 *Août*, 158, 184, 198. 1-8-15 *Sept.* 227, 262, 277. Démarrage des moteurs d'induction Darsemoy. *LE.* 23 *Sept.*, 375.
— Rhéostat de démarrage pour l'essai des moteurs continus (Konig). *LE.* 30 *Sept.*, 396.
— Régulateur Routin. *Ré.* 8 *Sept.*, 216.
— Ampéremètre mécanique Drake et Gorham. *E.* 13 *Oct.*, 503.

Éclairage. Lampes à vapeur de mercure. Expériences avec tubes à mercure (Vincent). *PM. Oct.*, 506. à lumière blanche (Darens et Leblanc). *LE.* 23 *Sept.*, 355. Procédés permettant d'en modifier la coloration (Escard). *LE.* 26 *Août*, 237.
— Luminescence dans le vide (Perot). *JaP. Août*, 609.
— Éclairage des rues par les lampes modernes (Harrison). *Re.* 25 *Août*, 180.
— *Arc.* Actions chimiques. *Re.* 11 *Août*, 140.
— — Charbons métallisés (Escart). *Elé.* 12 *Août*, 100. Fabrication industrielle. (*id.*) *Gc.* 19-26 *Août*, 326, 351.
— — Installation à 6 300 volts. Résultats pratiques (Hess). *Re.* 13 *Oct.*, 325.
Incandescence. Petits transformateurs (Niethammer). *LE.* 15 *Juillet*, 52.
— — au tungstene Thomson-Houston. *E.* 19 *Août*, 233 (Monash). *Re.* 13 *Oct.*, 327.
— — à filaments métalliques. Rendement (Harris). *E.* 6 *Oct.*, 466. Fabrication (Escard). *Tm. Oct.*, 539.
— — Étude comparative (Turpain et Nicoleau). *Re.* 25 *Août*, 187; et transformateurs (Rossi). *Elé.* 9 *Sept.* 169.
— — Lampe Gem (Thomson). *E'.* 22 *Sept.*, 306.
Électricité en Italie. LE. 12-19 *Août*, 197.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Électro-chimie. Divers. *Cs.* 30 *Juillet*, 904. 15 *Août*, 962. 15-30 *Sept.* 1069, 1123. 16 *Oct.*, 1168.

— Fours électriques (les) (Hering). *Fe. Juillet*, 55. A arc et résistance. *E.* 15 *Sept.*, 363.

— — Régulateur Routin. *Re.* 8 *Sept.*, 238. Four électrique de laboratoire avec résistances en tungstène ou molybdène (Winne et Dantsiren). *Metallurgical. Oct.*, 537.

— Production des métaux par le four électrolytique (Beckman). *CN.* 28 *Juillet*, 45.

Soude électrolytique. Prix de revient (Engelhardt). *Metallurgical. Oct.*, 489.

— État actuel de l'industrie. *Ri.* 5 *Août*, 302.

— Traitement des boues d'anodes dans le raffinage électrolytique des métaux (Kern). *Metallurgical. Août*, 417.

— Transformateurs aux stations électrochimiques du Niagara (Jones). *JEC. Oct.*, 756.

— Électrodes imprégnées ou carbo-minérales (J. Escard). *Ie.* 10 *Août*, 349.

— Récupération des déchets de fer-blanc. *Tm. Août*, 466.

— Eau oxygénée, acide nitrique et ammoniaque. Formation par l'arc sans flamme, une des électrodes étant constituée par de l'eau (Makowetsky). *Re.* 11 *Août*, 140.

— Liqueurs de blanchiment, production électrolytique (Foerster). *Cs.* 31 *Août*, 1010.

— au Canada. *Metallurgical. Oct.*, 539. En Norvège (*id*). 544.

Électrification de l'heure dans les grandes villes. *Elé.*, 30 *Sept.*, 216.

Flammes. Propriétés électriques (Wilson). *RI. Août*, 465.

Hystérésis. Pertes par — des tôles d'acier (Mac-Laren). *Re.* 8 *Sept.*, 241.

Interrupteurs à hautes tensions américains. *Ie.* 10 *Août*, 360.

Isolants à hautes températures : essais. *Re.*, 11 *Août*, 150.

Magnétisme. Coefficients d'aimantation de l'or (Hanriot et Raoult). *CR.* 17 *Juillet*, 182.

Magnétisme. Aimantation des corps ferromagnétiques au-dessus du point de Curie. (Weiss et Foex). *JaP. Sept.*, 744.

Mesures. Analyse des courbes périodiques du courant alternatif par le procédé Sihleiermacher (Audonin). *LE.*, 15 *Juillet*, 42.

— Vérification des conducteurs par un appareil téléphonique sans fil (Perkins). *Élé*, 29 *Juillet*, 67.

— Indicateur de puissance pour circuits à haute tension Ryan. *Re.*, 28 *Juillet*, 92.

— Générateur acoustique de courants alternatifs faibles à fréquence réglable pour mesures électriques Larsen. *Re.* 28 *Juillet*, 94.

— Mesure des champs magnétiques en valeur absolue (Seve). *Re.* 28 *Juillet*, 96.

— Electromètre enregistreur à filament de carbone (Villard). *CR.* 31 *Juillet*, 315.

— Corrections des lectures au manomètre dans le cas de courants à haute fréquence (Behne). *LE.*, 19 *Août*, 203.

— Compteurs à prépaiement (Vaughen). *Fi. Sept.*, 253.

— Indicateur de pertes Phobe. *Elé.* 16 *Sept.*, 181.

— Compteurs moteurs. Etalonnage (Saint-Pol). *Bam Juillet*, 825.

— Mesures magnétiques industrielles (Armagnat). *Sie. Juillet*, 365.

— Ondemètre Huth, à lecture directe. *Elé.* 7 *Oct.*, 225.

Parafoudres et dispositifs de protection contre les surteusions. *Ie.* 10 *Août*, 356.

Pile Benko. *Metallurgical. Août*, 401.

Précipitation électrique des particules menues (Cottrell). *JEC., Août*, 542.

Rayons Röntgen. Mesure des intensités relatives (Lassalle et Smith). *Fi. Juillet*, 73.

Stations centrales (les) (J. Thomson). *RI. Août*, 577.

— de Dunston. *E'*. 21 *Juillet*, 64.

— de Loentsh. *E'*. 21 *Juillet*, 67.

— de Rheinfelden et de Laufenburg. *E'*. 28 *Juillet*, 93.

— de Leckbruck, Bavière. *Ri.* 5 *Août*, 304.

— de secours. Le moteur Diesel. *LE.* 28 *Juillet*, 99, 5 *Août*, 131.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Stations centrales de l'Albua. Zurich. *Ie.* 10 *Août.*, 352.
— hydro-électriques françaises (Loidin et Buisson). *ZOI.* 11 *Août*, 497.
— — de Trolhattam. *E.* 22 *Sept.*, 375.
Stries électriques (J. Thomson). *RI. Août*, 577.
Télégraphie *sans fil.* Protecteur contre les interceptions de télégrammes Sach. *Elé.* 6 *Août*, 92.
— — Marconi. *Elé.* 9 *Sept.*, 173. Procès Marconi. *LE*, 12 *Août*, 163.
— — Tour Eiffel. *LE.* 2 *Sept.*, 259.
— — Progrès récents (Howe). *E'.* 8 *Sept.*, 316, 335.
— — Recherches (Fleming). *RI. Août*, 683.
— — Détecteur à sélénium Merritt. *Re.* 8 *Sept.*, 237.
— — Antennes conjuguées (Blondel). *LE.* 7 *Oct.*, 7.
— — Mesures de l'orientation en radiotélégraphie (Blondel). *CR.* 11 *Sept.*, 544.
— — Oscillateur à étincelles soufflées et électrodes tournantes (Ducretet et Roger). *Ri.* 14 *Oct.* 403.
— — Amortissement des ondes. Influence dans l'emploi des cadres d'orientation en radiotélégraphie (Blondel). *CR.* 25 *Sept.*, 593, 9 *Oct.*, 661.
— ordinaire. Progrès (Fournier). *Gc.* 26 *Août*, 2 *Sept.*, 348, 368. 9 *Sept.* 381.
— en Amérique. *Elé.* 26 *Août*, 2-9-16 *Sept.*, 136, 151, 166, 183.
— Télégraphie multiple. Différents systèmes (O. Meara). *Re.* 29 *Sept.*, 277.
Téléphote Rosig. *Re.* 28 *Juillet*, 91. *Gc.* 14 *Oct.*, 493.
Téléphonie. Installation, sur une seule ligne, de plusieurs postes téléphoniques indépendants (Delenclos). *Elé.* 29 *Juillet*, 65.
— Multiple Ruhmer. *Elé*, 6 *Août*, 88.
— Téléphonographe Perroti. *Elé.* 6 *Août*, 92.
— Service semi-automatique Clément. *Elé.* 19 *Août*, 113.
— Automatique. *Ré.* 8 *Sept.*, 227. *Nature.* 12 *Oct.*, 486.
— Téléphones haut parleurs à la station des tramways de Blakfriars. *Gc.* 30 *Sept.*, 453.
Transformateurs triphasé asymétrique. Marche à vide (Guillaume). *LE.* 15 *Juillet*, 35.
— statiques. Résistance de dispersion (Rerchman). *LE.* 9 *Sept.*, 291.

HYDRAULIQUE

Aménagement des eaux en Bohême (Franz). *ZOI.* 13 *Oct.*, 641.
Compteurs d'eau à basculement Lacombe. *Tm. Août*, 473.
Cours d'eau. Régularisation (L. Salvador). *Gc.* 9, 16 *Sept.*, 389, 403.
Distribution d'eau. Château d'eau de Grand. Rapids. *Rc.* 22 *Juillet*, 285.
— de Lincoln. *E'.* 6 *Oct.*, 348.
— de Milan. *Ri.* 26 *Août*, 329.
— de New-York. Aqueduc de Catskill. *E.* 28 *Juillet*, 117.
— Limitation de débits (Bergès). *Gc.* 29 *Juillet*, 269.
Filtre-presse continu Berrigan. *Cs.* 15 *Sept.*, 1038.
Forces motrices en France (Lodin et Buisson). *ZOI.* 18, 25 *Août*, 513, 529.
— dans les Alpes françaises. *La Nature.* 26 *Août*, 196.
Mouvement oscillatoire et mouvement uniforme des liquides dans les tubes cylindriques. Frottement interne (Mennevet). *JdP. Sept.*, 753. Mouvements *tourbillonnaires* dans les liquides. Études expérimentales (Northrup). *RdM. Oct.*, 345.
Navigation intérieure. IIIe Congrès national. Lyon. *Gc.* 29 *Juillet*, 272.
Pompes centrifuges à haute pression Weise et Monski. *VDI.* 29 *Juillet*, 1267.
— — commandées par l'électricité. *VDI.* 5 *Août*, 1293.
— — en régime variable. Fonctionnement (Bergeron). *RM. Sept.*, 205.
— — Greigh pour puits profond. *Gc.* 19 *Août*, 337.
— rotative Mornet. *Gc.* 2 *Sept.*, 375.
— à gaz Humphrey. Brevets. *E.* 1er *Sept.*, 295.
— — Badcock. *Gc.* 16 *Sept.*, 410.
— Les émulseurs. *Ri.* 30 *Sept.*, 386.
Pulsomètre Abraham. *VDI.* 19 *Août*, 1385.
Roues Pelton de 6000 chevaux. *E'.* 21 *Juillet*, 69.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Seine. Grande crue de 1910 (Lefort et de Delachanal). *APC. Juillet*, 11.
Sources juvéniles (Stutzer). *Tm. Sept.*, 285.
— Circulation de l'eau dans les terrains meubles et leurs applications (d'Andrimont). *Tm. Sept.*, 282.
Tuyauteries (Avaries des) au Congrès d'hygiène de Dresde. *SuE.* 14 *Sept.*, 1485.
Turbines Francis et tangentielles (Prazil). *E.* 4 *Août*, 179.
— à hautes chutes (Zodel). *E.* 18, 25 *Août*, 239, 252.
— de Tyssadal Hardongerfiord. *VDI.* 19, 26 *Août*, 1361, 1411.
— pour basses chutes. *E'.* 25 *Août*, 200; 8, 15 *Sept.*, 249, 280.
— Station hydro-électrique de Trollhattam. *E.* 22 *Sept.*, 375.

MARINE, NAVIGATION

Bateau à faible tirant d'eau et moteur à pétrole Banker. *E.* 11 *Août*, 196.
Boussole gyroscopique Auschutz. *E.* 8 *Sept.*, 310. *E'.* 13 *Oct.*, 383.
Canal du Rhône au Rhin. Projet d'alimentation (Borchard). *ScM. Avril*, 129.
— de Panama (Déblayage hydraulique au). *E'.* 22 *Sept.*, 298.
— Situation économique des canaux dans les pays uniformes (Bishop). *ACE. Août*, 846.
Constructions navales au Japon (Fugii). *E.* 21 *Juillet*, 95. Marine marchande (Terano et Yukawa). *E.* 21 *Juillet*, 107.
— Anti-roulis Frahm. *Gc.* 22 *Juillet*, 252.
— Chantiers allemands Kiel-Dietrichsdorf. *E.* 28 *Juillet*, 98.
— de la Seyne. *E'.* 25 *Août*, 193.
— Vibrations des navires (Schlick). *E.* 1er *Sept.*, 311.
Déclaration de Londres et ses redditions à l'Allemagne (Jacoubet). *Rmc. Août*, 411.
Gouvernail G. Ansaldo. *E'.* 18 *Août*, 171.
— Commande électrique (Haigh). *E.* 8 *Sept.*, 311, 333.
Hélices. Interférence et cavitation. *E'.* 25 *Août*, 209.
— Commande électrique (Mavoz)., *E.* 8 *Sept.*, 310, 332. *E'.* 8 *Sept.*, 250.
Machines marines du cuirassé Roma. *E'.* 18 *Août*, 170.
Machines marines. *Turbines* au Japon. *E.* 21 *Juillet*, 95.
— — d'impulsion allemandes. *E'.* 25 *Août*, 202.
— *au pétrole* (Les) (Rosenthal). *E.* 15 *Sept.*, 346; 6 *Oct.*, 471.
— — Beardmore, Kelvin, Gleiniffer. *E'.* 22 *Sept.*, 305.
— — Diesel (Bochet). *Ic. Juillet*, 17; de 600 chevaux Fiat. *E'.* 28 *Juillet*, 107; de 420 chevaux Normand. *E'.* 25 *Août*, 195; de 800 chevaux Carel Westgarth. *E'.* 15 *Sept.*, 283.
— — en Russie. *VDI.* 30 *Sept.*, 1639.
— — 100 chevaux de l'Automobil. Ges. Obershoneweide. *VDI.* 2 *Sept.* 1466.
— — Points faibles. *E'.* 21 *Juillet*, 75.
Marines de guerre. Artillerie. Progrès (A. Noble). *E.* 21 *Juillet*, 93.
— Applications frigorifiques à bord des navires de guerre (Lefebvre). *Tm. Août*, 445; *Sept.*, 496.
— anglaise. Cuirassé Orion. *E.* 1er *Sept.*, 290. *Gc.* 23 *Sept.*, 435. Programme de l'Amirauté. *E.* 6 *Oct.*, 465.
— argentine. Cuirassé Rivadavia. *E'.* 15 *Sept.*, 282.
— française. Collège naval. *E.* 13 *Oct.*, 502. Cuirassés *Jean-Bart* et *Courbet*. *Gc.* 23 *Sept.*, 431. *E'.* 29 *Sept.*, 333. Explosion du cuirassé *Liberté*. *E.* 29 *Sept.*, 432; 6 *Oct.*, 463. *La Nature*. 7 *Oct.*, 300 *Gc.* 14 *Oct.*, 481.
— espagnole. Canonnière Ugalde. *E.* 1er *Sept.*, 288.
— Canonnière turque. *E.* 6 *Oct.*, 470.
— Cuirassés de 1868 à 1910 (Ellis). *E.* 21 *Juillet*, 111.
— Recrutement et formation des équipages dans les marines étrangères. *Rmc. Août*, 440.
— Refroidissement des soutes à poudre B (Lefebvre). *Tm. Oct.*, 545.
— *Sous-marins*. *E'.* 28 *Juillet*, 104.
— — Application de l'électricité (Bezzi). *Re.* 29 *Sept.*, 274.
— — Laubeuf. *E.* 18 *Août*, 226.
— — Propulsion en plongée par l'air comprimé de Proposto. *Gc.* 5 *Août*, 295.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Marine de guerre. *Torpilleurs*. Équipages anglais et allemands. *E'*. 8 *Sept.*, 247.
Navigation intérieure en Allemagne. *E.* 15 *Sept.*, 359.
— 3e Congrès national à Lyon. *Gc.* 29 *Juillet*, 272.
Paquebots. Laconia. *E.* 28 *Juillet*, 136. *E'*. 4 *Août*, 125.
— Accident de l'*Olympic*. *E.* 29 *Sept.*, 429.
— En Amérique en trois jours. *E'*. 18 *Août*, 181.
— pour rivières et lacs « Saguenay ». *E.* 15 *Sept.*, 349.
Ports. Agrandissements des docks. *E'*. 6 *Oct.*, 360.
— Berlin port de mer. *Ri.* 12 *Août*, 315. Paris. *Ri.* 7, 14 *Oct.*, 393, 406.
— de Bordeaux. *La Nature*. 14 *Oct.*, 312.
— fluvial de Karlsruhe. *Gc.* 12 *Août*, 311.
Roulis des navires (Biles). *E.* 1er *Sept.*, 299.
Toueur à roues Sprague. *E'*. 28 *Juillet*, 89.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Aéronautique. Institut de Saint-Cloud. *E'*. 4 *Août*, 133.
— Hélices aériennes (H. Chatley). *E'*. 28 *Juillet*, 91.
— Progrès des recherches. *E.* 11 *Août*, 198. *E'* 29 *Sept.*, 334.
— Essais sur modèles du laboratoire de Göttingue. *E.* 11-25 *Août*, 206, 273.
— Travaux du Government aeronautical. Committee. *E'*. 11-18-25 *Août*, 160, 173, 181, 194.
— Carte et repérage aéronautiques de la commission permanente de navigation aérienne (Dubois). *AM. Juillet*, 14.
— Fabrication industrielle de l'hydrogène pour les ballons (Jaubert). *IC. Juillet*, 45.
Aéroplanes. Stabilité (Garnier). *Ta.* 15 *Juillet*, 107. 15 *Août*, 117. 15 *Sept.*, 141.
— Amortissement par les empennages horizontaux et les surfaces sustentatrices (de Bothezat). *RM. Juin*, 19.
— Stabilisateur automatique Doutre. *Ri.* 29 *Juillet*, 289. *La Nature*. 12 *Août*, 164. *Tm. Oct.*, 550.
— — gyroscopique Marmonier. *Cosmos*, 16 *Sept.* 316.
Aéroplanes. Montée : loi de la (Jarkowski). *CR.* 24 *Juillet*, 237.
— Mesures aérodynamiques sur les aéroplanes de grandeur normale (Olive). *Gc.* 12 *Août*, 309.
— Circuit anglais. *E.* 4 *Août*, 169. *Gc.* 5 *Août*, 294.
— Amortissement des oscillations d'un système en mouvement dans un fluide (de Bothezat). *CR.* 21 *Août*, 466.
— Construction à Bristol. *E'*. 1er *Sept.*, 224.
— Moteurs d'aviation (Martinot Lagarde). *Gm. Août*, 93. *Sept.*, 185.
— Monoplan Contal. *Gc.* 9 *Sept.*, 395.
— Biplan Zodiac. *Gc.* 23 *Sept.*, 434.
— Axe de roulis des aéroplanes. *Gm.*, *Sept.*, 258.
— *Dirigeables*. Hangar démontable Bosco et Donatelli. *Gc.* 9 *Sept.*, 394.
— marin anglais, accident. *E.* 29 *Sept.*, 428.
— militaire adjudant Réau. *Gc.* 14 *Oct.*, 492.
Aiguilles. Fabrication des. *La Nature*. 19 *Août*, 182.
Air comprimé. Compresseur à haute pression Stapenhorts. *Gluckauf*. 22 *Juillet*, 1130.
— Murray. *E.* 4 *Août*, 166.
— Robey, pour mines. *E.* 18 *Août*, 220.
— Turbo-compresseurs de l' *A. E. G. Ri.* 12-19 *Août*, 309, 320.
Bielles. Forces d'inertie dans les (Petit). *Ta.* 15 *Sept.*, 135.
Chaînes. Transmissions par — l'exposition de Bruxelles (Legrand). *Ru. Mai*, 131.
Changements de marche et de vitesse (Thomas). *Gc.* 22 *Juillet*, 254.
— hydrauliques. *Va.* 16-23-30 *Sept.*, 586, 599, 612.
Chaudières. A l'exposition de Bruxelles (Delfosse). *Ru. Mai*, 101 (Franke). *VDI.* 23 *Sept.*, 1607.
— à tubes d'eau Steinmuller. *VDI.* 30 *Sept.*, 1652. *Ri.* 14 *Oct.*, 403.
— Corrosions intérieures. *Ri.* 12 *Août*, 311.
— Diagrammes de rendement Polako. *EM. Août*, 796.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chaudières. Érosions des tôles (Bach). *VDI.* 5 *Août*, 1296.
— Foyers au pétrole. Discussion sur les. *ASM. Août*, 869, 965.
— — du paquebot Tenyo Maru. *E'.* 4 *Août*, 137. *E.* 11 *Août*, 208.
— — au bois : déchets de scierie. *Ri.* 19 *Août*, 323.
— — Climax : *E.* 25 *Août*, 269. *Ri.* 9 *Sept.*, 349.
— — Nyeboe et Nissen. Underfeed (Kammerer et Rémy). *SiM. Juin*, 169.
— Manutentions de chauffe à l'exposition de Bruxelles. *VDI.* 5 *Août*, 1273.
— — Porte Smolley. *E'.* 4 *Août*, 138.
— Fumivorité. Mesure étalon (Owens). *E.* 15 *Sept.*, 349, 370. Cheminée Wislicenus. *Eam.* 23 *Sept.*, 597.
— Alimentation. Épuration par l'aluminium (Dirygan). *Cs.* 15 *Août*, 933.
— — par la permutite. *Ri.* 9 *Sept.*, 353.
— — automatique d'une chaudière desservant un marteau-pilon. *Ri.* 23 *Sept.*, 373.
— Canalisations de vapeur à haute pression Calcul (Guillaume et Turin). *Re.* 11-25 *Août*, 110, 157. 8 *Sept.*, 209. 13 *Oct.*, 303.
— Compteurs de vapeur (Grandmougin). *Gc.* 19 *Août*, 328.
— — de la C^ie^ des compteurs. *Elé.* 16 *Sept.*, 179.
— Séparateur d'eau : essais (Sendtner). *VDI.* 26 *Août*, 1421.
— Surchauffeur Simplex. *E'.* 28 *Juillet*, 109.
— Transmission de la chaleur entre un fluide en mouvement et une surface métallique (Leprince-Ringuet). *RM. Juillet.* 5 *Sept.*, 234; (Emanaud). *Gc.* 5 *Août*, 290.
— Coup d'eau (Stromeyer). *Ri.* 2 *Sept.*, 346.
— Détermination de l'humidité de la vapeur (Izart). Calorimètres Carpenter, Hirn, Barrus, Goodman, Peabody. Gehre, Brocq, Knight, Rateau. *RM. Août*, 140, 152.
— Isolants calorifuges. Température superficielle et efficacité (Darling). *E.* 22 *Sept.*, 395.
Dessinateur. Outillage du (Escart). *RM. Juillet*, 47.
Dynamomètres Amsler. *E.* 28 *Juillet*, 128.
Écrire. Machine à — Cayzergues pour aveugles. *La Nature*. 29 *Juillet*, 144.
— pliante Gloria. *Gc.* 29 *Juillet*, 275.
Engrenages. Rendement (Rikli). *VDI.* 26 *Août*, 1435; (Lienhard). *Ta. Oct.*, 157.
Épingles. Fabrication. *La Nature*, 2 *Sept.*, 214.
Essoreuse sécheuse pour petits objets Tolhurst. *Ri.* 12 *Août*, 312.
Indicateur. Réducteur. *E'.* 29 *Sept.*, 341.
— — Graham. *E'.* 28 *Juillet*, 109.
Frottement des solides. Influence de l'air (Charron). *ACP. Sept.*, 5.
Froid. État actuel de l'industrie du (Bordoni). *Architetti Italiani*, 16 *Août*, 365.
— Établissements frigorifiques de Paris. *Ef.* 19 *Août*, 269.
— Congélation de la viande. Établissement Sansinéna, Argentine. *Gc.* 7 *Oct.*, 468.
Graissage. Machine à essayer les huiles Orsag. *VDI.* 9 *Sept.*, 1530.
— Graisseurs Friedmann. *Pm. Sept.*, 120.
Horlogerie. Nouvel organe régulateur des chronomètres (Andrade). *CR.* 26 *Août*, 496.
Indicateur totalisateur Maihak. *LE.* 9 *Sept.*, 302.
Levage. Commande des appareils électriques de levage. *LE.* 29 *Juillet*, 120. 30 *Sept.*, 408.
— Conveyeur Cummings et Gardiner. *CG.* 28 *Juillet*, 167.
— Chargement automatique des charbons sur les navires Holland Johnston. *E'.* 29 *Sept.*, 323.
— Cableways. Calcul des câbles (Naghtergal). *Pm. Sept.*, 143.
— Derricks pour cargos Langstaff. *E.* 28 *Juillet*, 141.
— Freinage des appareils de levage. *Ie.* 15 *Juillet*, 355.
— Grue flottante de 7 tonnes Wilson. *E'.* 11 *Août*, 162.
— — roulante électrique de 1500 kilos. Stolhert et Pitt. *E.* 22 *Sept.*, 386.
— Hélices transporteuses. *Tm. Sept.* 519.
Manutention et emmagasinage des matières périssables (Heplum). *Fi. Août*, 173.
— — des minerais à l'île d'Elbe. *Eam.* 2 *Sept.*, 442.
— — aux docks de Madero, Buenos-Aires. *EM. Sept.*, 938.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Manutentions dans les ports. Appareils Mohr et Federhaff. *VDI.* 16 *Sept.*, 1545.

Machines-outils.

— Ateliers Sulzer à Winterthur. *E.* 21 *Juillet*, 83.
— — Escher Wyss à Zurich. *E.* 21 *Juillet*, 86.
— — suisse de locomotives à Winterthur. *E.* 21 *Juillet*, 89.
— — d'Oerlikon. *E.* 4 *Août*, 153. *E'.* 11 *Août*, 150.
— — Commande électrique (Kammerer Venables). *SiM. Juin*, 167.
— — Construction et disposition (Alford et Farell). *AIM. Oct.*, 1141.
— — des Britannia Works. Banbury. *E'.* 8 *Sept.*, 252.
— — de l'*AEG*, à Berlin, pour la construction des turbines. *VDI.* 30 *Sept.*, 1625; 7 *Oct.*, 1673.
— — Accidents dans les. *E'.* 21 *Juillet* 76.
— — Traitements thermiques et mécaniques des métaux à l'atelier (Robin et Gartner). *RM. Juillet*, 26.
— à l'Exposition de Bruxelles. *VDI.* 22 *Juillet*, 1206; 7 *Oct.*, 1687.
— Chaînes. Soudure électrique des. *AEG. Ri.* 7 *Oct.*, 392.
— Dresseuse pour canons. Fielding et Platt. *E'.* 25 *Août*, 213.
— Engrenages hélicoidaux à la fraise : hob (Ballard). *E'.* 11 *Août*, 145.
— — Atelier de taille Citroen. *E.* 15 *Sept.*, 352.
— Étau limeur DMV. *Ri.* 23 *Sept.*, 372.
— Filetage : technique et pratique du (Androuin). *RM. Août*, 105.
— Fraisage. Rendement des fraises. *ASM. Sept.*, 995.
— Interchangeabilité. *ASM. Sept.*, 1055.
— Marteaux-pilons. La Chabotte. *SuE.* 27 *Juillet*, 1205.
— — à air comprimé Massey. *Ri.* 5 *Août*, 301. A vapeur Massey. *E'.* 25 *Août*, 211.
— — à estamper à commande électrique Massey. *Ri.* 2 *Sept.*, 341.
— Meules. Les abrasifs. *E.* 25 *Août*, 265.
— — à rectifier les manivelles de locomotives. Mayer et Schmit. *Gc.* 30 *Sept.*, 454.

Machines-outils. Outils. Affûtage électrique (Schneckenberg). *Metallurgical. Oct.*, 513.
— Perceuse verticale Britannia. *E.* 11 *Août*, 188.
— Pneumatiques (Hermans). *ZOI.* 15-22 *Sept.*, 577, 593. Distribution et mouvements secondaires (Crussard). *Tm. Août*, 452. Résistance des ouvriers à leurs vibrations (Sanky et Digby). *E.* 8 *Sept.*, 312, 333.
— Presse à forger Haniel et Lueg. *E'.* 25 *Août*, 214.
— — à étamper. Alimentation automatique. *Ri.* 17 *Oct.*, 380.
— — hydrauliques et à vapeur. *ASM. Sept.*, 1065.
— Scies à métaux. Burton Griffith. *E'.* 21 *Juillet*, 81.
— — Haelbig. *Ri.* 26 *Août*, 331.
— — et fraiseuse à chaud Bliss. *Gc.* 23 *Sept.*, 433.
— Sertisseuse Paterson. Allen. *E.* 18 *Août*, 436.
— Tour. Chariot Darling et Sellers. *E.* 18 *Août*, 225; de 700 millimètres (Wohlenberg), (Hulle). *VDI.* 2 *Sept.*, 1473.
— — Puissance nécessaire pour couper l'acier (Vernon). *E'.* 18 *Août*, 183.
— — vertical Webster et Bennett. *Ri.* 19 *Août*, 326.
— — à charioter Britannia. *E'.* 25 *Août*, 212.
— — pour turbines Hulse. *E'.* 1er *Sept.*, 240.
— — Cintrage sur le tour. *Tm., Oct.*, 573.
— Tubes soudés a la British Welding Co. *E.* 13 *Oct.*, 485.

Machines à bois. Scie à ruban des. Waterous Engine Works. *Ri.* 2 *Sept.*, 342.

Moteurs à gaz modernes (Strecter). *EM. Oct.*, 57.
— — Galloway de 1350 ch. au gaz Mond. *E.* 21 *Juillet*, 104.
— — Conil, à cylindres tournants. *Ri.* 26 *Août*, 333.
— — à gaz de hauts fourneaux. *ASM. Sept.*, 1071. Thyesen. *E.* 28 *Juillet*, 130.
— — et gazogènes d'aspiration (Tookey). *E.* 6 *Oct.*, 475.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Moteurs à gaz. Équilibrage (Petot). *Ta.* 15 *Sept.*, 129. *Oct.*, 150.
— Changements de marche Barth. Gartner Hasselmann. *RM. Juillet*, 93.
— Désaxage (le) (Faroux). *Ta.* 15 *Août*, 113; 15 *Oct.*, 145.
— Allumage à double étincelle (Ailleret). *Va.* 22 *Juillet*, 460.
— — Bougies Renault. *Va.* 5 *Août*, 490.
— — Magneto Ruthardt. *Va.* 5 *Août*, 488.
— Distributions par soupapes Harrington, Rooke, Sprado, Gilson, Panhard-Levassor, Korting, Esnault-Pelterie, Hellmann, Crook, Koven, Franklin, Allis et Chalmers. Tod. Cooper. *RM. Juillet*, 82-91. Fraser et Chalmers. *E.* 1er *Sept.*, 283.
— — sans soupapes. Lubrification et étanchéité (Guéret). *Ta.* 15 *Août*, 125.
— Tracé des cames. *E'. Juillet* 71.
— Pistons Neustader Gnome Golde et Kynoch. *RM. Juillet*, 97.
— Réglages et distributions (Hellmann). *VDI.* 29 *Juillet*, 5 *Août*, 1239, 1281.
— — Noel. Davey-Paxman Whitehead. Fielding. Mathot. Bickerton. Bellamy et Roberts. Crossley. Tangye. *RM. Juillet*, 97, 104.
— Refroidissement interne Quidarré. *Va.* 19 *Août*, 517.
— Gazogènes (les) pour charbons bitumineux. *Gluckauf.* 26 *Août*, 7 *Sept.*, 1326, 1559.
— — Farnham. *E.* 21 *Juillet*, 80.
— — Herrick. *Cs.* 15 *Sept.*, 1043.
— — à tourbe de Gorlitz. *Gc.* 2 *Sept.*, 373.
— — Gaz de. — Facteurs essentiels de sa production. Adams et Haskins. *Cs.* 31 *Août*, 1002.
— — à aspiration (Tookey). *E.* 15 *Sept.*, 344.
— — Rendement (Dowson). *Tm. Sept.* 528.
— Injection d'eau Hopkinson. *RM. Juillet*, 92.
— Mise en train. Reuter. Tonkin. *RM. Juillet*, 93.
Moteurs à pétrole les (Setz). *AIM. Oct.*, 1169. rapides (Nagel). *VDI.* 12 *Août*, 1318.
Moteurs à pétrole. Hult. Rumpler. Wolseley. Darrak. Thames IW. Haviland. Buffalo Thornycroroft. Westinghouse. Daimler. *RM. Août*, 193; Cottin. *Gc.* 14 *Oct.*, 494.
— Diesel (Schubeler). *E.* 28 *Avril*, 138, 148. *Gc.* 29 *Juillet*, 261; *VDI.* 29 *Juillet*, 1246; (Nagel). 12 *Août*, 1318; (Day); *E.* 15 *Sept.*, 344, 369; Sulzer. *RM. Sept.*, 296. Marins. En Russie. *VDI.* 30 *Sept.*, 1639. Mireless Watson de 160 ch. *E.* 6 *Oct.*, 456. rapides. Recherches thermodynamiques (Seigler). *RM. Sept.*, 248.
— Schreber. *Re.* 28 *Juillet*, 63.
— Équilibrage (Grinsted). *E.* 15 *Sept.*, 360.
— à 2 temps Korting. Day. Lamplouh. Lepape. Nichols. Gnome. Hewitt. New Cycle. Roberts. *RM. Août*, 181.
— à cylindres tournants Farcot. Peugeot. Light. Farwell. Gnome. Lamplough. *RM. Août*, 203; *Sept.*, 285.
— Allumages Batchold. Mikkelsen Altinhoff. *RM. Sept.*, 296.
— Distributions Brukert. Cross. Rollason. Bellem et Bergeras. Bleeching. Wigelius. Korting. *RM. Sept.*, 292.
— Turbines (V. Duclaux). *Va.* 12 *Août*, 502.
Moteurs à vapeur. Lois de la vapeur d'eau. *ASM. Sept.*, 1043. (Schule). *VDI.* 9-16 *Sept.*, 1506, 1561.
— Van den Kerchove et Stumpf. *VDI.* 7 *Oct.*, 1683.
— Demi-fixes. Weyher et Richemond de 150 chevaux. *Re.* 28 *Juillet*, 68; *Gc.* 2 *Sept.*, 370. à surchauffe (Marschall). *E.* 15 *Sept.*, 364.
— Condenseurs, Turbo pompes à air Thyssen. *E.* 8 *Sept.*, 320. Corrosion des tubes en laiton (Bruhl). *E.* 29 *Sept.*, 408, 437; 6 *Oct.*, 472.
— Distribution par piston. *Bam. Juillet*, 834.
— Réglage. Fonctionnement d'une valve de (Wagner). *VDI.* 19 *Août*, 1379.
— *Turbines* de l'AEG. *VDI.* 22, 29 *Juillet*, 1198, 1251.
— — marines Curtis. *RM. Juillet*, 59. Risdale et Parsons, 59; Parsons et Cook, 67; transmissions Parsons, 70, 275; Westinghouse, 73, 82, 153; Emmet, 73; Brown Boveri, 78; Rateau, 81.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Moteurs à vapeur. Turbines Westinghouse, *RM. Août* et *Sept.*, 152; Brown, 154; Brown Boveri, 155, 274; Samuelson, 155; Hallewell, 157; Waller, 158; Rateau, 159; Schmid, 167; Métais, 167; Bonon, 168; Callan, 170; Carroll; Little, 172; Junggren, 173; Rice, 175; Escher Wyss, 175; Alquist, 178; Boyd, 178; Zoelly, Ziesr, Sulzer, Baumann, 265.
— — Sulzer de 2000 kw. *VDI.* 14 *Oct.*, 1709.
— — Aubes Brown Boveri Ljungstrom, Knight, Gugg, Escher Wyss. *RM. Sept.*, 278.
— — Curtis. *E'.* 13 *Oct.*, 379. du contre-torpilleur americain Sturett. *E.* 18 *Août*, 215.
— — Chute de pression dans les turbines compound. *ASM. Sept.*, 1004.
— — Garnitures au carbone Morgan. *E.* 1er *Sept.*, 299. Farquar, Lovell, Ferranti. *RM. Sept.*, 281.
— — Labyrinthes, Brown, Laval, Rotter. *RM. Sept.*, 279.
— — graissage Curtis. *RM. Sept.*, 284.
— — Théorie. *E.* 25 *Août*; 8-22 *Sept.*, 246, 307, 375; 13 *Oct.*, 481.
— — Amplitude et réduction des pertes (Garnier). *RM. Sept.*, 221.
Ressorts à boudins. Charges admissibles (Thomas). *E'.* 18 *Août.* 171.
Résistance des matériaux. Mesure directe de la charge d'un fil métallique tendu (Largier). *Gc.* 22 *Juillet*, 247.
— Fatigue des fils métalliques par tensions et torsions répétées; effets sur les lois de la torsion (B. Ritchie). *R. S. Edinburg. Juillet*, 440.
— Vitesses dangereuses du choc entre les barres (Résal). *RdM. Oct.*, 741.
— Tensions dans les métaux déformés à froid (Heyn et Baner). *RdM. Oct.*, 804.
— Rupture d'un joint brasé (Louis). *E.* 29 *Sept.*, 407.
— Essais de choc. La perforation par le choc. La fragilité (Muney). *R. d'artillerie. Juillet*, 209.
— L'aphegraphe Guillery. *IC. Août*, 143.
— Résistance des aciers aux efforts combinés et répétés (Turner). *E.* 28 *Juillet*, 115; 11-25 *Août*, 183, 246, 8 *Sept.*, 305.
Résistance des fers, aciers et alliages à l'écrasement (Robin). *Im. Août*, 153.
— Diamètres et longueurs des bossages (Lewis). *E'.* 28 *Juillet*, 96.
— Poutres encastrées (Morley). *E.* 4 *Août*, 156.
— Frettages. Efforts développés (Morley). *E.* 11-25 *Août*, 201, 255.
— Laboratoire d'essai Fritz. Université de Lehigh. *E.* 11 *Août*, 204.
— Essais de fragilité. Appareils. *Pm. Août*, 113.
— Résilience et dureté (Grard). *Tm. Août*, 470.
— Distribution des glissements dans un cube cisaillé (Andrade). *RSL.* 15 *Août*, 448.
— Machines à essayer Mohr. *E.* 18 *Août*, 224.
— Plaques discontinues (Sugehiro). *E.* 1er *Sept.*, 280, 291. Cuivre étiré dur (Pyc). *E.* 22 *Sept.*, 395, 403. Moment d'inertie du rectangle. Nomogramme (Potin). *RM. Sept.*, 245.
Roulements sur billes à l'Exposition de Bruxelles (Legrand). *Ru. Mai*, 131.
— Observations sur les (Lienhard). *Ta.* 15 *Sept.*, 130.
Textiles. Casse-cordes pour renvideur self acting. *It.* 15 *Août*, 296.
— Lavage des laines (Cogney). *It.* 15 *Août*, 303.
— Commandes électriques dans les usines textiles (Fontigny). *Tm. Août*, 442; *Sept.*, 502.
— Les cannetières (Strobins). *It. Juillet*, 254; *Sept.*, 339.
— Mécanique textile aux expositions de Turin et de Roubaix. *VDI.* 23 *Sept.*, 1585.

MÉTALLURGIE

Alliages d'aluminium. Le Duralium. *Ri.* 22 *Juillet*, 274.
— Aluminium-Zinc. Constitution (Rosenhain et Archbutt). *RSL.* 15 *Août*, 389; *E.* 29 *Sept.*, 408, 438.
— pour coussinets. *E.* 1er *Sept.*, 295.
— d'or et d'argent. Raffinage. *Metallurgical. Sept.*, 443.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Alliages. Nickel et zinc (Vigouroux et Bourdon). *ScF.* 5 *Oct.*, 873.
— Plomb, Étain (Moretto). *Cs.* 15 *Sept.*, 1065.
— Détermination électrique de leur constitution (Guertler). *E.* 22 *Sept.*, 394.
— Cuivre, argent, or (Janecke). *Métallurgie.* 8 *Oct.*, 597.
— Cuivre, étain. Variations de volume (Haughton). *E.* 22 *Sept.*, 395.
— Dissolutions solides (Edwards). *E.* 29 *Sept.*, 408, 437.
— Corrosion des laitons (Bruhl). *E.* 29 *Sept.*, 409; 6 *Oct.*, 472.
— Hauteur du son dans les alliages en fonction de la température (F. Robin). *CR.* 9 *Oct.*, 665.
— Argent, zinc, plomb. Théorie du procédé Parkes, Kreeman et Hofmair. *Cs.* 30 *Sept.*, 1120. Argent, étain, plomb (Parravano). (*Id.*), 1120.

Aluminium. Usine de Vigeland (Norvège). *E'.* 6-13 *Oct.*, 351, 373.

Argent. Cyanuration (Kuhn). *Métallurgie.* 8 *Août*, 464, 481.

Cuivre. Grillage des pyrites. Four Parent. *Cs.* 30 *Juillet*, 894.
— Haut fourneau au pétrole Nesmith. *Metallurgical. Sept.*, 470.
— Traitement électrolytique des minerais Willson Greenavalt. *Ri.* 5 *Août*, 306.
— forgé. Sa métallurgie. *Metallurgical. Août*, 396.
— et plomb. Consommation de combustible dans le fusion des minerais de. (Ralli). *Ru. Juin*, 213; *Juillet*, 1.
— Influence des quantités d'arsenic et d'autimoine (Hiorns et Lamb). *Ms. Oct.*, 674.

Étain. Électrométallurgie. *Metallurgical. Sept.*, 453.

Mercure. Traitement des minerais pauvres de cinabre (Mulholland). *Cs.* 15 *Sept.*, 1065.

Nickel. Électrométallurgie (Morrison). *Metallurgical. Oct.*, 547.

Or. Cyanuration à Gertrudis, Mexique. *Eam.* 15 *Juillet*, 109.
— à Tonopah, Belmont. (*Id.*), 111 à Natividad, à Guarabares (*Id.*). 7 *Oct.*, 696, 707, à Wachi. *Metallurgical, Août*, 425; à Wasp N° 2, South Dakota. *Eam.* 29 *Juillet*, 214; à Trojan (*Id.*). 19 *Août*, 357.

Or. Régénération des dissolutions cyanurées Wheclock. *Metallurgical. Oct.*, 521.
— — continue. *Metallurgical. Sept*, 436, 439.
— — dans les bacs de Pachuca (H. Adams). *AME. Août*, 595.
— Métallurgie en Californie. *Metallurgical. Oct.*, 493.
— Fuites d'or au Transvaal. *E'.* 15 *Sept.*, 286.
— Raffinage par distillation dans le vide Arsem. *Metallurgical. Oct.*, 521.
— Traitement des Slimes (Asendorf). *Cs.* 16 *Oct.*, 1162.

Sidérurgie à Sheffield (Met). *Cs.* 31 *Août*, 995.
— aux États-Unis, en 1871-1910 (Birkinbine). *AIM. Août*, 603.
— canadienne et les primes. *E.* 15 *Sept.*, 354.
— en Italie. *E'.* 25 *Août*, 209; 15, 22 *Sept.*, 273, 297; 6 *Oct.*, 549.
— Aciers au nickel. Modifications par l'effet des chauffes prolongées ou du temps. *CR.* 17 *Juillet*, 156.
— au manganèse. Influence mécanique du carbone (Arnold et Knowles). *E.* 6, 13 *Oct.*, 478, 483.
— au titane (Slocum). *Metallurgical. Oct.*, 529.
— au chrome (Portevin). *RdM. Oct.*, 802.
— au tungstène. *Ri.* 26 *Août*, 338.
— au vanadium (Breuil). *Tm. Sept.*, 522.
— (Traitement thermique des). *Tm. Août*, 437; *Sept.*, 492; *Oct.*, 560.
— Transformations de l'acier dans les limites des températures usuelles de son traitement thermique (Grenet). *E.* 13 *Oct.*, 509.
— Aciéries de Gary. *SuE.* 3 *Août*, 1248.
— de la Societa Ligure. *E'.* 1er *Sept.*, 222.
— (Machinerie des). Streeter). *EM. Août*, 737.
— Agglomération des minerais fins (Gayley). *AIM. Août*, 631.
— Cémentation. Théorie et pratique. État actuel (Guillet). *Gc.* 22, 29 *Juillet*, 241, 266; 5 *Août*, 286.
— (Acier spécial de) (Brand). *Tm. Sept.*, 494; *Oct.*, 555.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Cémentation par le carbone solide (Charpy et Bonnerot). *CR.* 9 *Oct.*, 671.
— Coloration chimique des métaux. *Ri.* 26 *Août*, 331; 2 *Sept.*, 343.
— Coke. Fours divers. *Cs.* 30 *Juillet*, 831.
— Récupération de l'ammoniaque (Jones) *JEC. Août*, 589.
— Damas (Le) (Belaiew). *Métallurgie.* 8 *Août.* 449, 493.
— Hauts fourneaux (Brûleurs de gaz de) (Buck). *SuE.* 27 *Juillet*, 1212.
— Critique des fours Cowper (Bulle). *SuE.* 7 *Sept.*, 1451.
— (Dégagement des gaz de) Levin et Niedt). *Métallurgie.* 8, 22 *Sept.*, 515, 555.
— (Dosage de la poussière dans les gaz de) (Brady et Touralin). *JEC. Sept.*, 662.
— Machines soufflantes américaines. *ASM. Sept.*, 1904.
— Sous-produits. *E'.* 4 *Août* 130 (Hayaz). *JEC. Août*, 604.
— Réductions directe et indirecte dans le haut fourneau (Levin). *Métallurgie.* 8 *Oct.*, 606.
— Turbo Rateau à Vizcaya (Rateau). *ZOI.* 6 *Oct.*, 625.
— Fours de forge à récupération. *Ri.* 26 *Août*, 320.
— Martin. Fonctionnement des récupérateurs. *Tm. Oct.*, 574.
— Laminoirs à barres fines, avec transport mécanique (Schmitz). *SuE.* 7 *Sept.*, 1462.
— à commande électrique des forges de Skinningrove. *E.* 29 *Sept.* 410.
— à moteur d'induction. *Ie.* 25 *Août*, 387.
— Laminage des profilés (Weisenberg). *SuE.* 12 *Oct.*, 1653.
— (Nouveautés en). *SuE.* 21 *Sept.*, 1534.
— Fonderie. Machines à mouler Herbert. *SuE.* 27 *Juillet*, 1222; 11 *Août*, 187; 1er *Sept.*, 280 (W. Lewis). *Fi. Sept.*, 227.
— Installation et machinerie (Horner). *E.* 29 *Sept.*, 414. Magasin aux modèles (Lane). *ASM. Oct.*, 1203.
— Influence de la température sur le carbone et le fer (Adamson). *E.* 13 *Oct.*, 507.
— Presse à forger de 5 000 tonnes à Terni. *E'.* 22 *Sept.*, 312.
— Sidérurgie au Japon. *Eam.* 22 *Juillet*, 169.
— et mines de fer dans l'Amérique du Sud, et spécialement au Chili (Vartier). *IC. Août*, 159.

Solubilité du carbone dans le fer. *Métallurgie. YM.* 22 *Juillet*, 417.
— Soudure électrique (Loewenherr). *VDI*, 7 *Oct.*, 1665.
— — à l'oxygène. *Tm. Oct.*, 576.

Électro-sidérurgie. En Suède (*Id.*). *Oct.*, 525. Fours à Trollhattan (Suède). *Metallurgical. Juillet*, 368; *Sept.*, 459; *Oct.*, 505.
— Boily à réchauffer. *Gc.* 12 *Août*, 314.
— Frick. *Ri.* 2, 9, 16 *Sept.*, 356, 362
— Girod. *SuE.* 3 *Août*, 1258.
— Héroult de 15 tonnes. *E.* 8 *Sept.*, 328.
— Hiorth à induction de 30 tonnes. *Metallurgical. Oct.*, 525.
— de l'acier au molybdène (Ditters et Bowman). *Metallurgical. Oct.*, 531; *JEC. Oct.*, 717.
— Statistique. *Cs.* 30 *Sept.*, 1121.
— Traitement électrique des scories pour la récupération du fer. *Ie.* 25 *Sept.*, 441.

Zinc. Fabrication au four électrique Thomson et Fitz Gerald. *Gc.* 22 *Juillet*, 255.
— Traitement des minerais sulfurés impurs (Ingalls). *Eam.* 29 *Juillet*, 211.
— Zinc, étain, antimoine, bismuth, nickel, cobalt (Guillet). *IC. Juin.* 745

MINES

Accidents. Progrès des sauvetages (Cunyngame). *RI. Août*, 469.

Aérage. Renversement de la ventilation (Southern et Halbaum). *CG.* 28 *Juillet*, 166; 18 *Août*, 315.

Amérique du Sud. Filons de la Cordillère (Steinman). *Im. Sept.*, 246.

Argent dans la région aride des États-Unis (Keyes). *AIM. Juillet*, 541.
— Filons de Saint-Andreasberg. Harr. *Im. Sept.*, 251.
— Mines d'Australie. *AM. Août*, 142.

Belgique. Nouvelle loi minière. *Ef.* 26 *Août*, 301.

Boisage triangulaire (Moore). *Eam.* 16 *Sept.*, 543.

Congrès de Dusseldorf (1910). Section des mines (Macaux). *Im. Juillet.* Abatage et remblayage hydraulique. 16. Fonçage des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puits. 21. Revêtement des puits et galeries. 42. Câbles. 52. Machines motrices. 67. Extraction. 75. Exhaure. 89. Poussières. 97.

Canada. Industries minérales (Mortimer Lamb). *Im. Sept.*, 297.

Catacombes de Scranton. *AIM. Sept.*, 719.

Cobalt et nickel. Gisements à Cobalt. *Eam*, 30 *Sept.*, 645.

Diamant. Mines de Kimberley. Histoire (Weston). *Eam* 29 *Juillet*, 207. Haut Katanga.

— Exploitation intensive (Bertrand). *Ru. Mai*, 150.

Électricité dans les mines. *C. G. Juillet*, 127; *EM. Août*, 761 (Hutchinson). *EM. Sept.*, 947.

Étain en Bolivie (Armas). *Eam.* 12, 19, 26 *Août*, 311, 359, 411.

Explosifs. Accidents aux coups de mine. *Eam.* 5 *Août*, 267.

Extraction aux mines de Kimberley. *Eam.* 16 *Sept.*, 533.

États-Unis. Gisements du Humbolt County, Nevada. *Eam.* 19 *Août*, 352.

— Ressources minérales (Pervinquière). *Revue Scientifique.* 9, 19 *Sept.*, 363.

Fer. Grillage des minerais fins (Gayley). *Eam.* 15 *Juillet*, 115.

— Concentration et purification des minerais sulfurés par grillage au four tournant (Handy et Knote). *JEC. Oct.* 723.

— Mines de Mineville. Installations au four. *Eam.* 9 *Sept.*, 501.

— Mines de l'Anjou et de la Bretagne. *Ge.* 2, 9 *Sept.*, 386. Des Lorraines allemande et française (Guillain). *RdM Oct.*, 741.

— Mines de Sydvaranger. *Eam.* 5 *Août*, 259.

— — de Majari, Cuba (Little). *AIM. Août*, 655.

— — du Michigan. *Eam.* 23, 30 *Sept.*, 591, 641.

— Prospection des minerais bruns (Geismer). *Eam.* 9 *Sept.*, 498.

— Ressources du monde en minerais (Beyschlag). *Im. Sept.*, 311 (Brown). *EM. Oct.*, 31.

Fonçage des puits de mines (Johnson). *Eam.* 29 *Juillet*, 220.

Guinée anglaise. État sanitaire des mineurs (Hoffmann). *Eam.* 29 *Juillet*, 219.

Houillères. Reprise du charbon des piliers (Rippert). *Eam.* 15 *Juillet*, 125.

— anglaises. Rapports des inspecteurs. *CG.* 18 *Août*, Supplément.

— chinoises. *Ru. Juillet*, 105.

— de l'Alaska. *CG.* 11 *Août*, 270.

— du Canada. *CG.* 29 *Sept.*, 617.

— dans l'Inde en 1911. *CG.* 22 *Sept.*

— Briquettes de lignite (Essais de) (Wright). *Cs.* 31 *Août*, 1081.

— — d'anthracite (Dorance). *AIM. Sept.*, 693.

— — Fabrication. *CG.* 23 *Sept.*, 572.

— — Utilisation des charbons pulvérisés. *Gluckauf.* 5 *Août*, 1205.

— Charbons du Transvaal. *Cs.* 15 *Sept.*, 1040.

— du Pas-de-Calais. Progrès techniques. *Im. Sept.*, 503. de Nœux (*Id.*), 510. Marles (*Id.*), 521.

— Emmagasinement de l'anthracite. *CG.* 15 *Sept.*, 519.

— Embouage des feux (Langrogne). *AM. Juillet*, 5.

— Exploitation par piliers dans les mines profondes d'anthracite (Bunting). *AIM. Sept.*, 739.

— Explosions (Les). *CG.* 29 *Sept.*, 622; par les gaz d'un puits. *Eam.* 22 *Juillet*, 172. Explosion de Hulkor. *Eam.* 16 *Sept.*, 557.

— Houiller productif de la région du Rhin et de la Meuse (Wunstorf) (*Id.*), 276.

— Imprégnation des bois de mines aux charbonnages de Mariemont (Wuillot). *Ru. Juin*, 323.

— Lavabilité des charbons. Tracé des courbes de (Henry). *RdM. Oct.*, 804.

— Origine des sédiments houillers élastiques et des galets erratiques du Nord de la France (Badois) (*Id.*). 281.

— Poussières dans les houillères (Maviz). *CG.* 15 *Sept.*, 515. du Colorado (Ekeley). *JEC. Août*, 587. Mixtures pour les abattre. *CG.* 18 *Août*. 318.

— Préparation et maniement des cokes. *Gluckauf.* 2 *Sept.*, 1361, 1408, 1440.

— Situation économique en Angleterre. *CG.* 11, 18 *Août*, 267, 317.

— Tectoniques de la vallée du Rhin et des gisements houillers du Bas-Rhin et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Westphalie (Flieyel et Kuruk). *Im. Sept.*, 270, 272.

Lampes de mineurs Sandy et Frank. *CG.* 21 *Juillet*, 112.

— Essais pour reconnaître les gaz combustibles (Philip et Stenhouse). *Cs.* 31 *Juillet*, 861.

— Nouveau type de détecteur de gaz inflammables (Philip et Sterle) (*Id.*). 867.

— Réallumeur électrique Bowie. *CG. Sept.*, 569.

Manganèse (Minerais de). *Ef.* 2, 9 *Sept.*, 343, 378.

Minerais stratiformes de la chaîne hercynienne (de Launay). *AM.* Juin, 461.

— Rôle de l'eau dans les minerais (Coblentz). *Fi. Oct.*, 309.

Or. Gisements de l'Abyssinie et de l'Érythrée (Copacci). *Im. Sept.*, 262.

— au Montana. *Eam.* 26 *Août*, 408. 450.

— au Witwathersrand : prix d'extraction (Weston). *Eam.* 26 *Août*, 403; 2 *Sept.*,

— de la Sonora du Sud et de Chihuahua. *Eam.* 7 *Oct.*, 704.

— de Porcupine. *Eam.* 5 *Août*, 253.

— Draguage en Californie. *VDI.* 14 *Oct.*, 1717.

— en France (F. Laur). *Im. Juillet*, 334.

— Graviers aurifères de Cariboo, Colombie britannique. *Eam.* 23 *Sept.*, 598.

— Haut Catenga (Sud Africain). Exploitation intensive (M. Bertrand). *Ru. Mai*, 150; *Juin*, 213.

— Les moulins à tubes au Rand (Hatch). *Eam.* 5 *Août*, 265.

— Minéralisation du filon de Passageur (Brésil) (Derby). *American Journal of Sciences. Sept.*, 185.

Or. Mines de la Rhodesia Sud. *Gluckauf.* 29 *Juillet*, 1169.

— Prix de l'extraction à Mother Lode (Californie). *Eam.* 16 *Sept.*, 546.

— Placers. Économie des minerais fins. *Eam.* 26 *Août*, 394.

— Récupération de l'or dans les draguages aurifères de la Guyane Française (de La Marlière). *IC. Juillet*, 32.

Pétrole en Californie. *Eam.* 29 *Juillet* 209.

— de l'Illinois. *Eam.* 19 *Août*, 355.

Pneumatogène. Appareil respiratoire Bamberger et Bock. *Gc.* 30 *Sept.*, 452.

Perforatrices à diamants. Rectification des sondages (White). *Eam.* 23 *Sept.*, 587.

Préparation mécanique économique (Shepard). *Metallurgical. Août*, 412.

— des minerais de fer bruns (Geismer). *AIM. Août*, 643.

— grossière. Sa valeur (Adkinson). *Eam.* 22 *Juillet*, 161.

— Bacs en ciment à Cananea. *Eam.* 7 *Oct.*, 698.

— Bocards amygdaloïdes Quinay. *Eam.* 22 *Juillet*, 166.

— Classeur Harris. *Cs.* 30 *Juillet*, 902.

— Expériences sur la flotation minérale (Mickle). *Eam.* 12 *Août*, 307.

— Rendement du broyage fin (Urbiter). *Eam.* 5 *Août*, 257.

— Table de concentration diagonale James (Krom). *AIM. Juillet.* 569.

Remplissage au sable (Storms). *Eam.* 23 *Sept.*, 585.

Résidus des mines. Évacuation et emploi. *E.* 18 *Août*, 230.

Serbie et Bulgarie. Industries minérales (Muret). *IM. Août*, 113.

Vanadium. Mines de Caballo Mountain, Mexique. *Eam*, 15 *Juillet*, 118.

Zinc. Flotation des minerais. *Metallurgical. Août*, 426.

Le Gérant : Gustave Richard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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

ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ

RAPPORT *fait par* **M. Lafosse**, *au nom de la Commission des Fonds,* SUR LES COMPTES DE L'EXERCICE 1910

MESSIEURS,

J'ai l'honneur de vous présenter, au nom de la Commission des Fonds, conformément à l'article 31 de nos Statuts, le résumé des comptes de l'exercice 1910.

1re PARTIE

FONDS GÉNÉRAUX

AVOIR		DÉBIT	
1° Cotisations des membres de la Société (643 cotisations à 36 francs).	23 148 »	1° Prix, médailles et récompenses diverses.	4 218 »
2° Abonnements au *Bulletin* de la Société.	5 256 »	2° *Bulletin* : frais de rédaction, d'impression et d'expédition.	31 716, 30
3° Produit de la vente au numéro du *Bulletin* de la Société.	734, 25	3° Impressions diverses : *Annuaire, Comptes rendus.* .	4 367, 05
4° Locations diverses. .	12 514, 65	4° Bibliothèque : traitement des agents, acquisitions, abonnements, reliures, fiches.	8 524, 95
5° Intérêts de fonds. . .	1 366, 50	5° Agence et Économat : traitement des agents et employés, frais divers. . .	19 840 »
6° Arrérages de rentes 3 p. 100.	60 780 »	6° Jetons de présence. .	4 750 »
7° Ventes de volumes et mémoires.	870 »		
8° Dons divers	1 700 »		
A reporter. . .	106 369, 40	*A reporter*. . .	73 416, 30

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AVOIR		DÉBIT	
Report.	106 369, 40	*Report*.	73 416, 30
		7° Hôtel de la Société :	
		A. Aménagement, entretien, réparations. 14 269,05	
		B. Mobilier. . . 735 85	
		C. Chauffage, éclairage et eau. 6 471,25	26 433, 15
		D. Contributions, assurances et divers. . 4 957	
		8° Expériences, conférences.	6 571, 65
		9° Allocation pour le fonds de réserve. . . .	1 500 »
		10° Pensions.	3 200 »
		11° Divers.	509, 70
			111 630, 80
		Les recettes s'élèvent à.	106 369, 40
		Il ressort un excédent de dépenses sur les recettes de	5 261, 40

Nos recettes, qui étaient de 104 109 fr. 10 en 1909, se sont élevées cette année à 106 369 fr. 40. Cette légère majoration tient presque exclusivement à ce que la subvention du Ministère de l'Agriculture, accordée au commencement de 1909, avait été rattachée à l'exercice précédent, tandis qu'une subvention de 1 700 francs figure dans les comptes de 1910. Le nombre des sociétaires a diminué de 6 unités.

Malgré une réduction de près de 7 000 francs sur les frais du Bulletin, les dépenses ont passé de 105 069 fr. 90 en 1909 à 111 630 fr. 80 en 1910. Cette augmentation est due à l'exécution, dans l'hôtel de la Société, de travaux assez importants de peinture, de réfection de toiture, de réparation d'un plancher, etc.

Les dépenses de l'exercice excèdent les recettes de 5 261 fr. 40; cette différence a été comblée par un prélèvement de pareille somme sur le fonds de réserve, qui se trouve ramené à 9 905 fr. 05.

Néanmoins notre situation financière continue à être satisfaisante; mais il importe de faire montre de prudence dans l'administration de nos fonds généraux, de manière à maintenir l'équilibre entre nos recettes et nos dépenses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2e PARTIE

FONDATIONS, DONS ET COMPTES SPÉCIAUX

1° Fonds de réserve de la Société.

La création d'un fonds de réserve a été décidée par le Conseil d'administration dans sa séance du 2 mars 1901. Constitué au moyen des sommes précédemment affectées au Grand Prix de la Société, qui a été supprimé, il est alimenté par le prélèvement d'une annuité de 1500 francs sur les fonds généraux. En outre, les années où les fonds généraux présentent un excédent de recettes, le solde créditeur est reporté au fonds de réserve.

AVOIR		DÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1909	13 666, 45	Prélèvement du solde débiteur des fonds généraux pour l'exercice 1910	5 261, 40
Annuité versée par les fonds généraux.	1 500 »		
	15 166, 45		

Solde créditeur au 31 décembre 1910 : 9 905 fr. 05.

2° Fondation destinée à développer et à perpétuer l'œuvre créée par le comte et la comtesse Jollivet.

Une somme de 100 000 francs, prélevée sur les legs du comte et de la comtesse Jollivet, doit, aux termes d'une délibération du Conseil d'administration, en date du 9 juillet 1882, être réservée et immobilisée en rentes sur l'État 3 p. 100, les arrérages devant être capitalisés pendant 50 ans. A l'expiration de cette période, le chiffre de cette capitalisation sera mis à la disposition de la Société et la somme de 100 000 francs immobilisée continuera à être affectée à des capitalisations identiques.

La première période de 50 ans expire en 1933.

Capital au 31 décembre 1909 : 8 277 francs de rente 3 p. 100 et 26 obligations fusion 2 1/2 p. 100.

AVOIR		DÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1909.	418, 72	Achat de 23 obligations Midi 2 1/2.	9 302, 35
Arrérages.	8 739 »		
	9 157, 72		

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Excédent des dépenses sur les recettes : 144 fr. 63.

Le capital de cette fondation se trouve porté à 8427 francs de rente 3 p. 100, 26 obligations fusion 2 1/2 et 23 obligations Midi 2 1/2.

3° Grand prix fondé par le marquis d'Argenteuil.

But : récompenser tous les six ans, par un prix de 12000 francs, l'auteur de la découverte la plus utile au perfectionnement de l'industrie française, principalement pour les objets dans lesquels la France n'aurait point encore atteint la supériorité sur l'industrie étrangère soit quant à la qualité, soit quant au prix des objets fabriqués.

Legs primitif : 40 000 francs, représentés par un titre de rente 3 p. 100 de 2 000 francs.

Le prix a été décerné en 1910.

AVOIR		DÉBIT	
Solde créditeur au 31 décembre 1909	10 254, 96	Achat de 3 obligations Midi 2 1/2	1 213, 35
Arrérages	2 192 »	Versé le prix à M. Branly.	12 000 »
Remboursement de 2 obligations Est 2 1/2	993, 34		13 213 35
	13 440, 30		

Reste disponible dans la caisse de la Société : 226 fr. 95.

Le capital de la fondation comprend actuellement un titre de rente 3 p. 100 de 2 000 francs, 17 obligations Est et 3 obligations Midi 2 1/2.

4° Legs Bapst.

Legs primitif : 2160 francs de rente 3 p. 100, applicable jusqu'à concurrence de 1 565 fr. 20 (1re *Fondation*) à des secours en faveur d'inventeurs malheureux et destiné, pour le surplus, soit 594 fr. 80 (2e *Fondation*) à favoriser les découvertes.

1re *Fondation*. — But : venir en aide aux inventeurs malheureux.

Capital : un titre de 1 565 fr. 20 de rente 3 p. 100. Le capital primitif n'a subi aucun accroissement.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909	590, 50	Secours et divers	1 505 »
Arrérages.	1 565, 20		
	2 155, 50		

Reste disponible dans la caisse de la Société : 650 fr. 50.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2e *Fondation*. — But : aider les inventeurs dans leurs travaux et recherches.

Capital : La fondation primitive (594 fr. 80 de rente) ne pouvant remplir qu'imparfaitement le but du légataire, le Conseil d'administration a décidé d'en capitaliser les revenus jusqu'à ce qu'elle ait atteint le chiffre de 1 800 francs de rente. — Le capital dépasse aujourd'hui cette somme ; il est actuellement représenté par un titre de 3 094 fr. 80 de rente 3 p. 100.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909.	1 223, 35	Annuités de brevets et secours.	2 730 »
Arrérages	3 094, 80		
	4 318, 15		

Reste en caisse 1 588 fr. 15.

5° Fondation Christofle pour la délivrance des premières annuités de brevets.

Legs primitif : 10 000 francs.

Capital : 1 036 francs de rente 3 p. 100.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909.	312, 15	Annuités de brevets. . .	1 312 »
Arrérages.	1 048 »		
	1 360, 15		

Reste en recettes dans la caisse de la Société : 48 fr. 15.

6° Fondation de la princesse Galitzine.

But : servir un prix à décerner sur la proposition du Comité des Arts économiques.

Legs primitif : 2 000 francs.

Capital au 31 décembre 1909 : 20 obligations 3 p. 100 de l'Est.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909.	251, 41	Achat de 2 obligations Midi 2 1/2.	808, 90
Arrérages	280, 80		
Remboursement d'une obligation Est 3 p. 100.	491, 80		
	1 024,01		

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Reste en recettes dans la caisse de la Société : 215 fr. 11

Capital au 31 décembre 1910 : 19 obligations Est 3 p. 100 et 2 obligations Midi 2 1/2 p. 100.

7° **Fondation Carré.**

But : analogue à celui de la fondation précédente.

Legs primitif : 1 000 francs.

Capital au 31 décembre 1909 : 7 obligations 3 p. 100 et 1 obligation 2 1/2 p. 100 de l'Est.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909.	507, 58	Achat de 2 obligations Midi	
Arrérages	118, 80	2 1/2 p. 100.	808, 90
Remboursement de 1 obligation Est 2 1/2 p. 100. . . .	496, 67		
	1 123, 05		

Reste en recettes dans la caisse de la Société : 314 fr. 15.

Capital au 31 décembre 1910 : 7 obligations 3 p. 100 Est et 2 obligations Midi 2 1/2 p. 100.

8° **Fondation Fauler (industrie des cuirs).**

But : venir en aide à des contremaîtres ou ouvriers malheureux ayant rendu des services appréciés dans l'industrie des cuirs.

Legs primitif : 5 143 francs.

Capital au 31 décembre 1909 : 35 obligations Est 3 p. 100, 3 des Ardennes, 11 du Midi, 3 obligations Est 2 1/2 p. 100.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909.	863, 30	Secours à divers ouvriers.	1 000 »
Arrérages	735, 60	Achat de 2 obligations Midi	
Remboursement de 1 obligation Est 2 1/2 p. 100. . . .	496, 67	2 1/2 p. 100.	808, 90
	2 095, 57		1 808, 90

Reste en recettes dans la caisse de la Société : 286 fr. 67.

Capital au 31 décembre 1910 : 35 obligations Est 3 p. 100, 3 des Ardennes, 11 du Midi, 2 obligations Est 2 1/2 p. 100, 2 obligations Midi 2 1/2 p. 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

9° **Fondation Legrand (industrie de la savonnerie).**

Même but que la précédente, à part la différence des industries.

Legs primitif : 25 obligations 3 p. 100 de l'Est.

Capital au 31 décembre 1909 : 78 obligations 3 p. 100 et 1 obligation 2 1/2 p. 100 de l'Est.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909.	5 465, 29	Secours à divers ouvriers.	500 »
Arrérages	1 273, 25	Achat de 12 obligations Est 2 1/2 p. 100.	4 769, 30
Remboursement de 1 obligation Est 2 1/2 p. 100. . . .	496, 67	Achat de 3 obligations Midi 2 1/2 p. 100.	1 213, 35
	7 235, 16		6 482, 65

Reste en recettes dans la caisse de la Société : 752 fr. 51.

Capital au 31 décembre 1910 : 78 obligations 3 p. 100 Est, 12 obligations 2 1/2 p. 100 Est et 3 obligations Midi 2 1/2 p. 100.

10° **Fondation Christofle et Bouilhet.**

But : venir en aide à des artistes industriels malheureux.

Legs primitif : 21 obligations 3 p. 100 de l'Est.

Capital au 31 décembre 1909 : 30 obligations 3 p. 100 Est.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909	1 102, 88	Subvention	200 »
Arrérages	444 »	Achat de 2 obligations Midi 2 1/2 p. 100.	808, 90
	1 546, 88		1 008, 90

Reste en recettes dans la caisse de la Société : 537 fr. 98.

Capital au 31 décembre 1910 : 30 obligations 3 p. 100 de l'Est et 2 obligations Midi 2 1/2 p. 100.

11° **Fondation de Milly (industrie de la stéarine).**

But : secourir des contremaîtres ou ouvriers de cette industrie qui sont malheureux ou ont contracté des infirmités dans l'exercice de leur profession.

Legs primitif : 10 obligations 3 p. 100 de l'Est.

Capital au 31 décembre 1909 : 49 obligations 3 p. 100 de l'Est.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909.	4 987, 17	Secours à divers ouvriers.	900 »
Arrérages.	825, 60	Achat de 10 obligations Est 2 1/2 p. 100.	3 974, 42
	5 812, 77	Achat de 2 obligations Midi 2 1/2 p. 100.	808, 90
			5 683, 32

Reste en recettes dans la caisse de la Société : 129 fr. 45.

Capital au 31 décembre 1910 : 49 obligations 3 p. 100 de l'Est, 10 obligations 2 1/2 p. 100 Est et 2 obligations 2 1/2 pour 100 Midi.

12° **Fondation de Baccarat (industrie de la cristallerie).**

But : venir en aide aux contremaîtres ou ouvriers malheureux ou infirmes de cette industrie.

Legs primitif : 1 100 francs.

Capital au 31 décembre 1909, 10 obligations 3 p. 100 de l'Est.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909.	836, 70	Secours à divers ouvriers.	300 »
Arrérages.	156, 00	Achat de 1 obligation Est 2 1/2 p. 100.	397, 44
	992, 70		697, 44

Reste en recettes dans la caisse de la Société : 295 fr. 26.

Capital au 31 décembre 1910 : 10 obligations 3 p. 100 de l'Est et 1 obligation 2 1/2 p. 100 de l'Est.

13° **Prix de la classe 47 à l'Exposition universelle de 1878 et fondation Fourcade (industrie des produits chimiques).**

But : créer un prix annuel de 1 000 francs pour récompenser un ouvrier de l'industrie chimique, choisi de préférence parmi ceux des donateurs et parmi ceux qui comptent le plus grand nombre d'années consécutives de bons services dans le même établissement.

Capital : 1 titre de 1 000 francs de rente 3 p. 100.

AVOIR		DÉBIT	
Arrérages.	1 000 »	Prix décerné en 1910 . .	1 000 »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

14° **Fondation Ménier (industrie des arts chimiques).**

But : venir en aide à des contremaîtres ou à des ouvriers malheureux ou infirmes de cette industrie.

Legs primitif : 1 455 francs.

Capital au 31 décembre 1909 : 12 obligations 3 p. 100 et 2 obligations 5 p. 100 Est.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909.	1 006, 23	Secours.	150 »
Arrérages	244, 80	Achat de 2 obligations Est 2 1/2 p. 100.	794, 88
	1 251, 03		944, 88

Reste en recette dans la caisse de la Société : 306 fr. 15.

Capital au 31 décembre 1910 : 12 obligations 3 p. 100, 2 obligations 5 p. 100 et 2 obligations 2 1/2 p. 100 Est.

15° **Prix de la classe 27 à l'Exposition universelle de 1867 (industrie cotonnière).**

(Fondation faite sur l'initiative de M. Roy.)

But : encourager les développements et les progrès de l'industrie cotonnière en France et dans les colonies françaises.

Legs primitif : 13 169 fr. 85.

Capital au 31 décembre 1909 : 41 obligations 3 p. 100 et 1 obligation 2 1/2 p. 100 de l'Est.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909.	2 378, 52	Achat de 3 obligations Midi 2 1/2 p. 100.	1 213, 35
Arrérages	600 »		
Remboursement de 2 obligations Est 3 p. 100. . .	983, 55		
	3 962, 07		

Reste en caisse : 2 748 fr. 72.

Capital au 31 décembre 1910 : 39 obligations 3 p. 100 et 1 obligation 2 1/2 p. 100 Est et 3 obligations 2 1/2 p. 100 Midi.

16° **Prix de la classe 65 à l'Exposition universelle de 1867 (génie civil et architecture).**

(Fondation faite sur l'initiative de M. Elphège Baude.)

But : décerner tous les cinq ans un prix à l'auteur des perfectionnements les plus importants au matériel ou aux procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Legs primitif : 2 315 fr. 75.

Capital au 31 décembre 1909 : 16 obligations 3 p. 100 de l'Est.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909.	1 976, 47	Achat de 4 obligations Est 2 1/2 p. 100.	1 589, 77
Arrérages.	278, 40	Achat de 2 obligations Midi 2 1/2 p. 100.	808, 90
	2 254, 87		2 398, 67

Excédent des dépenses sur les recettes : 143 fr. 80.

Capital au 31 décembre 1910 : 16 obligations 3 p. 100 et 4 obligations 2 1/2 p. 100 Est, 2 obligations 2 1/2 p. 100 Midi.

17° Fondation Broquette.

M. Broquette, propriétaire au château des Bordes (Seine-et-Marne), a légué à la Société, en 1909, une somme de 10 000 francs.

Cette somme a été employée à l'achat d'une inscription de rente de 302 francs.

AVOIR		DÉBIT
Reliquat.	1, 35	Néant.
Arrérages	302 »	
	303, 35	

Reste en caisse : 303 fr. 35.

18° Legs Giffard.

But : la moitié du revenu est destinée à créer un prix sexennal de 6 000 francs pour services signalés rendus à l'industrie française ; l'autre moitié, à distribuer des secours.

Legs primitif : 50 000 francs, représentés par un titre de rente 3 p. 100 de 1 949 francs.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1908..	291, 78	Subventions diverses . . .	1 250 »
Arrérages	1 949 »		
	2 240, 78		

Reste en recettes dans la caisse de la Société : 990 fr. 78.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

19° Fondation Meynot.

But : création d'un prix de 1 000 francs qui sera décerné alternativement :

1° A une petite culture dans un des départements de la région du Sud-Est, sous certaines conditions.

2° A l'exploitation agricole de petite ou moyenne étendue, de France, de l'Algérie ou des colonies, qui présentera le meilleur type d'installation mécanique pouvant être cité comme exemple à suivre.

Legs primitif : 20 000 francs, représentés par un titre de rente 3 p. 100 de 730 francs.

Capital au 31 décembre 1909 : un titre de rente 3 p. 100 de 730 francs, 20 obligations 3 p. 100 et 15 obligations 2 1/2 p. 100 de l'Est.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909.	1 811,97	Subvention diverses. . . .	2 000 »
Arrérages.	1 202,80	Achat de 3 obligations Midi 2 1/2 p. 100.	1 213,35
Remboursement d'une obligation Est 3 p. 100	491,80		3 213,35
	3 506,57		

Reste en recettes dans la caisse de la Société : 293 fr. 22.

Capital au 31 décembre 1910 : un titre de rente 3 p. 100 de 730 francs, 19 obligations 3 p. 100 et 15 obligations 2 1/2 p. 100 Est, 3 obligations 2 1/2 p. 100 Midi.

20° Fondation Melsens.

But : création d'un prix triennal de 500 francs pour récompenser l'auteur d'une application intéressante de la physique ou de la chimie à l'électricité, à la balistique ou à l'hygiène.

Le prix sera donné en 1912.

Legs primitif : 5 000 francs, représentés par 13 obligations 3 p. 100 de l'Est.

AVOIR		DÉBIT	
Arrérages.	240 »	Solde débiteur de 1909. . .	179,51

Reste en recettes dans la caisse de la Société : 60 fr. 49.

Capital au 31 décembre 1910 : 15 obligations 3 p. 100 de l'Est.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

21° Fondation de la classe 50 à l'Exposition universelle de 1867 (matériel des industries alimentaires).

(Fondation faite sur l'initiative du baron Thenard.)

But : création d'un prix à décerner à l'auteur du perfectionnement le plus important apporté dans le matériel des usines agricoles et des industries alimentaires.

Don primitif : 6 326 fr. 14.

Capital actuel : 17 obligations 3 p. 100 de l'Est.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909.	477, 85	Subventions et divers. . .	514, 50
Arrérages	259, 30		
	737, 15		

Reste dans la caisse de la Société : 222 fr. 65.

22° Prix Parmentier fondé par les exposants de la classe 50 à l'Exposition universelle de 1889 (industries relatives à l'alimentation).

(Fondation faite sur l'initiative de M. Aimé Girard.)

But : création d'un prix triennal de 1 000 francs destiné à récompenser les recherches scientifiques ou techniques de nature à améliorer le matériel ou les procédés des usines agricoles et des industries alimentaires.

Don primitif : 9 846 fr. 75, représentés par un titre de 335 francs de rente 3 p. 100 qui constitue le capital actuel de cette fondation.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909.	664, 40	Subvention.	1 000 »
Arrérages	335 »		
	999, 40		

Excédent des dépenses sur les recettes : 0 fr. 60.

23° Fondation des exposants de la classe 51 à l'Exposition universelle de 1889 (matériel des arts chimiques, de la pharmacie et de la tannerie).

But : création d'un prix.

Don primitif : 2 556 fr. 30.

Capital au 31 décembre 1909 : 8 obligations 3 p. 100 et 2 obligations 2 1/2 p. 100 Est.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909.	327, 92	Achat d'une obligation Midi	
Arrérages	139, 20	2 1/2.	404, 45
	467, 12		

Reste en recettes dans la caisse de la Société : 62 fr. 67.

Capital au 31 décembre 1910 : 8 obligations 3 p. 100 et 2 obligations 2 1/2 p. 100 Est, 1 obligation 2 1/2 p. 100 Midi.

24° **Don de la classe 21 à l'Exposition universelle de 1889 (industrie des tapis et tissus d'ameublement).**

But : secourir des ouvriers malheureux appartenant à cette industrie.

Don primitif: 400 francs.

Capital actuel : 1 obligation 3 p. 100 de l'Est.

AVOIR		DÉBIT
Solde de 1909.	252, 97	Néant.
Arrérages	14, 40	
	267,37	

Reste en recettes dans la caisse de la Société : 267 fr. 37.

25° **Fondation des exposants de la classe 63 à l'Exposition universelle de 1889 (génie civil, travaux publics et architecture).**

But : création d'un prix.

Don primitif: 3869 fr. 85.

AVOIR		DÉBIT
Solde de 1909.	477, 13	Néant.
Arrérages.	196, 80	
	673, 93	

Reste en recettes dans la caisse de la Société : 673 fr. 93.

Capital au 31 décembre 1910 : 12 obligations 3 p. 100 et 2 obligations 2 1/2 p. 100 Est.

26° **Fondation de Salverte.**

But : décerner chaque année, sur la proposition du Comité des Beaux-Arts, un prix consistant en une médaille d'argent et une somme de 25 francs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à un ouvrier français appartenant à la corporation du bâtiment, habile, âgé de 60 ans au moins, père d'une famille nombreuse qu'il aurait bien élevée.

Don primitif : 1 000 francs, qui ont été employés à l'achat de 29 francs de rente 3 p. 100.

La fondation remonte à 1896 et le prix n'a pas encore été décerné.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909.	387, 35	Achat d'une obligation	
Arrérages.	29 »	2 1/2 Midi.	404, 45
	416, 35		

Reste en recettes dans la caisse de la Société : 11 fr. 90.

Capital au 31 décembre 1910 : un titre de rente 3 p. 100 de 29 francs et une obligation Midi 2 1/2 p. 100.

27° Fondation des exposants de la classe 75 à l'Exposition universelle de 1889 (viticulture).

But : prix à décerner à celui qui indiquera un moyen pratique de se débarrasser des insectes ennemis de la vigne : l'altise ou la cochylis.

Don : 1 000 francs.

AVOIR		DÉBIT
Solde de 1909.	166, 55	Néant.

Reste en caisse : 166 fr. 55.

28° Fondation des exposants de la classe 64 à l'Exposition universelle de 1900 (métallurgie).

But : subventionner des travaux et recherches intéressant la métallurgie.

Don : 5 560 francs versés en 1901 et 1902.

AVOIR		DÉBIT
Solde de 1909.	58 »	Néant.

Reste en caisse : 58 francs.

29° Fondation André Massion.

Voulant perpétuer la mémoire de son fils, ingénieur mécanicien, M. Massion, notaire à Paris, a fait donation en 1903, à la Société, d'une somme de 30 000 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

But : le revenu de cette somme devra être appliqué à encourager des recherches « en vue de la construction d'un moteur à puissance spécifique très élevée sous le poids minimum » ou, à défaut, « à des recherches de mécanique ».

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909.	1 903,99	Subvention.	3 000 »
Arrérages.	1 005,60		
	2 909,59		

Excédent des dépenses sur les recettes : 90 fr. 41.

Capital au 31 décembre 1910 : 64 obligations 3 p. 100 et 7 obligations 2 1/2 p. 100 Est.

30° Fondation Lamy.

But : encouragements à l'industrie nationale.

Don : 1 000 francs employés à l'achat d'une inscription de rente de 30 francs.

AVOIR		DÉBIT
Solde de 1909	210 »	Néant.
Arrérages	30 »	
	240 »	

Reste en caisse : 240 francs.

31° Fondation Gilbert.

But : M. Gilbert, fabricant de crayons à Givet, a légué à la Société d'Encouragement une somme de 20 000 francs « pour être employée de la façon que la Société jugera la plus favorable à encourager l'industrie française ».

Les 20 000 francs versés en 1904 ont été employés à l'achat d'une inscription de rente de 611 francs.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909.	1 331, 20	Subvention.	1 963,25
Arrérages.	611 »		
	1 942, 20		

Excédent des dépenses sur les recettes : 21 fr. 05.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

32° Fondation Danton.

M. Danton, ingénieur civil des mines, a légué à la Société, en 1907, une somme de 5000 francs pour prix à décerner à l'auteur qui aura réalisé le procédé pratique le meilleur pour isoler les éléments de l'eau : l'hydrogène et l'oxygène, de manière à les utiliser ensuite isolément ou en les recombinant.

AVOIR		DÉBIT	
Solde de 1909.	446,14	Achat d'une obligation Midi	
Arrérages.	124,80	2 1/2 p. 100.	404,45
	570,94		

Reste en caisse : 166 fr. 49.

Capital au 31 décembre 1910 : 7 obligations 3 p. 100 et 2 obligations 2 1/2 p. 100 Est et une obligation 2 1/2 p. 100 Midi.

33° Fondation Michel Perret.

Mme Armengaud a légué en 1907 à la Société une somme de 3 000 francs de rente 3 p. 100, qui doit recevoir une double affectation :

1° Une somme de 2800 francs doit être employée à la création d'une bourse annuelle de recherches et d'études industrielles, qui portera le nom de bourse « Michel Perret ». Cette bourse sera mise spécialement à la disposition du Comité des Arts chimiques, mais pourra cependant être accordée pour des études ou recherches autres que celles se rapportant directement aux arts chimiques, si la Société juge que ces études ou recherches sont de nature à contribuer à leur développement.

2° Une somme de 200 francs est destinée à décerner une grande médaille en or tous les cinq ans à l'auteur, français ou étranger, de découvertes ou inventions ayant contribué, en France, à la création d'une industrie nouvelle ou au développement d'une industrie déjà existante dans ce pays.

AVOIR			DÉBIT		
Solde de 1909	2 000	»	Subventions	2 500	»
Arrérages.	3 000	»			
	5 000	»			

Reste en caisse : 2 500 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

34° **Fondation de la classe 65 à l'Exposition universelle de 1900 (petite métallurgie).**

Le Comité d'installation de la classe 65 à l'Exposition universelle de 1900 a fait don, en 1908, à la Société, d'une somme de 1 500 francs affectée à la création d'un prix à décerner aux ouvriers méritants de l'industrie relevant de la petite métallurgie.

Cette somme a été employée à l'achat de 3 obligations Est 2 1/2 p. 100.

AVOIR		DÉBIT
Solde de 1909	361, 68	Néant.
Arrérages	36 »	
	397, 68	

Reste en caisse : 397 fr. 68.

35° **Souscriptions perpétuelles et à vie.**

AVOIR		DÉBIT
Solde de 1909.	966,86	Néant.

Il reste actuellement dans la caisse de la Société : 966 fr. 86.

Le capital constitué par les souscriptions perpétuelles et à vie comprend 2 889 francs de rente 3 p. 100 et 4 obligations fusion 2 1/2.

36° **Recherches sur la fragilité des aciers.**

But : impression de travaux relatant des expériences déjà faites ou à faire sur la fragilité des aciers.

AVOIR		DÉBIT
Solde de 1909.	1 851 »	Néant.
Vente de volumes.	20 »	
	1 871 »	

Reste en caisse : 1 871 francs.

37° **Dons spéciaux.**

AVOIR		DÉBIT
Solde de 1909.	503 »	Néant.

En caisse : 503 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

38e Table décennale du Bulletin.

AVOIR		DÉBIT
Solde de 1909.	1 800 »	Néant.
Annuité versée par les fonds généraux.	300 »	
	2100 »	

Reste en caisse : 2 100 francs.

Votre Commission a constaté la parfaite exactitude et la régularité absolue des comptes de l'exercice 1910. Elle vous propose de les approuver.

Il est une tradition qui ne saurait nous lasser : c'est le témoignage cordial que nous devons rendre chaque année à notre trésorier M. Alby, qui apporte, dans la gestion de nos finances, un esprit d'ordre et de méthode, une activité, un zèle et un dévouement que nous ne pouvons trop louer.

En votre nom à tous, nous lui renouvelons l'expression bien vive et sincère de notre gratitude.

H. Lafosse.

Lu et approuvé en séance, le 10 novembre 1911.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1910

ACTIF		
Immeuble de la Société	600.000 »	
Portefeuille de la Société	2.124.304,56	2.724.304,56
Portefeuille des fondations	797.824,57	
Portefeuille du fonds d'accroissement	302.591,17	1.100.415,74
Caisse et banquiers		66.744,50
Débiteurs divers		2.666,59
TOTAL DE L'ACTIF		3.894.131,39

PASSIF		
Valeurs mobilières et immobilières appartenant à la Société		2.724.304,56
Valeurs des fondations		1.100.415,74
Sommes provenant des fondations, classes et comptes spéciaux versées dans la Caisse de la Société, qui en est débitrice.		
Argenteuil	226,95	
Bapst (A.)	650,50	
Bapst (J.)	1.588,15	
Christofle	48,15	
Galitzine	215,11	
Carré	314,15	
Fauler	286,67	
Legrand	752,51	
Christofle et Bouilhet	537,98	
De Milly	129,45	
Baccarat	295,26	
Menier	306,15	
Roy	2.748,72	
Broquette	303,35	15.315,14
Giffard	990,78	
Meynot	293,22	
Melsens	60,49	
Savalle	222,65	
Classe 51	62,67	
— 21	267,37	
— 63	673,93	
Souscriptions perpétuelles et à vie	966,86	
De Salverte	11,90	
Classe 65	397,68	
Armengaud	2.500 »	
Classe 64	58 »	
Danton	166,49	
Lamy	240 »	
Réserve de la Société		9.905,05
Réserve classe 75 (1889)	166,55	
Table décennale	2.100 »	
Dons spéciaux	503 »	44.190,90
Subventions à régler	2.300 »	
Fragilité des aciers	1.871 »	
Créanciers divers	37.250,35	
TOTAL DU PASSIF		3.894.131,39

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rapport présenté par **M. V. Legrand,** au nom des Censeurs, sur les comptes de l'année 1911.

Messieurs,

Au nom de la Commission des Fonds, notre distingué collègue M. Lafosse vous a fait le rapport annuel sur l'état financier de notre Société.

Au nom des Censeurs, je tiens à remercier M. Lafosse de son examen si consciencieux et si documenté.

Il est nécessaire cependant de relever certaines constatations faites par la Commission des Fonds. Déjà pour l'année 1909 une légère augmentation des dépenses sur les recettes ressortant sur les frais généraux avait été constatée. Il restait encore un excédent de recettes générales de 960 fr. 80.

Il n'en est pas de même cette année. Malgré une réduction de près de 7000 francs sur les frais du *Bulletin*, les dépenses ont passé, pour l'exercice 1910, de 105 069 fr. 90 à 111 630 fr. 80. L'entretien de notre immeuble, où nous n'avons aucun loyer à payer, réparations, aménagement, chauffage, éclairage, etc., qui avait coûté 15617 fr. 70 en 1909, a coûté 26 413 fr. 15 en 1910.

Nos frais de conférences ou expériences ont passé de 4 361 fr. 25 à 6 571 fr. 65.

Tout compte fait, nos dépenses dépassent nos recettes de 5261 fr. 40. Pour combler ce déficit, il a fallu prélever pareille somme sur notre fonds de réserve, de telle sorte que ce fonds est ramené à l'heure actuelle à 9 905 fr. 05.

Nousestimons que cette réserve est insuffisante pour une société de l'importance de la nôtre. Tous les efforts doivent tendre à l'augmenter afin que nous ne soyons pas gênés en présence d'une dépense imprévue, importante et nécessaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aussi, comme le préconise votre Commission des Fonds, si notre situation financière mérite notre confiance, il importe de faire montre de prudence dans l'administration de nos fonds généraux de manière à maintenir l'équilibre entre nos recettes et nos dépenses.

Nous vous proposons d'approuver les comptes et l'exercice 1910 et de renouveler à M. Alby, notre zélé trésorier, l'expression de notre gratitude pour le dévouement et la compétence qu'il apporte dans l'exercice de ses fonctions, la gestion de notre avoir et de nos belles fondations.

L'un des Censeurs : VICTOR LEGRAND.

Lu et approuvé en séance le 10 novembre 1911.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES

SUR LA CONSTITUTION ET LA FORMATION DU CIMENT PORTLAND

Par **M. E. Leduc**

Chef honoraire de la section des matériaux de construction au laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers,
Administrateur délégué de la Compagnie des Ciments Portland, Chaux et Plâtres de la Côte d'Azur (Nice) (1).

I

Si le durcissement des produits hydrauliques est connu depuis des siècles, puisque c'est la base même de l'emploi de ces produits, par contre, on n'est pas complètement fixé sur les phénomènes physiques et chimiques qui sont la cause de ce durcissement, ni même sur la constitution du ciment. Aussi les théories émises sur la constitution et l'hydratation du ciment sont-elles fort nombreuses.

Sans remonter aux travaux de Baggé de Gotenberg en Suède qui chercha à remplacer la pouzzolane naturelle par la pouzzolane artificielle, la première observation découlant de source expérimentale est due à Bergman, ou tout au moins ce savant chimiste suédois est un des premiers qui ait émis une opinion vraiment scientifique. Ayant trouvé en 1780, par l'analyse, que la chaux de Léna, en Upland, contenait environ 2 p. 100 de manganèse, il attribua à la présence de ce corps la propriété possédée par cette chaux de durcir sous l'eau.

Peut-être avant Bergman, on ne peut être fixé sur l'époque exacte, puisque les expériences de l'auteur ne furent publiées qu'en 1791, Smeaton, chargé de la construction du phare d'Eddyston près Plymouth, ayant remarqué que le calcaire fournissant la chaux d'Abertaw du comté de Clamorghan, justement apprécié, contenait de l'argile, attribua à la présence de ce corps l'action hydraulisante de la chaux obtenue. Il étudia la question aussi à fond qu'il lui était possible, n'étant pas chimiste, et observa que, d'une part, le marbre pur qui ne contient pas d'argile donne une chaux dépourvue de propriétés hydrauliques, alors que les calcaires laissant un résidu sous l'influence d'un acide « acquièrent par la calcination une propriété qui a pour effet de donner de la solidité aux murs construits dans l'eau et de rendre les murs exposés à l'air plus résistants que s'ils avaient été construits avec une chaux exempte d'argile ».

(1) Travail subventionné par la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Higgins attribue le durcissement à la carbonatation de la chaux (1780), Guyton de Morveau (1783), de Saussure (1786), Chaptal (1786-1787) attribuent le durcissement de la chaux, les deux premiers au manganèse, le second à l'oxyde de fer.

Darcet porta un coup à la théorie de la carbonatation en montrant, d'après des analyses de mortier provenant des murs de la Bastille, que toute la chaux est loin d'être recarbonatée (la moitié seulement environ).

En 1806, Vitalis, professeur de chimie et secrétaire de l'Académie de Rouen, ayant effectué les analyses des calcaires de Sainte-Catherine et de Senonches, écrit : « Il résulte de cette analyse que les pierres à chaux de Senonches et de Sainte-Catherine sont de vraies marnes calcaires dans lesquelles la craie prédomine, il est vrai, mais où l'argile joue un rôle très important ; c'est cette proportion qui, selon moi, rend maigre (1) la chaux de ces deux espèces de pierre, d'où il suit que la présence de l'oxyde de manganèse n'est pas du moins la seule condition pour obtenir une chaux de cette espèce, puisque cette analyse prouve que les pierres dont il s'agit ne contiennent pas de manganèse. »

Cette observation, qui constitue le point de départ des théories chimiques émises sur la constitution du ciment, fut confirmée par Le Masson (1807) qui accentue l'observation de Vitalis, en écrivant dans un rapport sur l'emploi d'une pouzzolane artificielle, que la « pierre de Caumont près Rouen, qui sur 100 parties ne contient que deux parties d'argile, au lieu de donner de la chaux maigre, donne au contraire l'espèce de chaux qu'on nomme grasse, beaucoup moins propre que la chaux maigre aux constructions hydrauliques ».

L'observation de Vitalis fut confirmée quelques années plus tard par Collet Descotils, ingénieur en chef et professeur à l'École des mines, qui, ayant analysé des pierres à chaux de Senonches très réputées et des pierres à chaux grasse, remarqua que la pierre à chaux grasse ne contenait que de la chaux et de l'acide carbonique, alors que le calcaire de Senonches contenait de la silice extrêmement fine.

« Cette silice, écrit-il en 1813, qui n'est point attaquée lorsqu'on dissout dans les acides la pierre de Senonches, se dissout presqu'en entier lorsqu'on soumet à leur action la chaux fabriquée avec cette même pierre. La silice doit se trouver par conséquent dans la chaux de Senonches en un état qui la rend propre à éprouver l'action des agents chimiques. Il paraît très vraisemblable que la condition essentielle pour qu'une pierre calcaire fournisse de bonne chaux maigre, est qu'elle contienne une grande quantité de matières siliceuses disséminées en particules très fines, car il semble peu probable que les faibles proportions d'alumine, de magnésie et d'oxyde de fer qui

(1) Maigre, mot employé à l'époque pour hydraulique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peuvent s'y trouver aient une influence très sensible sur ses propriétés. »

Enfin, Vicat, le véritable fondateur de l'industrie des produits hydrauliques, mit au point les observations de Vitalis et de Collet Descotils. Dans un mémoire justement célèbre paru en 1818 et inscrit dans le recueil des Savants étrangers de l'Académie des Sciences, il démontre qu'il est possible de fabriquer, par synthèse, de la chaux hydraulique.

La phrase fameuse de Vicat, qu'il faut toujours citer en entier quand on écrit l'historique des chaux et ciments, est ainsi conçue : « L'opération consiste à pétrir de la chaux éteinte avec une certaine quantité d'argile grise ou brune ou plus simplement de terre à briques, et à tirer de cette pâte des boules qu'on laisse sécher pour les faire cuire ensuite au degré convenable ; on conçoit déjà qu'étant maître des proportions, on l'est également de donner à la chaux factice le degré d'énergie que l'on désire, et d'égaler ou de surpasser à volonté les meilleures chaux naturelles. »

La synthèse de la chaux hydraulique était résolue ; mais, s'il est prouvé que l'argile qui renferme de la silice, de l'alumine et de l'oxyde de fer donne à la chaux et sous l'action de la cuisson des propriétés hydrauliques, par quelle suite de combinaisons ces corps vont-ils réagir sur la chaux, quels sont les corps formés constituant le produit hydraulique, et ensuite par quel phénomène ces combinaisons de silice, d'alumine, de chaux et de fer sont-elles susceptibles de donner lieu au phénomène connu du durcissement?

Depuis un siècle que ce problème est posé, il n'est pas encore complètement résolu, et la solution la meilleure n'est pas à l'abri de la critique.

Dès le début, comme encore maintenant, à la théorie purement chimique défendue par Vicat est opposée la théorie purement physique défendue à la même époque par Berthier qui, dans une note publiée en 1822 dans les *Annales des Mines*, expose que le durcissement est dû à des phénomènes de contact et d'attraction. Cette théorie de Berthier est reprise par Fuchs en 1832 dans un mémoire couronné par l'Académie des sciences de la Haye. Dans ce mémoire, l'auteur prétend que le seul rôle de la calcination est de dissocier les corps (argile et carbonate de chaux) en mettant la silice de l'argile en état de se combiner à la chaux, formant ensuite un sel hydraté sous l'action de l'eau de gâchage. Pettenkoffer (1849) soutient lui aussi l'hypothèse de Fuchs. Au contraire, Rivot et Chatonney (1856), dans un mémoire extrêmement intéressant et portant comme titre : « Considérations générales sur les matériaux employés dans les constructions », pensent que l'hydraulicité est due à la formation de silicate de chaux, d'aluminate de chaux et de silico-aluminate de chaux, formant des sels hydratés sous l'action de l'eau.

Feichtinger, au contraire, croit comme Fusch et Pettenkoffer « qu'après la calcination, on a un mélange amorphe avec du silicate et beaucoup de chaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

libre; pour opérer le durcissement dans l'eau, une triple action chimique entre en jeu. D'abord, il y a fixation d'eau par tous les éléments, réaction préliminaire (et non simultanée dans les ciments comme le voulait Fuchs). Ensuite, a lieu la combinaison de la silice avec la chaux, c'est ce qui constitue le durcissement ; finalement, l'hydrate de chaux qui reste encore à l'état libre est transformé en carbonate de chaux par l'acide carbonique de l'air ».

Winckler (1853) combat cette théorie et Heldt admet la formation d'un silicate actif et d'un aluminate inerte.

En 1863, Zulkowsky parle pour la première fois de l'hydraulite, silicate basique pouzzolanique qui, mélangé à la chaux libre, forme le ciment.

Devant toutes ces contradictions, Frémy s'efforce dans plusieurs notes de jeter quelque lumière sur cette question, mais sans l'éclaircir beaucoup. Il semble admettre avec Zulkowsky la présence de pouzzolane dans le ciment.

En 1876, Knapp admet que la solidification est due à la fois à des phénomènes chimiques et physiques.

Enfin, en rappelant pour mémoire les travaux de Landrin qui admet la présence dans le ciment d'un produit spécial qu'il appelle pouzzo-Portland, on arrive aux travaux classiques de H. Le Châtelier qui, se basant sur des constatations chimiques et appliquant pour la première fois la recherche microscopique en examinant au microscope en lumière polarisée des plaques minces découpées dans des roches et dans des briquettes de ciment durci, recherches sur lesquelles je reviendrai plus loin, arrive aux conclusions suivantes : « L'étude chimique des ciments Portland cuits montre donc qu'ils sont essentiellement formés d'un silicate de chaux différant peu de la formule $SiO^2 3CaO$ qui est l'élément actif du durcissement, et que le composés est produit par précipitation chimique au sein d'un silicate multiple fondu qui a servi de véhicule à la silice et à la chaux pour permettre leur combinaison, mais qui reste sensiblement neutre pendant le durcissement. »

Au contact de l'eau, le silicate tricalcique de chaux abandonne de l'hydrate de chaux en formant un silicate monocalcique hydraté selon la formule :

$$SiO^2\ CaO + Aq = SiO^2\ CaO\ 2{,}5\ H^2O + 2CaO\ H^2O$$

L'aluminate tricalcique fournirait, lui aussi, de l'aluminate monocalcique et de l'hydrate de chaux suivant la formule suivante :

$$Al^2O^3\ \ 3CaO + Aq = Al^2O^3\ \ CaO + 2CaO\ H^2O$$

Toutefois H. Le Châtelier n'a pu obtenir expérimentalement le silicate tricalcique déterminé par l'analyse de certains ciments de grappiers, et par l'observation microscopique.

En vue de vérifier cette théorie, un certain nombre d'expérimenta-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teurs, Newberry (1903), Smidth (1903), O. Schmidt (1906), ont cherché à obtenir le silicate tricalcique par cuisson à haute température de carbonate de chaux et de silice et ont observé que ce corps, obtenu à une température suffisamment élevée, ne tombait pas en poussière et durcissait nettement.

Dans des essais récents, Otto Schott, au contraire, aurait observé que les silicates de composition stokiométrique dépassant 2,5 CaO gonflaient dans l'eau froide.

D'autre part, Day (1907), à la suite de recherches optiques sur des produits de cuisson du système SiO^2—CaO, conclut en disant que la combinaison du ciment correspond au métasilicate SiO^2CaO et à l'orthosilicate $SiO^2 2CaO$ et à un mélange d'orthosilicate et de chaux libre.

W. Michaëlis, dans plusieurs publications récentes, donne une nouvelle explication fondée sur la combinaison à froid de la silice colloïdale et de l'hydrate de chaux, formant de l'hydro-silicate de chaux, corps qui se formerait également pendant le durcissement du ciment.

Enfin, M. Keisermann, dans un travail récent extrêmement intéressant, en opérant sur des produits synthétiques et en se basant sur des observations microscopiques et l'emploi de colorants, conclut en disant qu'il semble probable que le klinker de ciment est un conglomérat et non une combinaison de silicate bicalcique et d'aluminate tricalcique $4\,(SiO^2\,2CaO) + 3\,Al^2O3\,CaO$. La cause du durcissement serait due au seul silicate bicalcique, et l'aluminate tricalcique n'aurait aucune influence sensible.

A la suite de l'emploi par Le Châtelier des méthodes micrographiques, qui ont fait époque dans cette partie de la science des matériaux de construction, d'autres expérimentateurs comme Tornebohn en Suède, Richardson aux États-Unis, Schmidt, Unger, Mayer et H. Ambronn en Allemagne, sont arrivés avec Le Châtelier à des conclusions sensiblement identiques.

En observant des coupes au microscope, Le Châtelier et Tornebohn arrivent à déterminer quatre sortes de cristaux que Tornebohn dénomme alite, bélite, célite, et félite, ainsi qu'une masse amorphe.

D'après Le Châtelier, l'alite est la base même des produits hydrauliques ; en s'appuyant sur des observations faites sur des grappiers presque exclusivement siliceux, il conclut en disant que ce corps est formé de silicate tricalcique souillé de matières étrangères, alors que Tornebohn lui donne pour formule la composition suivante : $3CaO\,SiO^2 + 2\,CaO\,2\,Al^2O^3$.

La bélite, d'après Le Châtelier, répond à la composition $SiO^2\,2CaO$ et d'après Tornebohn à celle de $SiO^2\,2CaO + Al^2O^3\,3\,CaO$; ce corps est surtout abondant dans les klinkers pauvres en chaux.

La célite remplit le rôle de corps de remplissage, et, d'après Le Châtelier, son constituant principal serait le fer. Tornebohn lui donne pour formule $3\,CaO\,(Fe\,Al^2)O^3\,SiO^2$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La félite aurait, d'après le même expérimentateur, la même composition que la célite et ne se rencontrerait pas dans tous les klinkers.

Enfin la masse vitreuse qui ne se rencontre jamais dans les bons klinkers est isotrophe et possède un indice de réfraction élevé.

En appliquant les mêmes procédés d'investigation, Richardson conclut en disant que l'alite est une solution solide de silicate tricalcique dans l'aluminate également tricalcique.

En faisant réagir sur une coupe de klinker de l'eau de chaux, et en suivant l'hydratation au microscope, Le Châtelier a observé la formation de cristaux hexagonaux et de fines aiguilles de $0^{mm},01$, auxquelles il attribue la formule $SiO^2\,CaO + 2,5\,H^2O$. Ce savant a également observé la formation de petites sphères présentant en lumière polarisée une croix noire, auxquelles il attribue la même formule que celle d'un corps obtenu par voix humide $Al^2O^3\,4CaO + 12\,H^2O$.

En résumé, on peut, avec S. Keisermann, grouper toutes ces théories en quatre opinions principales :

1° Le klinker serait constitué par un mélange de chaux, de silice combinable et d'argile. Sous l'action de l'hydratation, la chaux se combinerait à la silice pour former le silicate $SiO^2\,CaO$.

2° Pendant la cuisson il se produit une combinaison du calcium et de l'acide silicique dont la teneur maxima en chaux correspond à la formule $SiO^2\,2CaO$, laissant toujours dans le ciment une partie de la chaux à l'état libre. Sous l'action de l'hydratation, il se produit du monosilicate de chaux hydraté et de l'hydroxyde de calcium.

3° D'après Le Châtelier, Winkler, Rebuffat, Tornebohn et bien d'autres, sous l'action de la cuisson, la totalité de la chaux se combine à la silice et à l'alumine pour former du silicate tricalcique et de l'aluminate tricalcique. Sous l'action de l'eau, il se formerait du silicate monocalcique et de l'hydrate de chaux.

4° Enfin, d'après Michaëlis senior, qui a soutenu tout dernièrement cette opinion, la prise du ciment est due à la formation d'un hydrogel de silice et d'alumine, qui enveloppe les cristaux de chaux $Ca(OH)^2$ formant un feutrage de ces corps divers.

En dehors de l'opinion toute récente de Michaëlis, les théories de Le Châtelier sont celles qui sont généralement admises.

II

La présente étude avait pour but, par la fabrication de ciments synthétiques, de mettre en relief le rôle de chacun des corps entrant dans la composition du ciment en produisant de toutes pièces des ciments en quantité suffisamment grande pour pouvoir étudier leurs propriétés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Malheureusement, quand on veut cuire dans des conditions précises une certaine quantité de pâte à ciment, on se heurte à des difficultés presque insurmontables, le four étant encore actuellement l'appareil de laboratoire qui laisse le plus à désirer.

Trop souvent il m'est arrivé de constater dans le cours d'une opération ou l'effondrement de la sole, ou l'écroulement d'une des parties latérales du four, ou la fusion d'un ou des brûleurs.

Pour les diverses expériences formant l'objet de cette étude, je me suis servi des fours ci-après :

Four électrique Gabreau. . } Permettant de cuire quelques
Four Méker. . . . . } grammes de mélange.

Four spécialement construit pour ces expériences permettant de produire 1 kilog. 1/2 de klinkers.

Four Gabreau. — Par suite d'une disposition ingénieuse, ce four à arc permet de cuire régulièrement la masse à expérimenter, en donnant à l'objet à cuire un mouvement de bas en haut en même temps qu'un mouvement de rotation, amenant ainsi chacune des différentes parties du corps à expérimenter en contact avec les parties les plus chaudes du foyer.

Comme le montre le croquis *a*, le fromage (fig. 1) supportant l'objet à cuire est placé sur un socle en fonte *b* et maintenu à l'aide de trois vis *c*. Le socle est supporté par une tige en fer *d* montant et descendant par l'action d'une bielle à course variable. Le mouvement de rotation de la tige est donné par l'intermédiaire de la petite poulie horizontale *e* placée en haut de la tige. De l'association de ces deux mouvements indépendants l'un de l'autre, il résulte que chaque point du creuset passe dans le plan horizontal des arcs. Deux contrepoids réglables suspendus aux extrémités de deux chaînes fixées au coulisseau, équilibrent le poids de la tige et du creuset.

Le fromage en partie et le creuset entièrement sont noyés dans un massif en réfractaire percé de

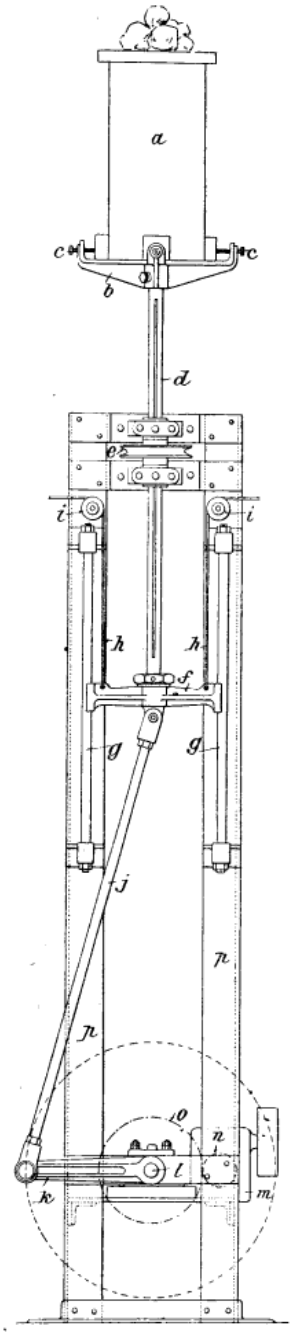


Fig. 1. — Four Gabreau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quatre ouvertures pour le passage des quatre charbons formant les deux arcs au centre desquels se trouve placée l'extrémité supérieure du fromage.

Ce four, qui, comme tous les fours à arc, est d'un réglage laborieux, permet néanmoins d'obtenir une température élevée et de la maintenir assez régu-

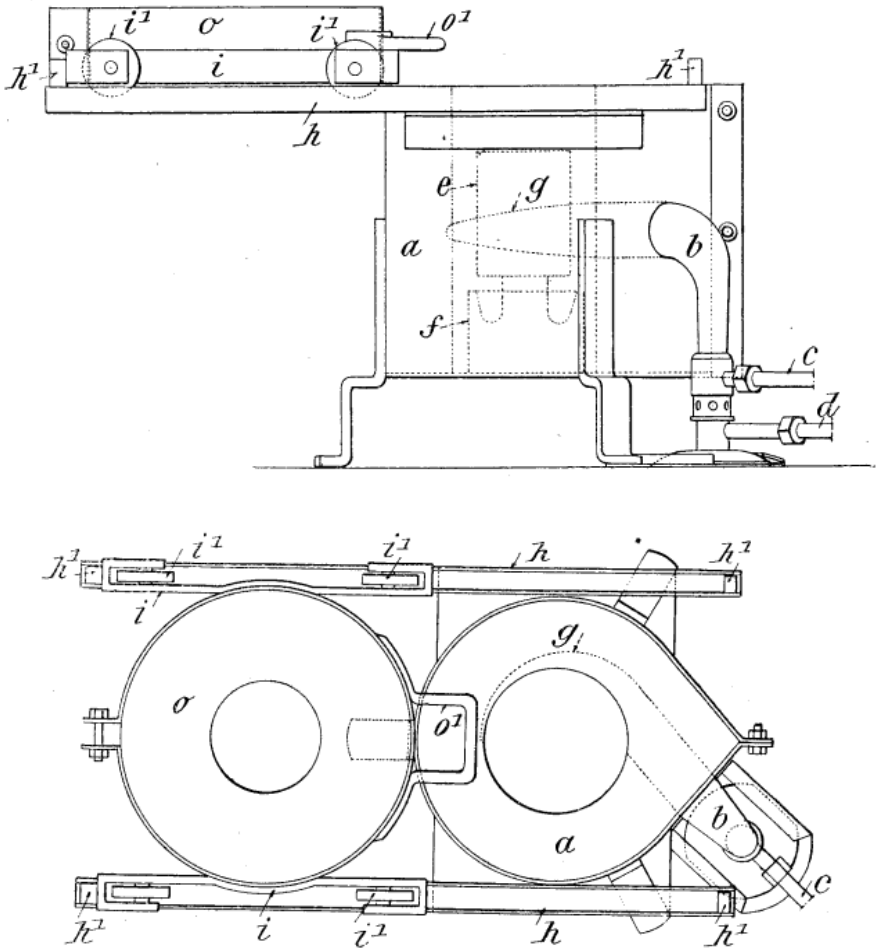


Fig. 2 et 3. — Four *Méker*.

lièrement, en braquant sur l'ouverture de visée un pyromètre Féry.

Four Méker. — Le four dont je me suis servi (un modèle plus récent avec lequel on peut abattre la montre 31 de Séger l'a remplacé plus avantageusement) se composait d'un cylindre creux en produit réfractaire entouré d'une bride en tôle. Le chauffage avait lieu à la partie inférieure, à l'aide d'un bec Méker au gaz et à l'air comprimé. La matière à essayer est placée dans une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

petit creuset qui lui-même repose sur un petit trépied en matière extra réfractaire supporté par le rebord intérieur du four.

Dans le dernier modèle (fig. 2 et 3), l'inventeur a appliqué le chauffage

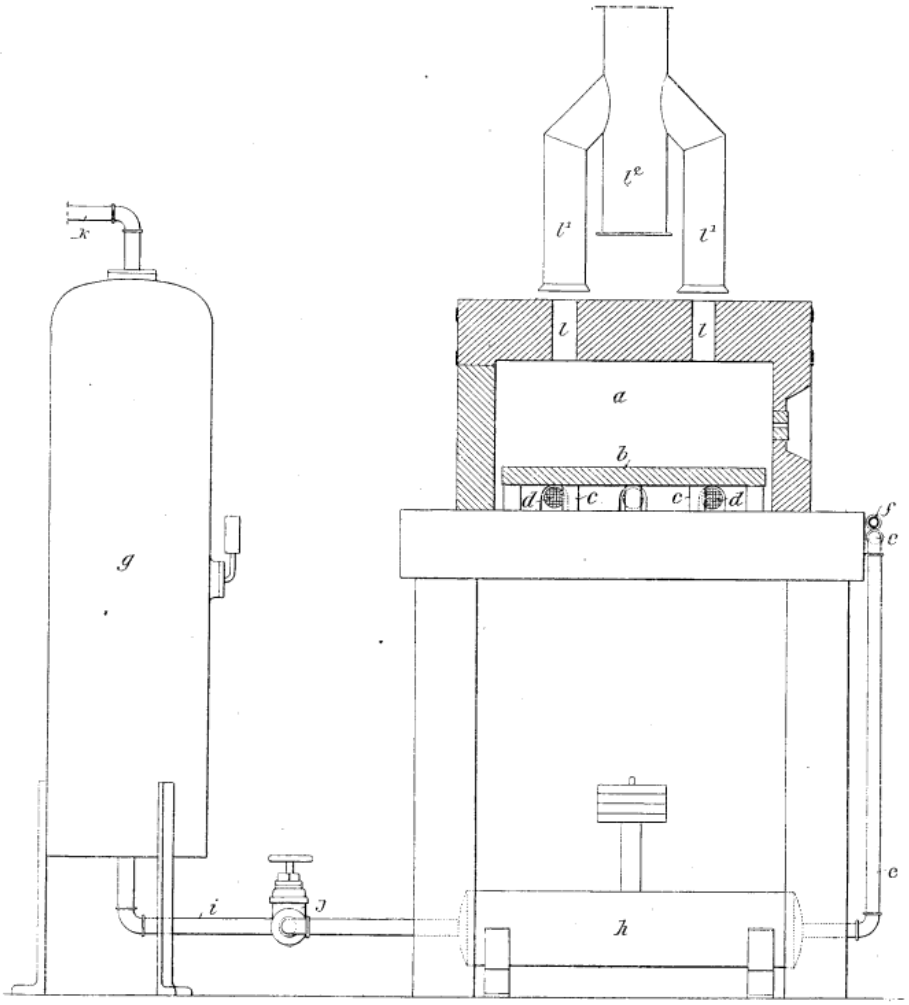


Fig. 4. — Four spécial.

giratoire dont M. Verneuil, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, a réalisé l'application dans le four qui porte son nom. Comme le montre le croquis, le brûleur *b*, actionné au gaz et à l'air comprimé, est placé sur le côté, de telle façon que la flamme entoure constamment la matière à essayer.

Four spécial. — Après plusieurs essais infructueux de cuisson soit dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une fournette Bigot, soit dans un long moufle dans lequel je faisais arriver la flamme d'un fort chalumeau à gaz et à air comprimé donnant une flamme bleue de près d'un mètre de longueur, je me suis décidé à construire un four

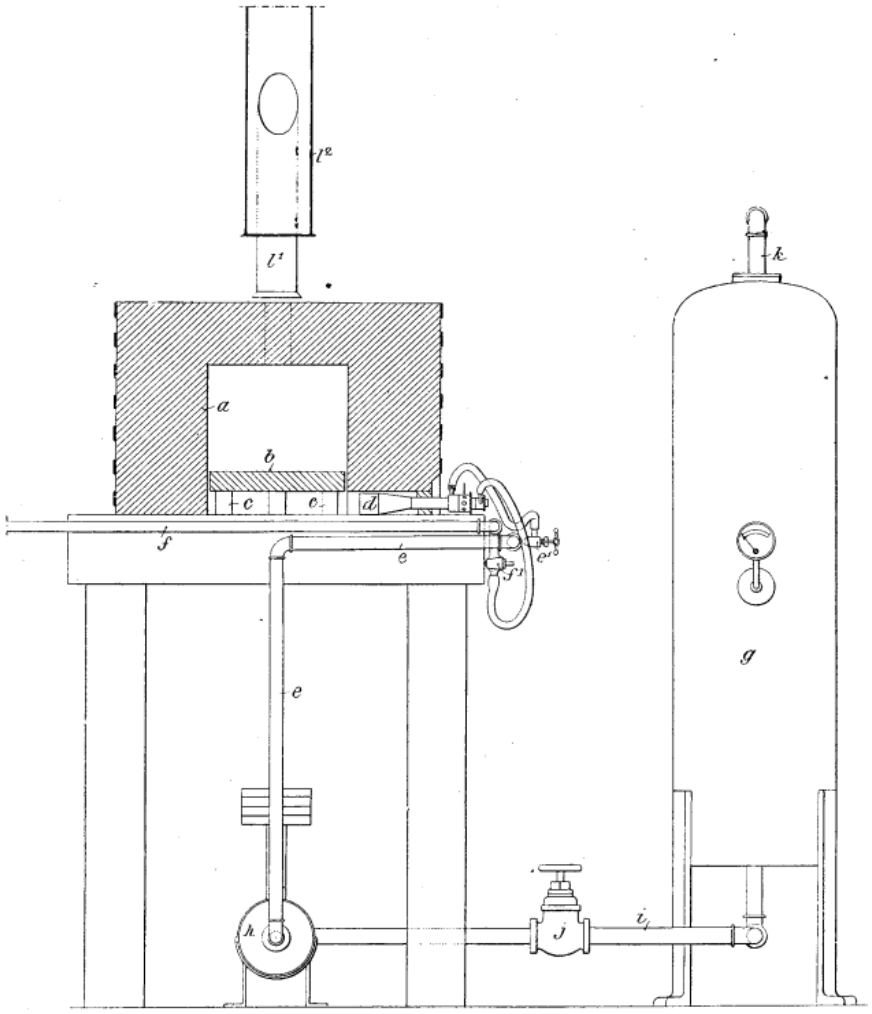


Fig. 3. — Four spécial.

permettant de cuire environ 2 kilogrammes à 2 kilogrammes 1/2 de matière crue.

Le four auquel je me suis arrêté après de laborieux essais (fig. 4 et 5) se compose d'un massif en béton armé reposant sur le sol par des piliers également en béton armé. La partie supérieure du bâti est protégée par une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rangée de briques réfractaires sur lesquelles repose le four proprement dit.

Le four *a* est construit partie en briques, partie en pièces réfractaires faites à la demande.

La sole *b* reposant sur 4 petits cylindres en produit très réfractaire *c*, en l'espèce des petits fromages supportant les creusets vendus spécialement pour les essais de fusibilité, est disposée légèrement au-dessus du bord supérieur des brûleurs *d* et à quelques centimètres de la paroi intérieure du four.

La flamme des trois becs Méker soufflés passe sous la sole, vient frapper la paroi opposée, grimpe contre cette paroi pour venir s'épanouir au-dessus de la sole même pour finalement s'échapper par deux ouvertures *l* placées dans la partie supérieure du four par les tuyaux placés au-dessus.

L'air comprimé qui, avec le gaz, alimente les becs est d'abord détendu dans une bouteille *g* placée à droite du croquis, puis la pression est régularisée à l'aide d'un second réservoir *h* placé sous le four même, dans lequel on peut régler facilement la pression de l'air à l'aide d'une petite soupape que l'on peut régler à volonté.

Enfin, dans un essai qui, malheureusement, s'est terminé par la fusion complète et le mélange d'un grand nombre d'échantillons, j'ai utilisé le four à porcelaine dure de la maison de Dion-Bouton, que M. Guillet, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, avait bien voulu mettre à ma disposition.

SILICATES DE CHAUX

Silicate monocalcique. — Le silicate monocalcique anhydre de chaux existe à l'état naturel sous le nom de wollastonite.

Ce silicate de chaux a été préparé et étudié par Le Châtelier qui le considère comme le terme final de l'hydratation des silicates plus basiques.

On arrive assez facilement à le préparer, mais comme ce corps ne présente aucune propriété hydraulique, son étude à ce point de vue n'offre aucun intérêt.

J'ai réussi à le préparer en partant d'un mélange de chaux hydratée sèche provenant de craie de Meudon lavée et calcinée, et de sable de Fontainebleau broyé à l'eau, puis séché.

On réussit également la préparation de ce silicate en partant du marbre blanc, mais on l'obtient plus facilement en prenant de la chaux éteinte qui est toujours plus fine que le marbre le plus finement pulvérisé.

Le sable était broyé longuement à l'eau dans un petit broyeur Davidsen garni de plaques de quartz et muni de galets comme masse broyante. La matière obtenue passait entièrement et avec facilité à travers les mailles du tamis n° 200 (4 900 mailles par cent. carré). Le sable était décanté, séché, puis broyé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et séché de nouveau une *deuxième* et une *troisième* fois, de manière à obtenir de la silice absolument impalpable. Les proportions de silice et de chaux étaient pesées, mélangées à l'eau, tamisées au tamis de 200 et séchées pour obtenir un mélange aussi homogène que possible; ces opérations étaient également exécutées *trois* fois.

Si j'ai tenu à répéter ces opérations de broyage et de mélange, c'est qu'on éprouve de sérieuses difficultés à obtenir un mélange parfait, lorsqu'on veut associer des produits ayant une densité apparente aussi différente; on ne peut y arriver qu'en employant la voie pâteuse pour éviter toute séparation des corps pendant la décantation. Ces opérations de broyage et de mélange sont surtout de toute nécessité pour l'étude des silicates basiques, le volume de chaux à mélanger étant relativement considérable par rapport à celui de la silice.

La pâte finale obtenue, — la dernière dessiccation n'était pas poussée à fond, — elle était moulée sous forme de petites masses affectant la forme des montres

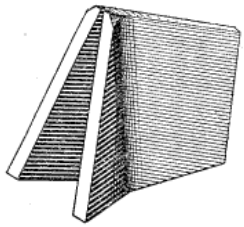


Fig. 6. — Moule à montres de Séger.

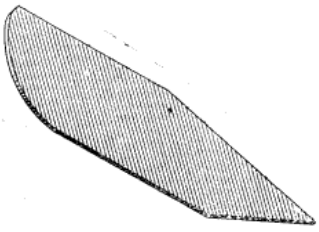


Fig. 7.

de Séger, à l'oxyde du petit moule (fig. 6 et 7), puis les éprouvettes étaient cuites dans le four Méker, comparativement à des montres de Séger.

J'ai réussi à préparer convenablement le silicate monocalcique en cuisant les petites éprouvettes obtenues à la montre 16-18.

Il est à remarquer que, malgré toutes les précautions prises, le produit obtenu contient toujours des traces de fer, traces visibles par la coloration vert très pâle qu'elles donnent à la masse.

Le silicate obtenu, porphyrisé au mortier d'agate et gâché avec de l'eau distillée, ne donne lieu à aucune prise.

J'ai essayé si, en gâchant ce silicate avec de l'eau de chaux ou en incorporant la quantité de chaux complémentaire pour obtenir $SiO^2 2{,}5\,CaO$, on obtiendrait le durcissement de la masse; les résultats obtenus ont tous été négatifs, confirmant ceux de M. Le Châtelier et ceux plus récents d'Otto Schott et de Keisermann.

Silicate bicalcique. — On ne connaît à l'état naturel aucun silicate bicalcique anhydre, mais on connaît un silicate bimagnésien anhydre, la forstite $SiO^2 2MgO$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le silicate bicalcique se prépare facilement au four Méker. Pour la préparation de ce corps comme pour celle des suivants, j'ai tenu à exagérer les broyages successifs, en procédant comme il a été expliqué précédemment à propos de la préparation du silicate monocalcique.

Sous l'action du refroidissement, ce corps offre la particularité de se réduire spontanément en poussière. M. Le Châtelier, qui, le premier, a signalé, cette particularité, l'attribue à une transformation dimorphique identique à celle que subit le sulfate double de cuivre et de potasse anhydre dont la pulvérisation a lieu au-dessous de 100°.

Zulkowski, qui a étudié très soigneusement la chimie du ciment, explique ce phénomène par une action isométrique. Hewett l'attribue à une modification allotropique, et Schott, dans des essais déjà assez anciens, met cette pulvérisation sur le compte d'un défaut de mélange.

J'ai cherché à me rendre compte s'il n'y avait pas dans la pulvérisation du silicate bicalcique de chaux une température critique de formation ; aussi l'ai-je préparé en suivant une échelle de température très fractionnée, puisque les essais de cuisson ci-après l'ont été à des températures croissantes de montre en montre de Séger.

Pour ces essais, je me suis servi du mélange bicalcique, que j'ai de nouveau porphyrisé à plusieurs reprises au mortier d'agathe, de manière à obtenir un produit d'une ténuité extrême et d'une homogénéité parfaite. J'ai confectionné avec la poudre légèrement humectée d'eau un grand nombre de petites éprouvettes à l'aide d'un petit moule à montre de Séger. Ces petites éprouvettes ont été ensuite cuites au four Méker et au four Henri Sainte-Claire Deville pour les températures élevées. Je plaçai quatre montres à essayer dans un petit creuset et la montre type de Séger. Pour étendre les conditions expérimentales, j'ai varié le mélange comme il est indiqué dans le tableau ci-contre dans lequel sont groupés les résultats obtenus.

Devant cette constatation, j'ai pensé que j'arriverais à un résultat autre en partant de carbonate de chaux et de silice gélatineuse.

Pour préparer ces corps, je me suis servi d'une solution de sucrate de chaux dans laquelle je faisais passer un courant d'acide carbonique, de manière à obtenir du carbonate de chaux précipité. Le produit obtenu était lavé et séché.

Pour obtenir la silice exempte d'alcalis, j'attaquais tout simplement du ciment par de l'acide chlorhydrique, je recueillais la silice, qui après lavage était conservée légèrement humide dans un bocal. Ce procédé a l'inconvénient de laisser un peu de matières scoriacées dans la silice, mais comme je tenais surtout à éviter la présence d'alcalis pour ne pas retomber dans les critiques adressées à MM. Newberry, j'obtenais satisfaction. Il ne faudrait du reste pas songer à préparer par ce procédé une grande quantité de silice, car cette pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TEMPÉRATURE DE CUISSON ÉVALUÉE par les montres de Séger.			MÉLANGES ESSAYÉS				OBSERVATIONS
N°	TEMPÉRATURE		Quartz et Marbre.	Quartz et Chaux vive	Quartz et Chaux éteinte.	Mélange de quartz et de chaux éteinte cuit une première fois à la montre puis rebroyé, mouillé et cuit une seconde fois.	
	Ancienne échelle.	Nouvelle échelle.					
1	1150	1140					
3	1190	1140	Ne se pulvérisent pas spontanément, mais n'offrent aucune consistance et s'effritent aisément sous l'action du doigt.				(1)
5	1230	1200					
7	1270	1230					
9	1310	1280					
10	1330	1300					
11	1350	1320				11	(2)
12	1370	1350				12	
13	1390	1380					
14	1410	1410					
15	1430	1435					
16	1450	1460					
17	1470	1480					
18	1490	1500					
19	1510	1520					
20	1530	1530					
21	1550	—					
22	1570	—	Pour tous les autres essais des montres 10 à 36, pulvérisation spontanée.				
23	1590	—					
24	1610	—					
25	1630	—					
26	1650	1580					
27	1670	1610					
28	1690	1630					
29	1710	1650	—	—			
30	1730	1670	—	—			
31	1750	1690	—	—			(3)
32	1770	1710	—	—			
33	1790	1730	—	—			
34	1810	1750	—	—			
35	1830	1770	—	—			
36	1850	1790	—	—			

(1) Ces petites masses mélangées puis traitées par l'eau sucrée ont abandonné 47,4 p. 100 de chaux, indiquant que la combinaison $SiO^2 2CaO$ n'était pas obtenue à ces températures de cuisson.

(2) Les petites masses cuites aux montres 11 et 12 n'ont abandonné que 2,9 p. 100 de CaO à l'eau sucrée. La formation du silicate bicalcique correspond donc à peu près aux températures de fusion de ces monstres.

(3) Pour les températures correspondant aux montres 29 à 36, il n'a été effectué que deux essais au lieu de 4, ce qui explique les traits horizontaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

paration est extrêmement longue; il me suffisait d'en posséder quelques grammes.

Pensant que la température donnée par le four Deville était insuffisante, j'ai exécuté ces petites cuissons au four électrique. J'ai obtenu constamment la pulvérisation de la masse, soit en la laissant refroidir dans le four, soit en accélérant le refroidissement par un courant d'air, soit même en trempant la masse brusquement dans l'eau.

Parfois cependant les grains obtenus avaient l'apparence de présenter une sorte d'agglomération, n'ayant pas l'aspect bien connu du produit effrité, mais plutôt celle de grains durs agglomérés.

Comme il semblait résulter de ces essais *une apparence* de stabilité, puisque je récoltais parfois des grains et non pas de la poussière, j'ai cherché à produire le silicate bicalcique par une voie détournée et par précipitation en employant le mode opératoire suivant :

Je versais dans un volume déterminé de solution de sucrate de chaux, dont je connaissais la teneur totale en chaux, la quantité correspondante de silicate de soude en solution pour obtenir le silicate bicalcique par précipitation. Il se formait un précipité abondant que l'on séparait par filtration. Je pensais obtenir un liquide exempt de chaux, alors qu'au contraire la chaux dosée par titrage m'a montré que le volume de liquide renfermait exactement la moitié de la chaux introduite. *J'ai réussi à montrer que le silicate bicalcique ne peut exister à l'état hydraté, se transformant en silicate monocalcique et en chaux, confirmant ainsi l'hypothèse de Le Châtelier sur le dédoublement du silicate bicalcique.*

Cette expérience, extrêmement simple à réaliser, confirme également cette partie du beau travail de Keisermann sur l'impossibilité de l'existence du silicate bicalcique en présence de l'eau, mais, par contre, elle est en opposition avec les expériences d'Otto Schott qui serait arrivé également par voie humide à produire du silicate bicalcique, produit qui, filtré et cuit, aurait d'après cet expérimentateur la propriété de durcir sous l'eau comme il est indiqué ci-après.

Dans sa thèse de doctorat, M. Otto Schott assure être arrivé à produire du silicate bicalcique stable, en versant une solution de chlorure de calcium dans une autre solution de silicate de soude. Après lavage du précipité, la matière obtenue était séchée et cuite au four électrique, et le produit obtenu non seulement n'effusait pas, mais durcissait. Toutefois, Schott ayant voulu renouveler cette expérience exactement dans les mêmes conditions, arrivait généralement à des résultats négatifs, c'est-à-dire à constater l'effusement de la masse, en produisant à la fois de la poussière et des grains. Ces derniers séparés par tamisage durcissaient sous l'eau, alors que la farine n'acquérait aucun durcissement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le silicate bicalcique stable lui a donné une résistance de 10 kilos par centimètre carré à la traction après vingt-huit jours en mortier plastique 1 : 3.

La pulvérisation spontanée du silicate bicalcique a été expliquée depuis par Day qui a montré que ce silicate existe sous trois modifications polymorphes α β γ, qu'il a pu caractériser optiquement. D'après cet auteur, la modification α se forme à 1400-1410° et se transforme en modifications β et γ par refroidissement; mais si le refroidissement est rapide, le produit subit une sorte de trempe et reste en totalité ou en partie à l'état de modification α.

Une addition de gypse dans la pâte à ciment modifiant les propriétés du ciment obtenu, j'ai essayé de déterminer si une addition de gypse ou de plâtre dans le mélange correspondant à la production du silicate bicalcique, ne permettrait pas d'obtenir du silicate bicalcique stable.

Pour ces essais, j'ai expérimenté les mélanges ci-après :

			Température de cuisson correspondant aux montres.		
			10	12	21
			—	—	—
SiO^2 2CaO	+ 1 %	gypse déshydraté	Masse cuite possédant une légère cohésion.	Pulvérisation	Pulvérisation.
—	2 %	—		—	—
—	3 %	—		—	—
—	4 %	—		—	—
—	5 %	—		—	—
—	10 %	—		—	—

Ces essais montrent tout simplement que le silicate dicalcique n'était pas formé à la température correspondant à la montre 10, comme je l'ai montré précédemment, et que l'instabilité du silicate est la même aussi bien avec une addition de gypse que sans addition.

Silicate tricalcique. — Il existe dans la nature un silicate tricalcique anhydre, la choridrotite. L'existence de ce corps, qui permet de conclure par simple analogie à l'existence du silicate tricalcique, est contestée par un grand nombre d'expérimentateurs.

Ce corps, considéré par H. Le Châtelier comme le constituant fondamental du ciment, a incité un grand nombre d'expérimentateurs à en chercher le mode de formation.

De ce qu'on peut arriver à fondre à l'état de verre un mélange correspondant à la formule du silicate tricalcique, il ne faut pas en conclure qu'on a dans ce cas du silicate tricalcique.

Même en rejetant l'hypothèse de la fusion, l'influence des produits réfractaires employés pour la préparation de ce silicate est telle qu'il suffit d'une faible quantité de fondants pour modifier complètement la réaction ; aussi,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut-on admettre que la sole ou les creusets employés ont certainement eu une influence dans les divergences de vue des différents expérimentateurs qui se sont occupés de cette question.

Newberry a dès 1903 préparé du silicate tricalcique, mais il ne faut pas oublier qu'il employait une sole contenant de la soude qui, soit par diffusion à haute température, soit par volatilisation, entrait bien probablement dans la masse en voie d'expérience, venant modifier sa composition, et la facilité de réaction des différents éléments.

Paul Rolhand a réussi également à préparer ce corps sans pulvérisation, en se servant du four électrique.

Unger et Schmidt ont réussi également, au four électrique, à préparer ce silicate ; enfin l'un des deux, Unger, est arrivé, à Lauffen, dans l'usine de même nom, à produire des cristaux si volumineux qu'ils ont pu être retirés de la gangue et être analysés séparément.

En ce qui me concerne et malgré de multiples essais en opérant au four électrique Gabreau, avec des mélanges *porphyrisés*, de quartz et de marbre, ou de quartz et de chaux, ou de silice gélatineuse et de chaux, ou de carbonate de chaux précipité du sucrate et de silice gélatineuse, je n'ai *jamais* pu arriver à préparer ce corps. Toujours, soit en laissant la petite masse en ignition se refroidir lentement dans le four, rapidement à l'aide d'un courant d'air, brusquement en la plongeant dans l'eau, j'ai *toujours* obtenu la pulvérisation de la masse.

Il est vrai qu'avec le four électrique dont je me servais, il se produisait un dégagement exagéré de particules de charbon venant réagir par réduction sur le mélange calcaire en ignition.

Quel que soit le cas, j'ai toujours obtenu la pulvérisation complète de la masse par formation du silicate bicalcique.

J'ai essayé de déterminer si je ne pourrais obtenir des mélanges de deux silicates correspondant aux formules SiO^2 2,2 CaO, SiO^2 2,4 CaO, SiO^2 2,6 CaO, SiO^2 2,8 CaO, sans parvenir à aucun résultat, alors que Otto Schott est arrivé à produire du SiO^2 2,5 CaO ne pulvérisant pas et ne gonflant pas. Le produit obtenu par cet expérimentateur donnait 26 kilogrammes à 4 semaines en mortier plastique 1/3. Ce même expérimentateur n'a pu arriver à produire le silicate tricalcique, entièrement stable, c'est-à-dire ne s'effritant pas ; toutes les cuissons ont abouti au même résultat, c'est-à-dire l'obtention d'un produit s'effritant en partie.

ALUMINATES ET FERRITES

Quoique les aluminates et les ferrites notamment jouent un rôle secondaire dans la formation des ciments il convient néanmoins d'en dire quelques mots.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Al^2O^3CaO. — Pour préparer ce corps comme les aluminates plus basiques, je me suis servi d'alumine produite par calcination d'alun ammoniacal. Les mélanges étaient préparés par voie humide, comme il a été décrit, de façon à traverser les mailles du tamis n° 200, et cette opération devait, comme pour les silicates, être exécutée deux fois consécutivement.

Les mélanges obtenus étaient moulés sous la forme de petits cylindres de 30 millimètres de diamètre sur une même hauteur, ou avec l'aide du moule à montres de Séger, puis cuits au four électrique.

A part les difficultés de cuisson, notamment en ce qui concerne la régularité, la production d'aluminate présente peu de difficultés.

L'aluminate monocalcique se produit à la température de 1 500° environ, déterminée avec le pyromètre Féry. La masse obtenue était en partie toujours fondue, très dure et à structure très nettement cristalline.

La masse, broyée finement, puis gâchée, sous forme de petites boulettes, durcissait après quelques instants et supportait dès le lendemain l'immersion dans l'eau bouillante.

Al^2O^3CaO. — Ce corps semble se former à une température un peu inférieure à celle de la formation de l'aluminate précédent, mais qu'il m'a été difficile de noter avec exactitude.

Comme le précédent aluminate, ce dernier présente une masse extrêmement dure. Réduite en poudre fine et gâchée, l'aluminate bicalcique durcit rapidement et, comme le précédent, supporte l'immersion dans l'eau bouillante.

$Al^2O^3 3CaO$ s'obtient à une température peu éloignée de 1 400°. Le produit que j'ai obtenu durcissait rapidement, mais gonflait à l'eau bouillante. Il est possible que ce gonflement soit dû à une imperfection de cuisson.

Ferrites de chaux. — Les ferrites de chaux ne présentent pas un bien grand intérêt, mais comme certains expérimentateurs les considèrent comme des corps actifs susceptibles de remplacer les aluminates, et d'autres comme des corps inertes, j'ai cru utile de les préparer.

Comme dans les essais précédents, les broyages ont été poussés à l'extrême. L'oxyde de fer provenait de la précipitation du sulfate par l'ammoniaque ; le précipité était lavé longuement et entièrement, ce qui est une opération particulièrement longue et fastidieuse.

Le ferrite monocalcique fond à la température voisine de 1 200° et les ferrites plus basiques à des températures supérieures. Les produits obtenus sont noirs et durs.

Les poudres obtenues ont été gâchées et avec aucun des ferrites obtenus, mono, bi, et tricalciques, je n'ai observé le moindre durcissement. Les petites boulettes obtenues avec le ferrite monocalcique et le ferrite bicalcique sem-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blaient acquérir un commencement de durcissement ; la masse accusait à l'ongle une très légère résistance, mais le produit restait ainsi sans durcir. Les petites boulettes, placées entre deux verres de montre dont les bords étaient soigneusement paraffinés pour éviter toute dessiccation, étaient dans le même état après quatre semaines. Quant au ferrite tricalcique, il gonflait franchement.

Ces essais, qui confirmaient ceux obtenus par Le Châtelier, mais qui, par contre, étaient contraires à ceux publiés par Otto Schott, me laissaient indécis sur la conclusion de mes essais, lorsque par la publication toute récente de son beau travail M. S. Keisermann, apportant une conclusion conforme à celle formulée par M. H. Le Châtelier et par moi-même, m'a permis de publier les résultats de mes expériences. Je crois donc pouvoir conclure en disant que les ferrites sont des produits inactifs.

Silico-aluminates et silico-ferrites de chaux. — Ne pouvant arriver à produire le silicate tricalcique, j'ai pensé que je pourrais peut-être arriver à le constituer par une voie détournée, par l'addition de fondants, d'une part alumine ou fer, et d'autre part alumine et fer, en additionnant le mélange de silicate tricalcique de quantités croissantes d'aluminate de chaux et de ferrite de chaux (je veux dire, par là, de mélanges correspondant à un des deux derniers corps). Toutefois, comme l'aluminate tricalcique obtenu dans mes expériences ainsi que le ferrite tricalcique foisonnaient rapidement, notamment pour ce dernier corps, je n'ai ajouté ces deux derniers corps, fer et albumine, qu'à l'état de mélanges bicalciques.

J'ai préparé sur ces données les mélanges ci-après, que j'ai cuits (petites éprouvettes ayant la forme des montres de Séger) aux montres 15, 21, 26 et 32, sauf en ce qui concerne le dernier mélange à 10 p. 100 de Fe^2O^3 qui n'a été cuit qu'aux montres 17 et 21.

Les mélanges étaient les suivants :

$SiO^2 3CaO$	+	$Al^2O^3 2CaO$	dans	lequel	Al^2O^3	forme	2 p. 100	du	mélange	$SiO^2 3CaO$ (1).
—	—	+ Fe^2O^3	—	—	Fe^2O^3	—	2 p. 100	—	—	—
—	—	+ Al^2O^3	—	—	Al^2O^3	—	4 p. 100	—	—	—
—	—	+ Fe^2O^3	—	—	Fe^2O^3	—	4 p. 100	—	—	—
—	—	+ Al^2O^3	—	—	Al^2O^3	—	6 p. 100	—	—	—
—	—	+ Fe^2O^3	—	—	Fe^2O^3	—	6 p. 100	—	—	—
—	—	+ Al^2O^3	—	—	Al^2O^3	—	10 p. 100	—	—	—
—	—	+ Fe^2O^3	—	—	Fe^2O^3	—	10 p. 100	—	—	—

Toutes les cuissons ont donné des produits se pulvérisant spontanément par refroidissement.

(1) $SiO^2 3CaO$ 100 gr. + $Al^2O^3 2CaO$ 4 gr. 17.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pensant que la proportion de chaux était trop considérable, j'ai confectionné les nouveaux mélanges suivants :

	MONTRE 15	MONTRE 21
SiO^2 2,8 CaO dans lequel Al^2O^3 forme 2% du mélange SiO^2 2,8 CaO		
Fe^2O^3 — 2%	Pulvérisation.	Pulvérisation.
Al^2O^3 — 4%	—	—
Fe^2O^3 — 4%	—	—
	—	—
Al^2O^3 — 6%		Stable en partie (base intacte et le reste formé de gros grains).
	—	
Fe^2O^3 — 6%		
Al^2O^3 — 10%	—	—
Fe^2O^3 — 10%	—	Stable.
Les corps Fe^2O^3 et Al^2O^3 étaient ajoutés à l'état de Al^2O^3 2CaO et Fe^2O^3 2CaO.	Stable.	Stable.
SiO^2 2,6 CaO dans lequel Al^2O^3 forme 2% du mélange SiO^2 2,6 CaO		
Fe^2O^3 — 2%	Pulvérisation.	Pulvérisation
Al^2O^3 — 4%	—	—
Fe^2O^3 — 4%	Stable.	Stable
Al^2O^3 — 6%	—	—
Fe^2O^3 — 6%	—	—
Al^2O^3 — 10%	—	—
Fe^2O^3 — 10%	—	—
Les corps Fe^2O^3 et Al^2O^3 étaient ajoutés à l'état de Al^2O^3 2CaO et Fe^2O^3 2CaO	—	—

Dans ses essais, O. Schott est arrivé à produire du silicate tricalcique stable, contenant seulement 4,25 p. 100 d'alumine ; mais si l'on examine le tableau ci-après contenant la composition chimique des mélanges essayés et indiqués par cet expérimentateur, on voit que le silicate formé n'était pas un silicate tricalcique, l'alumine absorbant une quantité de chaux non négligeable pour se combiner à l'état d'aluminate tricalcique.

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
SiO^2	25,2	24,9	24,00	23,2
Al^2O^3	4,2	5,0	7,10	8,3
CaO	70,1	69,7	68,3	68,5

Si on examine le dernier mélange, on calcule que la silice aurait dû absorber 64,9 de chaux pour se transformer à l'état de silicate tricalcique, alors que le mélange n'en renferme que 68,5. D'autre part, pour que l'alumine 8,3 p. 100 puisse se combiner à l'état d'aluminate tricalcique, le mélange aurait dû contenir 78,7 de chaux au lieu de 68,5. D'après l'hypothèse de la transformation de l'alumine à l'état bicalcique confirmé par S. Keisermann, d'après lequel le klinker à ciment contient l'alumine à l'état d'aluminate tricalcique, ce mélange

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(N° 4) était donc en réalité un composé de SiO^2 2,5 CaO, $Al^2O^3$3CaO, et le mélange n° 1 correspondait à SiO^2 2,6 CaO, $Al^2O^3$3CaO.

Par conséquent, les conclusions de Schott sont en réalité conformes à celles auxquelles je suis arrivé moi-même.

J'avoue que la conclusion de Otto Schott relative à la production de silicate tricalcique de chaux ne contenant que 4 p. 100 d'alumine me faisait hésiter à publier mes résultats, pensant qu'il y avait un défaut que je ne parvenais pas à découvrir dans ma méthode d'expérimentation, et ce n'est que pendant la rédaction même de cette note que j'ai pensé à faire le petit calcul ci-dessus.

Comme les mélanges préparés ci-dessus exigent des températures élevées, j'ai tenu à me rendre compte s'il n'était pas possible de produire une combinaison tricalcique, en préparant un mélange silico-alumino-ferreux répondant aux formules ci-après :

$SiO^2$3CaO + ($Al^2O^3$2CaO + $Fe^2O^3$2CaO) mélange ds. lequel Al^2O^3 et Fe^2O^3		représentent chacun 1 % de silicate.
— — — — — —		représentent chacun 2 % de silicate.
— — — — — —		représentent chacun 3 % de silicate.

Ces mélanges, cuits aux températures correspondantes aux montres 15, 21, 26 et 32, ont tous donné lieu à pulvérisation de la masse à l'état de poussière bien nette.

En présence de ces résultats qui confirmaient ceux donnés plus haut, j'ai abaissé la teneur en chaux du silicate, comme il est indiqué ci-après :

	MONTRE 15	MONTRE 21
SiO^2 2,8 CaO + (Al^2O^3 2CaO + Fe^2O^3 2CaO) mélange dans lequel Al^2O^3 et Fe^2O^3		
représentent chacun 1 % du silicate.	Pulvérisation.	Pulvérisation.
— — 2 % —	—	Stable.
— — 3 % —	—	—
— — 5 % —	Stable.	—
SiO^2 2,6 CaO + (Al^2O^3 2CaO + Fe^2O^3 2CaO) mélange dans lequel Al^2O^3 et Fe^2O^3		
représentent chacun 1 % du silicate.	Pulvérisation.	Pulvérisation.
— — 2 % —	Stable.	Stable.
— — 3 % —	—	—
— — 5 % —	—	—

Il n'y a pas grande différence entre le produit alumino-ferreux et les produits seulement alumineux ou ferreux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces essais montrent qu'il est possible de préparer des silicates très basiques, au-dessus de SiO^2 2,5 CaO en les additionnant d'alumine ou d'oxyde de fer à l'état bicalcique.

Dans le travail déjà cité de Keisermann, à la suite d'expériences extrêmement ingénieuses, l'auteur arrive à cette conclusion que les klinkers à ciment sont formés de silicate bicalcique et d'aluminate tricalcique ; d'après lui, le Portland aurait la constitution suivante :

$$4\,(SiO^2\,2\,CaO) + Al^2O^3\,3\,CaO$$

Il serait certainement extrêmement intéressant d'étudier de plus près la conclusion formulée par cet auteur, dont les conclusions théoriques diffèrent de celles admises par Le Châtelier, Otto Schott et les miennes, mais comme, d'autre part, ce travail est tout récent et qu'il ne change en rien les bases actuelles de la fabrication du portland, je ne m'arrêterai pas plus longtemps sur un travail qui mériterait une étude approfondie.

III

Les essais relatés ci-dessus m'indiquant qu'il était possible de produire des ciments synthétiques basiques ne tombant pas en poussière, en prenant les précautions nécessaires au point de vue de la préparation des mélanges et de la cuisson, j'ai confectionné des mélanges SiO^2 2,8 CaO et SiO^2 2,6 CaO additionnés de Al^2O^3 ou Fe^2O^3 dans lesquels l'alumine ou l'oxyde de fer et, dans certaines préparations, l'alumine et l'oxyde de fer étaient représentés par le mélange Al^2O^3 2CaO ou Fe^2O^3 2CaO.

Comme, pour la préparation du ciment, il y a intérêt, dans le but d'obtenir une cuisson aussi parfaite que possible, de mettre en présence des produits aussi fins que possible, ou combinés préalablement, j'ai ajouté dans les produits alumineux la proportion d'alumine à l'état de kaolin.

Le kaolin dont je me suis servi avait la composition chimique suivante :

Silice	47,45
Alumine	38,80
Sesquioxyde de fer	0,57
Chaux	9,17
Magnésie	traces
Acide sulfurique	néant
Perte au feu	13,17
	100,00

Par exemple, si à 91 gr. 19 de SiO^2 2,8 CaO, j'ajoute 5gr,15 de kaolin et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$8^{gr},60$ de CaO, j'obtiens finalement un mélange correspondant à la formule SiO^2 2,8 CaO + 2 0/0 Al^2O^3 sous forme de Al^2O^3 2 CaO.

S'il est facile, ou relativement facile, de convertir en ciment quelques grammes d'un mélange propre à cette transformation, il en est tout autrement s'il s'agit d'obtenir non plus quelques grammes, mais 1 000 ou 1 500 grammes de klinkers.

En dehors des difficultés à vaincre concernant la température même, sa régularité et son uniformité, on se heurte à la matière réfractaire employée qui vient s'ajouter aux difficultés sans nombre que l'expérimentateur est dans l'obligation de vaincre.

Après bien des essais infructueux se traduisant par l'affaissement de la sole ou par une corrosion exagérée, le produit qui m'a donné les meilleurs résultats consistait en un mélange contenant 50 p. 100 de kaolin fondant à la montre 34 de Séger et de 50 p. 100 carborundum cristallisé d'environ 1 à 2 millimètres de grosseur. La masse plastique obtenue était moulée dans un simple moule en bois, puis séchée à l'air d'abord, à l'étuve ensuite, pour finalement être cuite dans le four même.

Une sole semblable résiste assez bien aux conditions de températures nécessaires, mais doit néanmoins être remplacée fort souvent, supportant bien rarement plus de 3 cuissons. Les parties recevant directement la flamme étant généralement fondues et déformées, il est préférable de remplacer la sole pour l'opération suivante plutôt que d'avoir des retours de flamme sur les brûleurs mêmes, ce qui les met rapidement en mauvais état.

Malgré toutes ces précautions, je ne réussissais guère qu'une cuisson sur trois, et encore était-il nécessaire d'éliminer toutes les boulettes en contact avec la sole par un point quelconque, c'est-à-dire toute la première rangée, et parfois même, pour ne pas dire toujours, toute la seconde rangée, par suite de la diffusion, à la température à laquelle j'opérais, des éléments de la sole à travers les boulettes de la première rangée. De plus, toutes les boulettes en contact avec la sole qui n'étaient pas entièrement fondues tombaient généralement en poussière, soit en totalité, soit en partie.

Pour tous les essais que j'ai entrepris, les produits étaient, sauf indications contraires, broyés à l'eau trois fois successivement et tamisées chaque fois au tamis de 4 900 mailles par centimètre carré.

La chaux employée provenait de la calcination de craie de Meudon choisie, l'argile employée était celle utilisée par certaines usines de Portland et provenait de Saint-Omer, la silice était employée sous forme de sable de Fontainebleau calciné et broyé à l'eau, la magnésie était ajoutée sous forme de dolomie, l'alumine sous forme de kaolin parfaitement lavé et l'oxyde de fer, corps qui m'a donné beaucoup de difficultés à obtenir à l'état convenable, était produit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par la précipitation du sulfate de fer par l'ammoniaque. La préparation de ce

Montres de Ségur

Températures correspondantes Ancienne échelle. Nouvelle échelle.	6 1250° 1200°	9 1310° 1280°	11 1350° 1320°	14 1410° 1410°	16 1450° 1460°	19 1500° 1520°
Pâte Candlot.	Gris Friable.	Gris, plus foncé.	Gris foncé. Klinker dur.	Klinker noir à cassure nette. *Instable.*	Klinker noir donnant apparence de bon Klinker. *Stable.*	Klinker noir avec tendance à fondre sur les arêtes. *Stable.*
Pâte de la Sté des Ciments Français.	Gris Friable.	Gris, plus foncé.	Gris, presque noir à cassure nette.	Klinker noir, apparence de la bonne roche. *Stable.*	Noir avec tendance à fondre sur les arêtes. *Stable.*	Commencement de fusion très net.
Pâte de la Sté des Ciments d'Haubourdin.	Gris Friable.	Gris, plus foncé.	Gris, presque noir, cassure nette.	Noir, cassure nette. *Instable.*	Noir, apparence du bon Klinker. *Stable.*	Commencement de fusion sur les arêtes. *Stable.*
Pâte Sollier.	Gris très friable.	Gris plus foncé. Légèrement friable.	Noir, apparence de la bonne roche. *Stable.*	Noir avec pointe fondue. *Stable.*		
Pâte Cambier.	Gris Friable.	Gris Friable.	Gris foncé. Dur.	Noir, apparence de la bonne roche. *Stable.*	Noir, cassure bien nette. *Stable.*	

dernier corps exige un temps très long par suite des décantations et des lavages extrêmement nombreux qui sont nécessaires.

Lorsque les mélanges obtenus étaient suffisamment séchés pour pouvoir donner une pâte, la masse était soigneusement malaxée, puis moulée à la main

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous la forme de petites boulettes d'environ 15 millimètres de diamètre, séchées et conservées dans des bocaux.

La préparation de ces mélanges m'a demandé de longs mois de manipulations constantes.

Pour me guider dans la cuisson des différents ciments, j'ai préalablement déterminé la température de cuisson de différents mélanges employés dans la fabrication des portland artificiels, mis obligeamment à ma disposition par des industriels placés à la tête des Sociétés ci-dessus désignées et que je ne saurais trop remercier.

Les mélanges (pâtes à ciment) étaient moulés sous la forme de petites

TENEUR EN ARGILE. %	N° DES MONTRES de Séger.	ÉTAT DES KLINKERS obtenus.
20,61	14 courbée nettement 16 courbée légèrement	Dur, semble manquer de cuisson
21,91	14 — courbée 16 — pointe courbée	Bien cuite
23,26	14 — courbée 16 — très légèrement courbée	Bien cuite
24,58	14 — fondue entièrement 16 — courbée nettement	Peau lisse, semble légèrement trop cuite
25,90	14 — fondue 16 — courbée	Peau lisse, commencement de fusion
27,22	10 — à peine courbée 12 — intacte	Compact — dur, peau rugueuse
30,52	8 — légèrement courbée 10 — intacte	Bien cuite, arêtes nettes

montres de Séger, et leur température de cuisson était déterminée dans un four Méker comparativement avec les montres de Séger. Pour vérifier la stabilité des produits obtenus, les petites masses cuites obtenues étaient broyées finement, gâchées sous forme de petites boulettes de la grosseur d'un pois et qui, le lendemain, étaient placées dans l'eau bouillante.

Comme on le voit par ces résultats, il n'y a pas une bien grande différence comme point de cuisson entre tous ces ciments.

De plusieurs déterminations que j'ai faites dans un des fours tournants de l'usine de M. Candlot, à Dennemont, à l'aide du pyromètre Féry, j'ai obtenu la température de 1450° comme température maximum.

L'argile constituant l'apport des fondants dans le mélange servant à la fabri-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cation du ciment, j'ai voulu me rendre compte de son influence réelle en faisant varier la teneur.

Pour ces essais, j'ai employé de la pâte Candlot à laquelle j'ai ajouté des proportions croissantes d'argile de Saint-Omer.

En plus de ces essais, j'ai déterminé la température de cuisson au moyen du pyromètre Féry sur les mélanges argileux étudiés d'autre part de pâte Candlot et de pâte de la Société des Ciments Français de Boulogne-sur-Mer additionnés d'argile de Saint-Omer.

Une augmentation d'argile abaisse certainement le point de concrétion du

	TENEUR en argile	1250°	1290°	TEMPÉRATURES DE CUISSON 1305°	1325°	1330°	1350°	1365°	1415°
Pâte Candlot additionnée d'argile	22	Gris		Gris foncé					noir *stable*
	24,58	Gris		d°				noir bien cuit	
	26	Gris jaune		Température de cuisson non notée					
	28	Gris jaune foncé		Cuisson nette produits durs					
Pâte de la Société des ciments français additionnée d'argile	22	Gris	Gris		Gris foncé	Noir	Noir *stable*	1405 noir *stable*	
	24	Gris jaune							
	26	Gris jaune			Compact, dur, cuisson terminée				
	28	Gris jaune foncé		1310 cuisson terminée					

ciment, mais il est difficile de noter ces différences avec exactitude, car bien souvent entre le temps de l'observation au pyromètre et celui du prélèvement de l'échantillon et de son refroidissement même sous l'influence d'un fort courant d'air à travers le trou de visée, la température a pu s'élever ou s'abaisser.

Poursuivant l'idée contraire, je me suis efforcé de déterminer l'élévation de température nécessaire pour concréter une pâte à ciment additionnée d'un peu de carbonate de chaux précipité du sucrate par l'acide carbonique, en ramenant les pâtes à 19 p. 100 d'argile. Il n'est pas douteux que, dans ce cas, il soit nécessaire d'élever notablement la température pour obtenir un klinker noir et compact.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour ces essais, je me suis borné à effectuer de petites cuissons comparativement à des montres de Séger, et en notant comme point extrême l'apparition d'un excès de cuisson.

Une diminution dans la proportion d'argile ajoutée, diminuant notablement la température exigée, il était intéressant de voir s'il était possible, en poussant énergiquement le broyage des matières premières, d'augmenter la proportion d'argile sans pour cela former une quantité exagérée de poussières, ni diminuer la résistance.

De plus, il était intéressant de se rendre compte expérimentalement de la

	14	16	19	20	22
Pâte Candlot.	Noirâtre, scorification nettement très faible.	Scorification plus accentuée.		Peau moins rugueuse.	Commencement de fusion sur les bords.
Pâte Sté des Ciments français.	—	Scorification plus accentuée.		Peau moins rugueuse.	Pointe trop scorifiée.
Pâte Sté des chaux et ciments d'Haubourdin.	—	Scorification plus accentuée.		Peau moins rugueuse.	Pointe trop scorifiée.
Pâte Sollier.	—	—		Bords nettement scorifiés.	
Pâte Cambier.	—	—		Peau moins rugueuse.	Commencement de fusion sur les bords.

diminution de résistance par rapport à l'augmentation de la proportion d'argile.

Pour ces essais, j'ai opéré sur deux pâtes normales, auxquelles j'ai ajouté des proportions croissantes, de façon à obtenir les proportions de 22 p. 100, 24 p. 100, 26 p. 100, 28 p. 100 et 30 p. 100 d'argile.

Les résultats obtenus forment les tableaux ci-après.

Je crois utile de rappeler que, pour tous ces essais, les produits ont été broyés à l'eau, tamisés à la toile 200, puis séchés et que ces opérations ont été renouvelées successivement deux fois chacune, comme il a déjà été décrit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A. — Pâte Candlot :

Argile %	22,00
Température de cuisson	1415°
Poids de Klinker	1124
Poids de poussières	78
Poussières % de roches	6,9

Composition chimique :

	Klinkers	Poussières
Silice	21,64	26,18
Alumine	9,59	12,65
Sesquioxyde de fer	4,41	4,77
Chaux	62,25	54,93
Magnésie	1,57	1,14
Acide sulfurique	traces	traces
Perte au feu	0,16	0,43
Non dosés et pertes	0,38	—
TOTAL	100,00	100,10

Expansion à 100° à l'appareil Le Châtelier 2 millimètres.

Résistance à la compression par centimètre carré : Mortier plast. 1/3 ; Proportion d'eau de gâchage : 10 p. 100. (Cylindres de 30 mm. Diamètre sur même hauteur).

Après :

1 semaine	78	85	100	84	71	84	83,6
4 —	128	71	150	135	142	114	123,3
12 —	114	157	128	142	128	157	137,6
26 —	142	142	100	128	121	135	128

Nota. — La prise de ce ciment étant trop rapide pour pouvoir être gâché, le sable a été mouillé avec 2 p. 100 d'eau, le mélange sable ciment a été effectué, puis laissé 2 heures en état, et on a ensuite ajouté la quantité d'eau nécessaire (8 p. 100) pour arriver au chiffre de 10 p. 100.

B. — Pâte Candlot :

Teneur en argile	24,58 %
Température de cuisson	1365
Poids de Klinkers	1869
Poussières	néant.

Composition chimique :

Silice	28,80
Alumine	10,25
Sesquioxyde de fer	4,32
Chaux	61,65
Magnésie	1,12
Acide sulfurique	traces.
Perte au feu	0,00
Non dosés et pertes	—
TOTAL	100,04

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Résistance à la compression en mortier plast. 1/3 :
Après :

							Moyenne.
1 semaine. . . .	34	35	21	28	34	28	30
4 —	63	63	58	63	62	70	63,1
12 —	92	107	92	114	92	100	99,5
26 —	195	195	200	243	215	208	209,3

C. — Pâte Candlot :

Argile %	26,00
Température de cuisson.	non notée
Poids de Klinkers	1968
Poids de poussières.	88
Poussières % de roches	4,5

Composition chimique :

	Klinkers	Poussières
Silice	26,98	25,17
Alumine.	10,57	11,07
Sesquioxyde de fer.	4,67	4,73
Chaux.	56,25	57,45
Magnésie	1,01	0,95
Acide sulfurique.	traces	traces
Perte au feu	0,30	0,36
Non dosés et pertes.	0,02	0,27
TOTAL	100,00	100,00

Expansion à 100°. Appareil Le Châtelier 3 millimètres.
Résistance à la compression en mortier plastique 1/3 :
Après :

							Moyenne.
1 semaine. . . .	7,1	7,1	8,5	5,7	7,1	5,7	6,8
4 —	5,7	7,1	7,1	4,2	5,7	7,1	6,1
12 —	11,4	8,5	6,4	10	14,2	11,8	10,5
26 —	43	57	41	31	50	64	49,3

D. — Pâte Candlot :

Argile %	28,00
Température de cuisson	1305°
Poids de roches.	1845
Poips de poussières.	60
Poids de poussières % de Klinkers. . . .	3,2 %

Composition chimique :

Silice	26,74	35,20
Alumine.	12,05	16,40
Sesquioxyde de fer. . . .	4,76	4,80
Chaux.	55,09	42,30
Magnésie.	0,83	0,99
Acide sulfurique	néant	néant
Perte de feu	0,40	0,40
Non dosés et pertes. . . .	0,23	0,11
TOTAL	100,00	100,00

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Expansion à 100°. Désagrégation.

Résistance à la compression par centimètre carré.

Après :

							Moyenne.
1 semaine. . . .	28	19	28	30	23	33	26,8
4 —	21	23	50	24	23	21	22
12 —	21	23	28	24	26	30	25,7
26 —	28	26	24	29	26	24	26,2

E. — Pâte Candlot :

Argile %	30,52
Température de cuisson	montres de Séger : 8 — 10
Poids de Klinkers	874
Poids de poussières.	1029

Composition chimique des Klinkers (effectuée après quelques jours) :

Silice	28,94
Alumine	10,78
Sesquioxyde de fer	5,07
Chaux	52 70
Magnésie	0,99
Acide sulfurique	traces
Perte au feu	1,29
Non dosés et pertes.	0,33
TOTAL . . .	100,00

Résistance à la compression :

Le produit ne donne lieu à aucune prise, même après une semaine.

Les cylindres confectionnés ne formaient qu'une boue après quelques jours.

Ces essais montrant qu'il était possible d'augmenter la teneur en argile sans craindre la formation de poussières, si le broyage des matières était insuffisant, j'ai renouvelé les mêmes essais avec de la pâte à ciment de la Société des Ciments français de Boulogne-sur-Mer à laquelle j'ai ajouté des quantités croissantes d'argile de Saint-Omer.

Les résultats ont été les suivants et confirment les essais précédents :

F. — Pâte de la Société des Ciments français de Boulogne-sur-Mer :

Argile %	22,00
Température de cuisson.	1405
Poids de Klinkers.	1832
Poids de poussières.	21
Poids de poussières % de Klinkers	1,1

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Composition chimique :

	Klinkers	Poussières
Silice	23,69	32,27
Alumine	8,25	8,31
Sesquioxyde de fer	2,25	1,71
Chaux	64,30	55,01
Magnésie	1,50	1,23
Acide sulfurique	traces	traces
Perte au feu	0,46	1,16
Non dosés et pertes	—	0,31
TOTAL	100,46	100,00

Expansion à 100°. Appareil Le Châtelier : 1mm,5.
Résistance à la compression, mortier plastique 1/3 :
Après :

							Moyenne
1 semaine	92	71	114	78	100	64	86
4 —	114	142	128	150	114	135	130
12 —	150	128	142	157	170	142	148
26 —	214	214	150	157	185	155	179

G. — Pâte de la Société des Ciments français de Boulogne-sur-Mer, additionnée d'argile de Saint-Omer ;

Argile %	24,00
Température de cuisson	1380
Poids de roches	2538
Poids de poussières	000
Silice	25,05

Composition chimique des klinkers :

Alumine	8,47
Sesquioxyde de fer	2,51
Chaux	61,91
Magnésie	1,43
Acide sulfurique	traces
Perte au feu	0,00
Non dosés et pertes	0,63
TOTAL	100,00

Expansion à 100°, appareil Le Châtelier : 2 millimètres.
Résistance à la compression en mortier plastique 1/3.
Après :

							Moyenne.
1 semaine	14	13	21	18	21	61	17
4 —	50	43	36	50	36	43	43
12 —	57	78	74	70	79	64	70
26 —	128	135	170	121	157	170	147

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

H. — Pâte de la Société des Ciments français de Boulogne-sur-Mer, additionnée d'argile de Saint-Omer :

Argile %	26,00
Température de cuisson	1325°
Poids de Klinkers	2315
Poids de poussières	48
Poids de poussières % de roches	1,9

Composition chimique :

	Klinkers	Poussières
Silice	25,96	27,81
Alumine	9,02	8,88
Sesquioxyde de fer	2,72	2,59
Chaux	59,44	58,94
Magnésie	1,90	1,54
Acide sulfurique	traces	traces
Perte au feu	0,79	0,20
Non dosés et pertes	0,17	0,04
TOTAL	100,00	100,00

Expansion : n'a pas eu lieu.

Résistance à la compression en mortier plastique 1/3 :

Après :

							Moyenne.
1 semaine	13	14	7	8	7	7	8
4 —	8	10	10	13	7	11	9,8
12 —	10	11	14	11	13	13	10,2
26 —	13	14	13	15	18	14	12,4

I (1). — Pâte de la Société des Ciments français de Boulogne-sur-Mer additionnée d'argile de Saint-Omer.

Argile %	28,00
Température de cuisson	1310°
Poids de Klinkers	2055 gr.
Poids de poussières	468
Poids de poussières % de Klinkers	22,7

Composition chimique :

	Klinkers	Poussières
Silice	27,75	29,14
Alumine	9,80	9,85
Sesquioxyde de fer	2,81	2,72
Chaux	55,96	56,75
Magnésie	1,60	1,35
Acide sulfurique	traces	traces
Perte au feu	1,75	0,40
Non dosés et pertes	0,33	—
TOTAL	100,00	100,21

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Résistance à la compression en mortier plast. 1/3.

La pâte obtenue n'a donné lieu à aucune prise, ni à aucun durcissement même après 4 semaines. Après 12 semaines les cylindres étaient à l'état de boue.

Argile grossière. — Devant ces résultats, j'ai cru intéressant de déterminer si une proportion, même faible, d'argile en grains, assez grossiers était susceptible d'amener la pulvérisation de la masse.

A de la pâte normale Candlot j'ai ajouté de l'argile de Saint-Omer, de façon à obtenir une addition supplémentaire de 3 p. 100 d'argile, mais possédant une finesse différente comme il est indiqué ci-après :

J. — argile passant au tamis de 144 mailles retenue par le tamis de 324.
K. — — — 324 — — 900.
L. — — — 900 — — 4900.

Le premier mélange a donné à la cuisson les résultats ci-dessous :

J	Klinkers	1480 gr.	soit	18,8	de poussières	% de Klinkers.
	Poussières	281				
K	Klinkers	1337				
	Poussières	78 gr.	—	5,8	—	— —
L	Klinkers	1636				
	Poussières	11	—	0,7	—	— —

Ces essais montrent, de la façon la plus nette, l'influence de la finesse des pâtes sur la production des poussières.

Les analyses des klinkers et de la poussière ont donné les résultats ci-après :

Silice	21,18	29,08	21,11	26,76	22,57	28,26
Alumine	9,45	7,27	8,88	6,49	8,36	8,19
Sesquioxyde de fer	4,48	2,41	4,30	2,96	4,29	2,73
Chaux	64,01	60,13	64,39	63,42	63,92	58,13
Magnésie	0,69	0,51	0,55	0,27	0,24	0,47
Acide sulfurique	traces	traces	traces	traces	traces	traces
Perte au feu	0,10	0,31	0,36	0,46	0,36	1,72
Non dosés et pertes	0,10	0,29	0,41	—	0,26	0,50
TOTAUX	100,00	100,00	100,00	100,36	100,00	100,00

Les klinkers ont donné à la compression en mortier plastique 1/3, les résultats ci-après :

Ciment J.

							Moyenne
2 jours	38	34	40	36	36	39	37
1 semaine	85	96	94	92	108	92	94,5
4 —	114	121	107	123	107	127	116,5
12 —	200	178	243	200	170	157	191
26 —	231	235	238	235	234	235	234

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ciment K.

2 jours	33	30	32	30	29	30	30,6
1 semaine	100	78	94	82	92	79	87,5
4 —	114	92	121	100	92	107	104,3
12 —	157	178	121	155	117	128	142,7
26 —	257	207	355	235	271	250	262,5

Ciment L.

2 jours	55	38	42	40	45	44	44
1 semaine	106	114	94	109	86	103	102
4 —	200	155	192	142	151	164	151
12 —	150	200	214	228	164	214	195
26 —	171	197	207	194	192	220	197

En ce qui concerne la proportion de poussières, les résultats sont fort nets.

On voit en effet que la proportion de poussières augmente avec la grosseur des grains d'argile.

De 18,8 p. 100 avec l'argile, de finesse comprise entre les tamis 144 mailles, 324 mailles, elle n'est plus que de 5,8 avec l'argile, comprise entre les tamis 324-900 mailles, pour arriver à ne donner que 0,7 p. 100 de poussières avec l'argile fine 900-4 900.

En ce qui concerne les résistances, les résultats sont moins nets.

Action du sable. — On sait avec quels soins, dans les usines travaillant par voie humide, on cherche à se débarrasser des grains de sable contenus dans la craie ou dans l'argile, alors que dans les usines travaillant par voie sèche, il est impossible d'en débarrasser les matières premières autant qu'en les broyant et les amenant à un grand degré de finesse.

J'ai cherché dans les expériences suivantes à me rendre compte expérimentalement de l'influence du sable à différents états de finesse.

M. — Pâte Candlot, tamisée au tamis de 4 900 mailles, additionnée de 5 p. 100 de sable siliceux de Leucate (Aude) passant à travers les mailles du tamis de 144 mailles par centimètre carré et retenu sur les mailles du tamis de 324 mailles.

Température de cuisson.	1385°
Poids de Klinkers	1408 gr.
Poids de poussières	438 gr.

Si les poussières ne constituent pas une proportion aussi élevée qu'on était en droit de le penser, il faut noter qu'aucune boulette n'est restée entière, toute la masse se présentant sous la forme de petits grains.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Composition chimique :

	Klinkers.	Roches.
Silice	19,89	31,58
Alumine	8,29	7,20
Sesquioxyde de fer	4,85	2,25
Chaux	66,71	58,40
Magnésie	traces	—
Acide sulfurique	traces	—
Perte au feu	0,09	0,25
Non dosés et pertes	0,17	0,54
TOTAL	100,00	100,00

Résistance à la compression, mortier plastique 1/3.

Après :

Petits grains.

							Moyenne.
1 semaine	214	171	200	143	143	200	178
4 —	214	214	221	185	164	200	199
12 —	200	214	171	176	243	193	198
26 —	228	214	207	235	226	250	226

Poussières.

1 semaine	7	4	7	7	8	4	6,1
4 —	10	7	7	8	10	7	8,6
26 —	21	18	28	17	20	7	18,5

N. — Pâte Candlot, tamisée au tamis de 4 900 mailles, additionnée de 5 p. 100 de sable broyé et tamisé au tamis de 4 900 mailles.

Ce mélange a été broyé et tamisé trois fois successivement comme il a été indiqué d'autre part.

Température de cuisson	1 380°
Poids de Klinkers	1 849
Poids de poussières	néant.

Composition chimique des Klinkers :

Silice	25,83
Alumine	5,01
Sesquioxyde de fer	3,76
Chaux	64,98
Magnésie	0,14
Acide sulfurique	traces
Perte au feu	0,08
Non dosés et pertes	0,20
TOTAL	100,00

Il est à remarquer qu'à cette finesse la production de poussières a été nulle, ce qui confirme l'influence de la finesse des matières premières dans la préparation du ciment.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les essais de résistance à la compression, en mortier plastique 1/3, n'ont pas eu lieu.

Pâte Candlot tamisée au tamis de 4 900 mailles, additionnée de 10 p. 100 de sable lavé et tamisé au même tamis.

Ce mélange a été broyé et tamisé trois fois successivement, comme il a été indiqué d'autre part.

Température de cuisson. . . . . 1 400°

(La température exacte était supérieure à 1 400° et inférieure à 1 440°.)

Poids de Klinkers	426
Poids de poussières	1451
Poids de poussières % de Klinkers.	340

Composition chimique :

	Klinkers	Poussières
Silice	31,33	31,09
Alumine.	6,72	7,16
Sesquioxyde de fer.	3,79	4,45
Chaux.	58,00	58,11
Magnésie	traces	traces
Acide sulfurique.	traces	traces
Perte au feu	0,07	0,11
Non dosés et pertes.	0,07	0,08
TOTAL. . .	100,00	100,00

Résistance à la compression en mortier plastique 1/3 :

La poudre obtenue par broyage n'a donné lieu à aucune prise ni à aucun durcissement, même après quatre semaines.

Les essais précédents ayant montré qu'il y avait une certaine élasticité concernant la présence de silice à la condition qu'elle soit à un grand degré de finesse, j'ai voulu me rendre compte s'il en était de même du carbonate de chaux.

Pour ces essais, j'ai opéré sur des petites quantités de pâte additionnée de carbonate de chaux dans les proportions suivantes :

P. — Pâte Candlot tamisée au tamis de 4 900 mailles + 5 p. 100 de marbre blanc passant à travers les mailles du tamis de 144 mailles par centimètre carré et restant sur celles du tamis de 324 mailles.

Q. — Même pâte additionnée de 5 p. 100 de marbre blanc tamisé au tamis de 4 900 mailles.

Les deux produits ont été disposés côte à côte sur la sole du four.

Température de cuisson. . . . . 1 410°

Poids de Klinkers :

P.	310 grammes.
Q.	340 —
Poussières dans les deux cas.	néant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Expansion à 100°, désagrégation complète.

Dans ces conditions, les essais de résistance n'ont pas été exécutés.

Il ressort de cette série d'essais que, dans la fabrication courante, le dosage exact a moins d'importance qu'une grande finesse des produits, au point de vue de la production des poussières.

III

Dans les essais qui suivent, je me suis efforcé d'étudier les propriétés de ciments exclusivement siliceux-alumineux, siliceux-ferreux et enfin siliceux-alumineux-ferreux, répondant à la constitution

$$SiO^2\ 2{,}6\ CaO\begin{cases} Al^2O^3\ 2\ CaO \\ Fe^2O^3\ 2\ CaO \end{cases}$$

J'ai donc préparé comme il a été indiqué plus haut les mélanges suivants :

N°s 1	SiO^2 2,6 CaO	+	4 %	Al^2O^3	à l'état de	Al^2O^3	2	CaO
2	—	+	6 %	—	—	—		
3	—	+	8 %	—	—	—		
4	—	+	10 %	—	—	—		
5	—	+	12 %	—	—	—		
6	—	+	14 %	—	—	—		
7	SiO^2 2,6 CaO	+	4 %	Fe^2O^3	à l'état de	Fe^2O^3	2	CaO
8	—	+	6 %	—	—	—		
9	—	+	8 %	—	—	—		
10	—	+	10 %	—	—	—		
11	—	+	12 %	—	—	—		
12	—	+	14 %	—	—	—		
13	SiO^2 2,6 CaO	+	2 %	Al^2O^3	à l'état	Al^2O^3	2	CaO
			2 %	Fe^2O^3	—	Fe^2O^3	2	CaO
14	—	+	3 %	Al^2O^3	—	Al^2O^3	2	CaO
			3 %	Fe^2O^3	—	Fe^2O^3	2	CaO
15	Si^2O^3 2,6 CaO	+	4 %	Al^2O^3	à l'état	Al^2O^3	2	CaO
			4 %	Fe^2O^3	—	Fe^2O^3	2	CaO
16	—	+	5 %	Al^2O^3	—	Al^2O^3	2	CaO
			5 %	Fe^2O^3	—	Fe^2O^3	2	CaO
17	—	+	6 %	Al^2O^3	—	Al^2O^3	2	CaO
			6 %	Fe^2O^3	—	Fe^2O^3	2	CaO
18	—	+	7 %	Al^2O^3	—	Al^2O^3	2	CaO
			7 %	Fe^2O^3	—	Fe^2O^3	2	CaO

Ne pouvant me fier à l'aspect caractéristique du ciment ordinaire, car le ciment alumineux, par suite de la teneur extrêmement faible d'oxyde de fer qu'il renferme toujours est seulement très légèrement vert, j'ai considéré la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cuisson comme bonne, lorsque le klinker obtenu était dur, compact et qu'il présentait peu de différence d'aspect avec celui obtenu à la température de la montre précédente.

	Numéros des montres.			
1	9 friable	12 dur	14 dur compact 15° d°	16 même aspect Désagrégation à 100°
2	9 friable	12 dur	15 dur compact	16 même aspect Désagrégation à 100°
3	9 assez dur	12 dur	14 dur compact	16 fritté aux angles Gonflement à 100°
4	9 dur	14 dur compact	15 même aspect	Non observé
5	9 dur	14 dur compact	16 fritté	Stable 100°
6	9 dur	13 dur compact	15 dur et compact	—
7	9 dur	14 compact	16 fritté aux angles	Désagrégation à 100°
8	9 dur	14 compact	16 cassure nette	Gonflement à 100°
9	9 dur	15 compact	15 dur compact	Stable à 100°
10	9 dur	13 compact dur	14 même aspect	—
11	9 dur	14 compact dur	14 même aspect	—
12	9 dur	13 compact dur	14 même aspect	—
13	9 dur	14 compact dur	16 compact dur	Gonflement
14	9 dur	14 compact dur	16 compact dur	Stable à 100°
15	9 dur	14 compact dur	16 compact dur	Non observé à 100°
16	9 dur	14 compact dur	16 compact dur	Stable
17	9 dur	14 compact dur	15 compact dur	—
18	9 dur	12 compact dur	14 compact dur	—

Ces essais d'expansion étaient exécutés en broyant la petite masse obtenue ayant environ 10 millimètres de hauteur, d'abord au mortier d'Abich pour éviter toute perte, puis au mortier d'agate. La poudre obtenue était humectée avec deux ou trois gouttes d'eau, gâchée sous forme de boule, et la boulette obtenue était mise à durcir entre deux verres de montre humectés d'eau à l'intérieur, pour éviter toute dessiccation.

Il est probable que si on avait pu cuire les mélanges constamment avec 4 et 6 p. 100 de fondants à une température supérieure, on aurait peut-être pu éviter la désagrégation dans l'eau bouillante ou le gonflement.

Les essais précédemment exécutés m'ayant montré que les produits contenant 2 p. 100 de fondant, cuits à la montre n° 15, correspondent à la température maximum donnée par mon four, j'ai cru inutile de préparer ces mélanges.

Après avoir été essayés comme il est indiqué ci-dessus, les mélanges ont été cuits sous forme de petites boulettes d'environ 15 millimètres de diamètre, dans le four spécialement construit pour ces cuissons relativement importantes, mais par suite de l'usure des parois, du mauvais état des brûleurs déjà renouvelés plusieurs fois, il m'a été impossible d'atteindre dans aucun

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cas la température de 1 400°. Tous les essais de la première série (alumineux) sont tombés en poussières, et dans la seconde série, ciments ferreux, deux mélanges seulement, contenant respectivement 7 p. 100 et 8 p. 100 d'oxyde de fer, ont pu être obtenus.

En présence de ces résultats, j'ai jugé inutile d'exécuter les cuissons de la troisième série.

Sur ces entrefaites, M. Guillet, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, ayant bien voulu mettre à ma disposition une partie du four utilisé chez MM. de Dion-Bouton, pour la fabrication des bougies d'allumage en porcelaine dure, dans lequel on atteint une température un peu supérieure à 1 400° déterminée avec le pyromètre Le Châtelier, j'ai fabriqué de nouveau les 12 mélanges des deux premières séries.

Les boulettes des 18 mélanges ont été placées dans des cassettes, et le tout a été disposé dans la partie la plus chaude du four; mais, par suite d'un décalage de la masse, tous les mélanges, ainsi qu'un grand nombre de bougies en porcelaine ont été renversés, mélangés, ne formant qu'une masse informe de ciments, bougies et cassettes masse.

De ces 18 mélanges, je n'ai donc obtenu que deux ciments ferreux réussis à 7 et 8 p. 100 d'oxyde de fer.

Ces ciments ont été essayés, et les résultats donnés par ces produits sont indiqués ci-après.

Comme ces deux ciments n'étaient pas gâchables, par suite de la rapidité de la prise, ils ont été mouillés avec 3 p. 100 d'eau le 20 octobre 1908, broyés le 30 novembre de la même année, pour être gâchés aussitôt.

Composition chimique (Klinkers non mouillés).

SiO^2	26,43	25,82
Fe^2O^3	8,20	7,14
CaO	65,45	67,10
TOTAL	100,08	100,06

Expansion à 100° : 1 millimètre.

Résistance à la compression par centimètre carré en mortier plastique 1/3 :

							Moyenne.
1 semaine	7,1	4,2	5,7	4,2	7,1	4,2	5,4
4 —	11,1	14,2	12,7	15,7	11,1	8,5	12,3
12 —	11,1	15,7	14,2	10	14,2	15,7	13,5
26 —	20	24,2	21,3	27,1	28,5	30	25,1

Poids de Klinkers	792 gr.
Poids de poussières	366
Poussières % de Klinkers	46
Température de cuisson	1375°
Expansion à 100°	3 mm.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Résistance à la compression en mortier plastique 1/3 :

							Moyenne
1 semaine.	7,1	8,5	5,7	7,1	5,7	7,1	6,8
4 —	8,5	14,2	11,1	14,2	7,1	12,7	11,3
12 —	11,1	15,7	8,5	17,1	12,7	14,1	13,2
26 —	28,5	38,5	32,8	35,7	40	30	35,9

Comme on le voit, les résistances données par ces deux ciments sont faibles comparativement à celles obtenues avec les ciments précédents. Ces résistances confirment numériquement les résultats obtenus par Otto Schott qui a trouvé avec les ferrites les résistances très faibles ci-dessous :

Fe^2O^3 1 CaO.	8 kgr. par cm².
Fe^2O^3 2 CaO.	5 kgr. par cm².
Fe^2O^3 3 CaO.	fentes-gonflements.

De plus, ces résultats confirment les données de Le Châtelier, ainsi que les derniers résultats publiées par S. Keisermann.

Ciment magnésien. — Dans les essais de ciment magnésien exécutés en Allemagne, qui tous ont donné lieu à l'observation de gonflement, on pouvait penser que si la finesse des ciments employés avait été plus grande, les phénomènes d'expansion observés auraient pu ne pas avoir lieu.

Dans les quelques essais qui suivent, j'ai employé de la dolomie qui comme tous les autres corps précédemment essayés était dans un état de finesse extrême.

Les produits employés, argile de Saint-Omer et dolomie, avaient les compositions suivantes :

	Argile.	Dolomie.
SiO^2	58,29	1,16
Al^2O^3.	16,33	1,40
Fe^2O^3.	7,37	
CaO	0,74	31,66
MgO	1,87	19,80
Acide sulfurique	traces	traces
Perte au feu.	16,00	45,18
Non dosés et pertes. . .	0,60	0,80
TOTAL.	100,00	100,00

J'ai confectionné avec ces produits des mélanges correspondant à $(SiO^2\,Al^2O^3\,Fe^2O^3)\,2{,}8\left\{\begin{matrix}CaO\\MgO\end{matrix}\right.$ obtenus en mélangeant 100 parties d'argile et 346,9 de dolomie, donnant un ciment dont la composition chimique calculée était la suivante :

SiO^2	22,90
Al^2O^3.	7,78
Fe^2O^3	2,70
CaO	40,66
MgO	24,93
	99,97

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce mélange cuit aux montres		12-15
—	—	15-18
—	—	18-21

a donné des masses bien cuites, exemptes de poussières, qui, broyées, ont acquis une résistance sensible, mais se sont désagrégées dans la vapeur d'eau.

Devant ces résultats, je n'ai pas cru devoir continuer ces essais, d'autant plus que la question des ciments magnésiens offre peu d'intérêt.

CONCLUSIONS

De ces essais, je puis conclure :

Silicates. — *a*) Le silicate monocalcique, comme il a été déjà démontré par diverses expérimentations, ne jouit d'aucune propriété hydraulique.

b) Le silicate bicalcique ne jouit d'aucune propriété hydraulique et se pulvérise toujours (il y a néanmoins lieu de rapprocher l'existence des trois silicates $\alpha\ \beta\ \gamma$ que je n'ai pu contrôler).

c) Conformément aux conclusions de Le Châtelier et celles plus récentes de Keisermann, je n'ai pu préparer ce silicate en présence de l'eau, ce corps se dédoublant en silicate monocalcique et en chaux hydratée. Ce fait est en opposition avec les conclusions de Otto Schott qui est arrivé à produire le silicate bicalcique par voie humide, stable à la cuisson et capable de durcir.

d) Je n'ai pu arriver à produire le silicate tricalcique.

Aluminates. — L'aluminate monocalcique et l'aluminate bicalcique sont douées de propriétés hydrauliques et sont stables à l'eau chaude.

Je n'ai pu obtenir d'aluminate tricalcique stable.

Ferrites. — Je n'ai observé dans les ferrites aucune propriété hydraulique conformément aux conclusions de H. Le Châtelier et de Keisermann, et contrairement à celles de Otto Schott qui leur reconnaît ces propriétés.

Silico-aluminates et silico-ferrites. — Je n'ai pu arriver à former de silico-aluminates ou de silico-ferrites à haute teneur en chaux ; la basicité maximum du produit étant représentée par la forme stokiométrique $SiO^2 2{,}6\,CaO + 4$ p. 100 d'alumine ou d'oxyde de fer à l'état $Al^2O^3\,2\,CaO$ ou $Fe^2O^3\,2\,CaO$, conclusions identiques aux résultats calculés d'après les expériences d'Otto Schott.

Ciments. — *a*) Influence de la proportion d'argile.

La proportion d'argile influe considérablement sur la résistance en la diminuant dans des proportions très notables.

b) Influence de la finesse des produits.

Des produits très argileux à 28 p. 100 peuvent être cuits sans donner lieu à formation exagérée de poussières si les matières premières sont suffisamment fines. Au contraire, les *grains* d'argile donnent lieu à formation de poussières

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et cette proportion est d'autant plus considérable que les grains sont volumineux.

c) Influence du sable. Les grains de sable favorisent également la formation de poussières. On a donc le plus grand intérêt, dans la fabrication des ciments, à préparer des matières réduites à une très grande finesse.

d) Température de cuisson. La température de cuisson pour les produits courants et ceux contenant au maximum 24 p. 100 d'argile est comprise entre 1 400-1 450°; par contre, la diminution d'argile exige une élévation de température.

e) Les ciments dans lesquels l'alumine est remplacée par l'oxyde de fer donnent de faibles résistances, ce qui est conforme aux conclusions données plus haut en ce qui concerne les ferrites.

f) Magnésie. Conformément aux idées en cours, et notamment aux expériences de Dyckerkoff, les ciments contenant une proportion élevée de magnésie sont expansifs.

En terminant la rédaction de ce travail, je suis heureux d'exprimer à M. H. Le Châtelier tous mes plus vifs remerciements pour ses précieux conseils concernant l'établissement du programme et l'exécution des essais.

CONTRÔLE DES MONTRES DE SÉGER

Ayant remarqué, au cours de ces essais, notamment dans les expériences préliminaires, que certaines montres de Séger semblaient fondre à des températures éloignées de celles indiquées, je résolus, en collaboration avec M. Chenu, assistant à la section des matériaux de construction du Laboratoire d'Essais, quoique ces déterminations ne rentrent pas dans le programme des essais relatif à la constitution du ciment, de déterminer le point de fusion des montres de Séger par comparaison avec les indications données par le pyromètre Le Châtelier.

Pour ces déterminations, nous nous sommes servis d'un four électrique à spires en nickel construit par nos soins, dont le tube en porcelaine avait un diamètre intérieur de 45 mm. sur une longueur de 600 mm.

Pour les températures au delà de 1 000°, nous avons utilisé un four Méker à tube de même dimension.

Pour être certains de placer les montres exactement dans la même zone que la zone entourant l'extrémité de la canne du pyromètre, nous avons adopté la disposition suivante : l'extrémité de la canne du pyromètre était placée entre deux montres de même numéro, et le tout dans un petit cylindre en nickel ou en réfractaire, suivant la température observée; une des extrémités du cylindre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

était percée d'une ouverture laissant juste passer l'extrémité de la canne.

De plus, pour éviter les courants d'air, la partie arrière du tube était

MONTRE 022 Température indiquée : 590°				MONTRE 021 Température indiquée : 620°				MONTRE 020 Température indiquée : 650°			
TEMPS (1)	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G (2)	D (3)	TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D	TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	588,5	Rien	Rien	0	621	Rien	Rien	0	650	Rien	Rien
1	592	—	—	1	621	—	—	1	650	—	—
2	596	—	—	2	621	—	—	2	651,5	—	—
3	600	—	—	3	622,5	—	—	3	653,5	—	—
4	600	—	—	4	622,5	—	—	4	653,5	—	—
5	600	—	—	5	624,5	—	—	5	653,5	—	—
6	598	—	—	6	624,5	—	—	6	653,5	—	—
7	592	—	—	7	624,5	—	—	7	653,5	—	—
8	592	—	—	8	626	—	—	8	653,5	—	—
9	588,5	—	—	9	626	—	—	9	653,5	—	—
10	586,5	—	—	10	626	—	—	10	653,5	—	—
11	588,5	—	—	11	628	—	—	11	655	—	—
12	592	—	—	12	628	—	—	12	658,5	—	—
13	596	—	—	13	628	—	—	13	665,5	—	—
14	602	—	—	14	630	—	—	14	674	—	—
15	609	—	—	15	632	—	—	15	685	—	—
16	615	—	—	16	636	—	—	16	695	—	—
17	621	—	—	17	641	—	—	17	705	—	—
18	628	—	fléchit	18	648	—	—	18	714,5	—	—
19	638	—	—	19	655	—	—	19	25	—	—
20	640	—	—	20	662	—	—	20	734	—	—
21	646,5	—	—	21	669	—	—	21	744	—	—
22	650	—	—	22	676	—	—	22	751,5	—	—
23	657	fléchit	—	23	682	—	—	23	761	fléchit	—
24	660,5	horizont	fondue	24	688,5	—	—	24	769	collée	fléchit
25	667,5	fondue		25	695	—	—	25	778,5		—
				26	701,5	—	—	25,20°	782		horizont
				27	706,5	fléchit	—	25,30°	783		fondue
				28	712,5	collée	fléchit				
				29	718		—				
				30	725		—				
				31	729,5		horizont				
				31,30°	732,5		fondue				

(1) Minutes. — (2) G : Gauche. — (3) D : Droite.

remplie de fils d'amiante et l'extrémité avant était en partie obstruée par un disque en terre cuite percé d'une petite ouverture.

Les deux montres à observer étaient collées avec un peu d'argile réfractaire sur une petite lamelle en nickel ou en terre réfractaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MONTRE 019 Température indiquée : 680°				MONTRE 018 Température indiquée : 710°				MONTRE 017 Température indiquée : 740°			
TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D	TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D	TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	679,5	Rien	Rien	0	711	Rien	Rien	0	744	Rien	Rien
1	679,5	—	—	1	714,5	—	—	1	744	—	—
2	681,5	—	—	2	714,5	—	—	2	744	—	—
3	681,5	—	—	3	714,5	—	—	3	745,5	—	—
4	681,5	—	—	4	714,5	—	—	4	747	—	—
5	681,5	—	—	5	712,5	—	—	5	747	—	—
6	681,5	—	—	6	711	—	—	6	748,5	—	—
7	681,5	—	—	7	711	—	—	7	748,5	—	—
8	681,5	—	—	8	711	—	—	8	748,5	—	—
9	681,5	—	—	9	714,5	—	—	9	748,5	—	—
10	681,5	—	—	10	714,5	—	—	10	748,5	—	—
11	681,5	—	—	11	716,5	—	—	11	748,5	—	—
12	679,5	—	—	12	718	—	—	12	750	—	—
13	681,5	—	—	13	718	—	—	13	750	—	—
14	684	—	—	14	721,5	—	—	14	750	—	—
15	686,5	—	—	15	723	—	—	15	750	—	—
16	692	—	—	16	726,5	—	—	16	750	—	—
17	699,5	—	—	17	734	—	—	17	747	—	—
18	709,5	—	—	18	740,5	fléchit	—	18	747	—	—
19	718	—	—	19	748,5	—	—	19	747	—	—
20	731	—	—	20	753	—	—	20	747	—	—
21	740,5	—	—	21	759,5	—	—	21	747	—	—
22	750	—	—	22	767,5	—	—	22	747	—	—
23	759,5	—	—	22,40°	772	horizont	—	23	747	—	—
24	770,5	—	—	23	773,5	—	fléchit	24	747	—	—
25	782	—	—	23,40°	778,5	fondue	—	25	748,5	—	—
26	788,5	—	fléchit	24	782		—	26	748,5	—	—
27	798	—	horizont	25	787		—	27	750	—	—
27,30°	803	—	fondue	26	793		—	28	750	—	—
28	807,5	fléchit		26,25°	796,5		horiz nt	29	750	—	—
28,40°	812	horizont		27	800		fondue	30	750	—	fléchit
29	825	fondue						31	753	—	—
								32	759	—	—
								33	761	—	—
								34	764,5	—	—
								35	769	—	—
								36	772	—	—
								37	776,5	—	horizont
								38	782	—	—
								38, 30°	784,5	fléchit	—
								39	787	—	—
								39, 30°	790	—	fondue
								40	796,5	—	
								41	806	horizont	
								41, 30°	809	fondue	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MONTRE 016

Température indiquée : 770°

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	765	Rien	Rien
1	769	—	—
2	772	—	—
3	773,5	—	—
4	773,5	fléchit	—
5	773,5	—	—
6	770,5	—	—
7	769	—	—
8	767,5	—	—
9	767,5	—	—
14	769	—	fléchit
18	770,5	horizont	—
19	772	—	—
20	773,5	fondue	—
21	776,5		—
22	784		—
23	790		—
24	795		—
25	800		—
26	804,5		—
27	810,5		—
28	815		fondue

MONTRE 015

Température indiquée : 800°

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	767,5	Rien	Rien
1	769	—	—
2	772	—	—
3	783,5	—	—
4	790	—	—
5	796,5	fléchit	—
6	800	—	fléchit
7	806	—	—
8	809	—	—
9	806	—	—
10	803	—	—
11	800	—	—
12	797,5	—	—
13	797,5	—	—
14	796	—	—
15	800	—	—
16	803	—	—
16,5°	809	—	horizont
17	812	horizont	—
18	821,5	—	fondue
19	832	fondue	
20	838		

Dans cette expérience la montre gauche s'est affaissée sur elle-même

MONTRE 014

Température indiquée : 830°

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	828,5	Rien	Rien
0,30°	832	—	fléchit
1	832	—	—
2	832	fléchit	—
3	835	—	—
4	838	—	—
5	838	—	—
6	838	—	—
7	838	—	horizont
8	835	—	—
9	835	—	—
10	836,5	—	—
10,30°	832	—	fondue
11	832	—	
12	828,5	horizont	
13	828,5	—	
14	832	—	
15	832	fondue	

MONTRE 013

Température indiquée : 880°

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	821,5	fléchit	
1	823	—	fléchit
2	825	—	—
3	828,5	—	—
4	830	—	—
5	838	—	—
6	841	—	—
7	848,5	—	—
8	856	horizont	—
9	859	—	—
10	862	—	—
11	865	—	—
11,30°	868	fondue	—
12	869,5		fondue sur elle-même

MONTRE 012

Température indiquée : 890°

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	844	fléchit	fléchit
1	847,5	—	—
2	851,5	—	—
3	853	—	—
4	857,5	—	—
5	862	—	—
6	866,5	horizont	horizont
7	871,5	—	—
7,30°	875	fondue	fondue

MONTRE 011

Température indiquée : 920°

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	821,5	Rien	fléchit
1	828,5	—	—
2	836,5	—	—
3	842,5	—	—
4	851,5	—	—
5	857,5	—	—
6	865	—	—
7	871,5	fléchit	horizont
8	878	—	—
9	883,5	—	fondue
10	890,5	horizont	
11	898	—	
12	902,5	fondue	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La température indiquée comme point de fusion de la montre était atteinte en deux heures environ et maintenue exactement pendant dix minutes, de façon que toute la masse des montres atteigne la température, puis on montait la température progressivement et lentement.

MONTRE 010
Température indiquée : 950°

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	ÉTAT DES MONTRES D
	812	Boursouflement considérable	
	875	Affaissement irrégulier, les montres tombant sur le côté sans présenter la caractéristique.	

L'essai répété trois fois, soit sur 6 montres, a toujours donné lieu aux mêmes observations.

MONTRE 09
Température indiquée : 970°

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	ÉTAT DES MONTRES D
0	960		
1	966		
1,30°	967,5	fléchit	
2	967,5		
3	966	se boursoufle dans le bas.	
4	967,5		
5	969		
6	974,5		
7	980		fléchit
8	983		
9	983		
9,30°	984,5	horizont	
10	984,5		
11	984,5		
12	984,5		
13	983		
14	981,5		
15	980		
16	978,5		
16,30°	977	fondue	horizont
17	978,5		
18	980		
19	985,5		
20	990,5		
20,30°	995		fondue

MONTRE 08
Température indiquée : 990°

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	ÉTAT DES MONTRES D
0	990,5	Rien	Rien
1	990,5	—	—
2	988	—	—
3	985,5	—	—
4	980	—	—
5	983	—	—
6	985,5	—	—
7	989,5	—	—
8	991,5	—	—
9	991,5	—	—
10	990	—	—
11	990	—	—
12	989,5	—	—
13	990,5	—	—
14	993	—	—
15	998	—	—
16	1004	—	—
17	1009	—	—
18	1017,5	—	—
19	1027,5	fléchit	fléchit
20	1041	—	—
21	1055,5	horizont	horizont
22	1062	fondue	fondue

Comme températures des montres observées, on notait les points ci-après :

1° Le fléchissement lorsque l'extrémité commençait à s'incliner ;

2° L'instant où la montre était horizontale ;

3° Le moment où la pointe arrivait au même niveau que la base.

En présence des résultats obtenus, qui montrent des différences considérables entre les points indiqués par les montres et ceux indiqués par le pyromètre, nous avons fait une nouvelle détermination en rédigeant définitivement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette note, c'est-à-dire environ trois années après les déterminations faisant l'objet des tableaux ci-après.

Pour cette nouvelle détermination, les fils du couple étaient placés chacun dans un petit tube en silice fondue, la soudure était noyée dans une petite bou-

MONTRE 07 Température indiquée : 1010°				MONTRE 06 Température indiquée : 1030°				MONTRE 05 Température indiquée : 1050°			
TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D	TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D	TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	1010	Rien	Rien	0	1030	Rien	Rien	0	1050	Rien	Rien
1	1010	—	—	1	1031,5	—	—	1	1053	—	—
2	1009	—	—	2	1030	—	—	2	1055	—	—
3	1007	—	—	3	1030	—	—	3	1055	—	—
4	1008,5	—	—	4	1030	—	—	4	1052,5	—	—
5	1010	—	—	5	1030	—	—	5	1050	—	—
6	1012,5	—	—	6	1030	—	—	6	1050	—	—
7	1016,5	—	—	7	1030	—	—	7	1052,5	—	—
8	1017,5	—	—	8	1030	—	—	8	1053	—	—
9	1015,5	—	—	9	1030	—	—	9	1055	—	—
10	1015,5	—	—	10	1031,5	—	—	10	1056,5	—	—
11	1021,5	—	—	11	1033	—	—	11		—	—
12	1023,5	—	—	12	1034,5	—	—	12		—	—
13	1027,5	—	—	13	1035	—	—	13		—	—
14	1032,5	—	—	14	1036,5	—	—	14		—	—
15	1038	—	—	15	1038,5	—	—	15	1072	—	—
16	1044,5	—	—	16	1043,5	—	—	20	1097	—	—
17	1050,5	—	—	17	1049	—	—	23	1112	fléchit	fléchit
18	1057	—	—	18	1054,5	—	—	24	1118	—	horizont
19	1063,5	fléchit	fléchit	19	1060,5	—	fléchit	24,30'	1122	horizont	—
20	1070,5	—	—	20	1068	—	—	25	1123	—	fondue
21	1077,5	—	—	21	1073	fléchit	—	25,30'	1125	fondue	
21,30'	1079	horizont	horizont	22	1079	—	—				
22	1084	—	fondue	23	1085,5	—	—				
22,30'	1086,5	fondue		24	1091,5	—	horizont				
				24,50'	1124,5	horizont	—				
				25	1128,5	—	fondue				
				25,30'	1131	fondue					

lette d'argile, sur laquelle reposait la montre à observer. Nous évitions ainsi les différences de vitesse d'échauffement et de rayonnement entre le couple et la montre de Seger, phénomènes que, dans ces conditions, on peut admettre comme sensiblement égaux.

Pour éviter toute critique, il aurait été nécessaire d'employer une boule protectrice du couple en matière de même composition que la montre étudiée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MONTRE 04
Température indiquée :
1070°

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	1069	Rien	Rien
1	1070	—	—
2	1073	—	—
3	1074	—	—
4	1073,5	—	—
5	1074	—	—
6	1074	—	—
7	1074	—	—
8	1074	—	—
9	1874	—	—
10	1074	—	—
15	1082	—	—
18	1097	fléchit	—
19	1102	—	—
20	1105	—	fléchit
22,5	1116	horizont	—
23	1122	—	horizont
23,5	1126	fondue	—
24,5	1127		fondue

MONTRE 03
Température indiquée :
1090°

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	1090	Rien	Rien
1	1093	—	—
2	1096	—	—
3	1100	—	—
4	1100	—	—
5	1103	—	—
6	1103	—	—
7	1102	—	—
8	1101	—	—
9	1100	—	—
10	1100	—	—
11	1102	—	—
12	1105	—	—
13	1107	—	—
14	1109	—	—
15	1112	—	—
16	1116	—	fléchit
17	1120	—	—
18	1126	fléchit	—
18,5	1128	—	horizont
19	1131	—	—
19,5	1134	—	fondue
20	1137	horizont	
21	1142,5	fondue	

MONTRE 02
Température indiquée :
1110°

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	1109,5	Rien	Rien
1	1109,5		
2	1111		
3	1112,5		
4	1116		
5	1116		
6	1116		
7	1116		
8	1117		
9	1118		
10	1120		
11	1125		
12	1131		
13	1133		
14	1133	fléchit	
15	1144		
16	1144		fléchit
17	1154		
18	1154	horizont	
19	1160	fondue	horizont
20,30s	1165		fondue

MONTRE 01
Température indiquée :
1130°

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	1090		
1	1103	fléchit	fléchit
2	1110	—	—
3	1116	—	—
4	1120	—	—
5	1125	—	—
6	1128	—	—
7	1131	—	—
8	1132	horizont	horizont
9	1129	fondue	fondue

MONTRE 1
Température indiquée :
1150°

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	1108	fléchit	fléchit
1	1113	—	
2	1119	—	—
3	1125	—	—
4	1131	—	—
5	1136	—	—
6	1141	horizont	—
7	1147	fondue	fondue
8	1152		horizont

MONTRE 2
Température indiquée :
1170°

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT des MONTRES G	D
0	1100	Rien	Rien
1	1113	—	—
2	1118	—	—
3	1121	—	fléchit
4	1126	—	—
5	1127	flétrit	—
6	1130	—	—
7	1133	—	—
8	1139	—	—
9	1142,5	—	—
10	1146	—	—
11	1152	—	—
12	1155	—	horizont
13	1157	horizont	—
14	1157,5	—	fondue
15	1157,5	fondue	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le four était un four Heraeus à spirales en platine, et les soudures étaient

MONTRE 3
Température indiquée : **1190°**

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	1189,5	Rien	Rien
1	1189,5	—	—
2	1194	—	—
3	1194	—	—
4	1196	—	—
5	1198	—	—
6	1198	—	—
7	1198	fléchit	fléchit
8	1198	—	—
9	1198	—	—
10	1198	—	—
11	1199	—	—
12	1200	horizont	horizont
13	1201	—	—
14	1201	—	—
15	1203	fondue	fondue

MONTRE 4
Température indiquée **1210°**

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	1208	fléchit	fléchit
1	1208,5	—	horizont
1,25	1208	horizont	—
1,75	1208	—	fondue
2	1206	—	
2,25	1207	fondue	

MONTRE 5
Température indiquée : **1230°**

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	1225	fléchit	
1/2	1228	—	fléchit
1	1230	horizont	—
1 1/2	1234	—	horizont
2	1234	fondue	—
3	1231,5		fondue

MONTRE 6
Température indiquée : **1250°**

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	1244		fléchit
1/4	1245	fléchit	—
1	1247	—	—
2	1252	—	—
3	1254	—	horizont
4	1254	—	—
4 1/2	1254	horizont	—
5	1254	—	fondue
6	1254	—	
7	1254	fondue	

MONTRE 7
Température indiquée : **1270°**

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	1257	fléchit	fléchit
1	1268	—	—
2	1273	—	—
3	1275	horizont	horizont
4	1278	—	—
5	1280	fondue	fondue

MONTRE 8
Température indiquée : **1290°**

TEMPS	TEMPÉRATURE	ÉTAT DES MONTRES G	D
0	1257	fléchit	Rien
1	1262	—	—
2	1268	—	—
3	1273	—	—
4	1275	—	—
5	1278	—	—
6	1283	horizont	fléchit
7	1290	—	—
8	1293	fondue	—
9	1296		horizont
10	1293		—
11	1293		fondue

reliées à deux vases remplis de pétrole dans lesquels elles trempaient et dont on notait la température.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En opérant sur la montre 0 20 indiquée comme fondant à la température de 670° d'après les nouvelles déterminations, nous avons obtenu les résultats suivants :

Temps nécessaire pour arriver à 670°	2	heures	(fléchissement).
Temps laissé à 670°	10	minutes.	
Temps nécessaire pour arriver à 714°	10	—	
— — 745°	10	—	(horizontalement).
— — 755°	10	—	(fondue).

Nous avons donc encore trouvé une différence de + 85° entre les températures de fusion *dans ces conditions* et celle indiquée.

Il est certain que ces déterminations sont très délicates à mener à bien, et il est possible qu'en laissant la température de 714° agir pendant longtemps, nous aurions peut-être observé la fusion de la montre, à une température inférieure à 755°, c'est-à-dire à une température se rapprochant de celle indiquée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS DES MONTRES	TEMPÉRATURES correspondantes		TEMPÉRATURES OBSERVÉES (Pyromètre Le Châtelier).						DIFFÉRENCES ENTRE LES TEMPÉRATURES OBSERVÉES ET INDIQUÉES PAR LES MONTRES DE SEGER								OBSERVATIONS
			FLÉCHISSEMENT		HORIZONTALE		FUSION		FLÉCHISSEMENT				HORIZONTALE				FUSION				
									ANCIENNE ÉCHELLE		NOUVELLE ÉCHELLE		ANCIENNE ÉCHELLE		NOUVELLE ÉCHELLE		ANCIENNE ÉCHELLE		NOUVELLE ÉCHELLE		
	Ancienne échelle	Nouvelle échelle	Gauche.	Droite.	Gauche.	Droite.	Gauche.	Droite.	Gauche.	Droite.	Gauche.	Droite.	Gauche.	Droite.	Gauche.	Droite.	Gauche.	Droite.	Gauche.	Droite.	
022	590	600	637	628	660,5	—	**667,5**	**660,5**	+ 67	+ 38	+ 57	+ 28	+ 70,5	—	+ 60,5	—	+ **77,5**	+ **70,5**	+ **67,5**	+ **60,5**	
021	620	650	706,5	712,5	—	729,5	—	**732,5**	+ 86,5	+ 92,5	+ 56,5	+ 62,5	—	+ 109,5	—	+ 79,5	—	+ **112,5**	—	+ **82,5**	
020	650	670	761	769	—	782	—	**783**	+ 111	+ 119	+ 91	+ 99	—	+ 132	—	+ 112	—	+ **133**	—	+ **113**	
019	680	690	807,5	788,5	812	798	**815**	**803**	+ 127,5	+ 108,5	+ 117,5	+ 98,5	+ 132	+ 118	+ 122	+ 108	+ **135**	+ **123**	+ **125**	+ **113**	
018	710	710	740,5	773,5	772	796,5	**778,5**	**800**	+ 30,5	+ 63,5	+ 30,5	+ 63,5	+ 62	+ 86,5	+ 62	+ 86,5	+ **68,5**	+ **90**	+ **68,5**	+ **90**	
017	740	730	784,5	750	806	776,5	**809**	**790**	+ 44,5	+ 10	+ 54,5	+ 20	+ 66	+ 36,5	+ 76	+ 46,5	+ **69**	+ **50**	+ **79**	+ **60**	
016	770	750	773,5	769	770,5	—	**776,5**	**815**	+ 3,5	— 1	+ 23,5	+ 19	+ 0,5	—	+ 20,5	—	+ **6,5**	+ **45**	+ **26,5**	+ **65**	
015	800	790	796,5	800	812	809	**832**	**821,5**	— 3,5	—	+ 6,5	+ 10	+ 12	+ 9	+ 22	+ 19	+ **32**	+ **21,5**	+ **42**	+ **34,5**	
014	830	815	832	832	828,5	838	**832**	**832**	+ 2	+ 2	+ 17	+ 17	— 1,5	+ 8	+ 13,5	+ 23	+ **2**	+ **2**	+ **17**	+ **17**	
013	860	835	821,5	823	856	—	**868**	**869,5**	— 38,5	— 37	— 13,5	— 12	— 4	—	+ 21	—	+ **8**	+ **9,5**	+ **33**	+ **34,5**	
012	890	855	844	844	866,5	866,5	**875**	**875**	— 46	— 46	— 11	— 11	— 23,5	— 23,5	+ 11,5	+ 11,5	— **15**	— **15**	+ **20**	+ **20**	
011	920	880	871,5	821,5	890,5	871,5	**902,5**	**883,5**	— 48,5	— 98,5	— 8,5	— 58,5	— 29,5	— 48,5	+ 10,5	+ 9,5	— **17,5**	— **36,5**	+ **22,5**	+ **3,5**	
010	950	900	Boursouflement de toute la masse																		
09	970	920	967,5	980	984,5	977	**977**	**995**	— 2,5	+ 10	+ 47,5	+ 60	+ 14,5	+ 7	+ 64,5	+ 57	+ **7**	+ **25**	+ **57**	+ **75**	
08	990	940	1027,5	1027,5	1055,5	1055,5	**1062**	**1062**	+ 37,5	+ 37,5	+ 87,5	+ 87,5	+ 65,5	+ 65,5	+ 115,5	+ 115,5	+ **72**	+ **72**	+ **122**	+ **122**	
07	1010	960	1063,5	1063,5	1079	1079	**1086,5**	**1084**	+ 53,5	+ 53,5	+ 103,5	+ 103,5	+ 69	+ 69	+ 119	+ 119	+ **76,5**	+ **74**	+ **126,5**	+ **124**	
06	1030	980	1073	1060,5	1124,5	1091,5	**1131**	**1128,5**	+ 43	+ 29,5	+ 93	+ 80,5	+ 94,5	+ 61,5	+ 144,5	+ 111,5	+ **101**	+ **98,5**	+ **151**	+ **148,5**	
05	1050	1000	1112	1112	1122	1118	**1125**	**1123**	+ 62	+ 62	+ 112	+ 112	+ 72	+ 68	+ 122	+ 118	+ **75**	+ **73**	+ **125**	+ **123**	
04	1070	1020	1097	1105	1116	1122	**1126**	**1127**	+ 27	+ 35	+ 77	+ 85	+ 46	+ 52	+ 96	+ 102	+ **56**	+ **57**	+ **106**	+ **107**	
03	1090	1040	1126	1116	1137	1128	**1142,5**	**1134**	+ 36	+ 26	+ 86	+ 76	+ 47	+ 38	+ 97	+ 88	+ **52,5**	+ **44**	+ **102,5**	+ **94**	
02	1110	1060	1133	1144	1154	1160	**1160**	**1165**	+ 23	+ 34	+ 73	+ 84	+ 44	+ 50	+ 94	+ 100	+ **50**	+ **55**	+ **100**	+ **105**	
01	1130	1080	1103	1103	1132	1132	**1129**	**1129**	— 27	— 27	+ 23	+ 23	+ 2	+ 2	+ 52	+ 52	— **1**	— **1**	+ **49**	+ **49**	
1	1150	1100	1113	1113	1147	1147	**1152**	**1152**	— 37	— 37	+ 13	+ 13	— 3	— 3	+ 47	+ 47	+ **2**	+ **2**	+ **52**	+ **52**	
2	1170	1120	1127	1121	1157	1155	**1157,5**	**1157,5**	— 43	— 49	+ 7	+ 1	— 13	— 15	+ 37	+ 35	— **12,5**	— **12,5**	+ **37,5**	+ **37,5**	
3	1190	1140	1198	1198	1200	1200	**1203**	**1203**	+ 8	+ 8	+ 58	+ 58	— 10	+ 10	+ 60	+ 60	+ **13**	+ **13**	+ **63**	+ **63**	
4	1210	1160	1208	1208	1208	1208,5	**1207**	**1208**	— 2	— 2	+ 48	+ 48	— 2	— 1,5	+ 48	+ 48,5	— **3**	— **2**	+ **47**	+ **48**	
5	1230	1180	1225	1228	1230	1234	**1234**	**1231,5**	— 5	— 2	+ 45	+ 48	—	+ 4	+ 50	+ 54	+ **4**	+ **1,5**	+ **54**	+ **51,5**	
6	1250	1200	1245	1244	1254	1254	**1254**	**1254**	— 5	— 6	+ 45	+ 44	+ 4	+ 4	+ 54	+ 54	+ **4**	+ **4**	+ **54**	+ **54**	
7	1270	1230	1257	1257	1275	1275	**1280**	**1280**	— 13	— 13	+ 27	+ 27	+ 5	+ 5	+ 45	+ 45	+ **10**	+ **10**	+ **50**	+ **50**	
8	1290	1250	1257	1283	1283	1296	**1293**	**1293**	— 33	— 7	+ 7	+ 33	— 7	+ 6	+ 33	+ 46	+ **3**	+ **3**	+ **43**	+ **43**	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE CHIMIE

Par M. JULES GARÇON

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Généralités. — Les industries minières, métallurgiques, chimiques, etc, de la Nouvelle-Calédonie, de Madagascar et de la Martinique, en 1909-1910.
Chaux, ciments, etc. — Les essais de chaux sur les chantiers.
Céramique. — Dépôts métalliques sur les poteries.
Composés minéraux. — Les sous-produits du carborundum. — Les azotures d'aluminium. — La conductibilité électrique du sélénium.
Métaux et métallurgie. — Sur la cémentation. — Sur les métaux anti-friction. — L'aiguisage des outils et la gravure des métaux par l'électrolyse.
Composés organiques. — Sur le camphre naturel. — Nature de l'acide gallotannique.
Chimie médicale et hygiénique. — L'intoxication oxycarbonée. — Le sucre dans l'alimentation. — Les dangers des siphons d'eaux minérales. — La chimie des anesthésiques.

LES INDUSTRIES MINIÈRES, MÉTALLURGIQUES, CHIMIQUES, ETC., DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE, DE MADAGASCAR ET DE LA MARTINIQUE, EN 1909-1910.

Les rapports annuels sur la Nouvelle-Calédonie, Madagascar, la Martinique donnent, sur l'état en 1910 des industries minières, métallurgiques, chimiques, etc., de ces trois colonies des renseignements détaillés, dont il semble utile de présenter ici les points principaux.

I. — NOUVELLE-CALÉDONIE

Industrie. — Ce sont les industries extractives qui tiennent toujours la plus large part.

Dans le courant de 1910, il a été installé, à Tao, une usine pour traiter les minerais de nickel par l'électricité.

L'usine hydro-électrique de Tao est destinée à des essais industriels ayant pour effet la transformation en fontes, et éventuellement l'affinage, des minerais de nickel à basse teneur. Les premières expériences auraient démontré la possibilité d'obtenir des ferro-nickels d'une teneur allant progressivement de 50 à 95 p. 100. L'usine définitive disposera d'une force de 10 000 HP fournie par le captage de l'ensemble des sources de Tao.

La Société des Hauts Fourneaux de Nouméa a installé des hauts fourneaux à la pointe Doniambo; ils ont commencé à fonctionner, et 6 cubilots ont été mis successivement en marche.

L'usine a pour objet la première fusion des minerais nickelifères de la colonie qui appartiennent, comme on le sait, à la classe des hydrosilicates de nickel et leur transformation en mattes contenant 45 p. 100 en moyenne de métal nickel. Le minerai peut être traité à partir d'une teneur de 5,50 p. 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les opérations sont effectuées dans des cubilots ayant une capacité de traitement de 14 tonnes produisant avec des minerais à la teneur de 7 p. 100, 1 500 kilos de mattes par journée de vingt-quatre heures.

L'usine a commencé ses exportations de mattes de nickel à la teneur de 45 p. 100; 760 tonnes environ, d'une valeur de près de 1 million ont été exportées en 1910.

A Pilou, dans le Nord, une usine à traiter les minerais de cuivre a commencé à fondre vers la fin de l'année et une première exportation de mattes a été effectuée.

Il existe deux usines pour la fabrication des conserves de viande; une seule a travaillé en 1910 et a produit pour l'exportation une quantité importante de conserves. Deux usines à parfums nouvellement installées ont donné de bons résultats. Il ne reste qu'une distillerie de rhum à Saint-Louis; elle n'ouvre que quelques mois de l'année et sa production est limitée.

Des usines pour la fabrication du sucre, des huiles d'arachides et de coprah, du tapioca ont donné jadis des produits appréciés; on pourrait ajouter la fabrication des huiles de ricin et de coton.

De même, il serait facile de monter une usine pour la fabrication du beurre, produit importé d'Australie pour une valeur annuelle de près de 100 000 francs. Les environs de Nouméa pourraient entretenir assez de vaches laitières pour alimenter une usine installée avec les derniers perfectionnements, de façon à obtenir un beurre de qualité régulière.

On a exporté, en 1910, 302 000 kilos de peaux de bœufs, d'une valeur de 219 000 francs. On importe d'autre part 10 000 kilogs de grandes peaux corroyées, surtout des cuirs à semelles d'une valeur de 40 000 francs. Ce trafic est appelé à augmenter avec le développement de l'industrie de la fabrication des conserves et la consommation de plus en plus grande du bétail pour la boucherie. Il y aurait intérêt de tanner les peaux et de les corroyer sur place avant de les exporter. Actuellement, ces peaux ne peuvent être exportées à l'état brut qu'en Australie.

Les tannins abondent en Nouvelle-Calédonie; rien n'empêche aussi de substituer aux tannins végétaux les sels de chrome. En travaillant les peaux dans la colonie, au lieu d'exporter un produit qui vaut actuellement 200 000 francs en chiffre rond, l'exportation ne serait pas loin d'atteindre 1 million. Cette production est assez importante pour alimenter une industrie.

Une fabrique de boutons de nacre, montée il y a quelques années, avait dû fermer ses portes, n'ayant pu parvenir à se créer des débouchés. Une autre usine avait tenté de livrer seulement la matière mi-préparée. en éliminant des coquillages les parties inutilisables; mais le relèvement des cours sur les trocas a rendu plus avantageuse l'exportation de ce produit à l'état naturel.

Par suite de la concurrence des tabacs d'importation, de ceux d'Algérie notamment, la fabrique de tabacs a arrêté sa fabrication.

Mines. — Il existait, en 1910, 1 265 concessions embrassant une étendue de 199 798 hectares. Étaient en exploitation : 29 mines de nickel, 1 de fer chromé, 2 de cobalt, 1 de cuivre, 1 de plomb. Donc, les travaux n'ont porté que sur 34 exploitation, d'une superficie de 7 577 hectares. c'est-à-dire les 3,8 p. 100 de l'étendue totale affectée aux périmètres miniers.

La fusion sur place des minerais, c'est le remède à cette situation déplorable. Nous avons vu son établissement réalisé par la Société des Hauts Fourneaux de Nouméa, et par l'usine hydro-électrique de Tao.

La Société « le Nickel » a fait connaître son intention d'opérer la fusion d'une partie de sa production minérale, dans un établissement qui serait édifié à Thio. 40 000 tonnes au moins de minerai de nickel subiront une première transformation et seront expédiées sous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

forme de mattes, aux usines d'affinage exploitées en Europe par la Société « le Nickel ».

La Société « le Chrome » a conçu l'exécution d'un vaste programme de travaux ayant pour but la création d'un lac artificiel destiné à emmagasiner l'énergie nécessaire à l'installation d'une ou de plusieurs usines d'électricité, 17 200 HP seraient directement utilisés sous forme de courant à basse tension pour les fours électriques. Les usines seraient plus particulièrement destinées à la fabrication des ferro-nickels et des ferro-chromes. Il y a possibilité de mettre en marche, dans un maximum de deux ans, l'usine de Yaté. De grandes quantités de minerai, laissées aujourd'hui sans emploi par suite de leur faible valeur marchande, seront utilisées. De nouveaux centres d'extraction s'ouvriront.

Mines de nickel. — 29 concessions, appartenant à 13 propriétaires (7 233 hectares), et exploitées par 14 exploitants, ont fourni 99 030 tonnes, d'une teneur moyenne de 6 à 7 p. 100. Le minerai a été vendu de 22,50 à 32 fr. 50 la tonne, au port d'exportation.

En ce qui concerne le nickel, la part qui nous est faite dans la consommation mondiale est restée à peu près stationnaire aux environs de 5 000 tonnes par an, tandis que le Canada, à la faveur de ses moyens d'action et de conditions économiques particulières, était seul à progresser et fournissait le surplus de la production du nickel-métal, qui passait de 10 400 tonnes en 1901 à près de 15 000 tonnes en 1908.

Le recul signalé ne pouvait néanmoins être dû qu'à des circonstances toutes momentanées et, en effet, le relèvement, qui était à prévoir, s'est manifesté l'année dernière par une exportation qui a atteint plus de 111 000 tonnes, soit un dépassement de 29 000 tonnes sur l'année précédente.

Mines de fer chromé. — La Société « le Chrome » est l'unique producteur. 40 000 tonnes de minerai ont été extraites en 1910, à la teneur élevée de 55 p. 100 de sesquioxyde de chrome. Le prix n'est pas supérieur à 20 francs, alors qu'en 1902-1903, il atteignait 50 francs.

Le fléchissement, survenu brusquement dès 1908, dans la production calédonienne, a été motivé par l'encombrement du marché à la suite de l'exploitation intensive, et aussi de la place que prenaient, dans la consommation de cette substance, les produits des mines ouvertes à la même époque dans le Sud africain.

Cependant les exportations se sont élevées, pour l'année 1910, à plus de 28 000 tonnes, et la lutte, soutenue par la Société « le Chrome », assure à la colonie une situation très favorable.

Mines de cobalt. — En 1910, deux sièges d'exploitation ont fourni 54 tonnes, ayant une teneur moyenne de 4,5 p. 100. Le minerai ne trouve pas d'acheteur.

Le minerai cobaltifère constitue au Canada un sous-produit d'un composé argentifère et peut être livré à un prix suffisamment bas pour faire descendre la valeur marchande de l'oxyde de cobalt à 12 francs le kilogr, alors qu'en 1902 il était coté 23 francs.

Rien ne peut faire prévoir d'ici longtemps une modification à cet état de choses et les propriétaires des concessions en ont fait l'abandon à peu près complet à l'administration.

Mines de cuivre. — Une seule mine de cuivre, Pilou, a produit 8 048 tonnes de tout venant, d'une teneur de 5,20 p. 100.

Mines de houille. — A la suite de la faillite de la Société des charbonnages, survenue en 1907, une nouvelle Société a été constituée pour continuer l'œuvre.

II. — MADAGASCAR

Industries. — Les tissus de soie, fabriqués en Émyrne et dans le Betsileo, font depuis longtemps l'objet d'un commerce prospère. L'industrie dentellière s'est surtout déve-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

loppée en Imerina. — L'industrie des chapeaux de paille est des plus importantes; elle est devenue une source appréciable de profits pour la région de Tananarive. Cette industrie date à peine de 1901. Les exportations de chapeaux ont atteint 1 million en 1909.

Le sucre, le savon, l'huile, le sel végétal sont fabriqués dans la colonie à l'aide de procédés plus ou moins primitifs, et donnent lieu à un trafic intérieur assez important. Mais l'industrie du sucre, autrefois si importante à Nosy-Bey, y est actuellement à peu près inexistante.

Il existe plusieurs décortiqueries de riz, qui sont appelées à prendre un développement de plus en plus considérable.

Plusieurs marais salants sont exploités sur la côte Ouest et à Diégo-Suarez. Les salines de Diégo-Suarez appartiennent à la Compagnie française des salines, fondée en 1895.

La sériciculture pratiquée depuis longtemps est en plein développement. Mais il faudrait trouver des débouchés et, pour cela, développer la filature des soies grèges.

Mines. — On rencontre à Madagascar, en plus ou moins grande quantité :

1° Des métaux précieux tels que l'or, l'argent; et des pierres précieuses telles que les tourmalines, cristal de roche, améthyste, opale, corindons, etc.;

2° Des métaux communs tels que le fer, le cuivre, le plomb, le zinc, le nickel, le manganèse, le cobalt, l'étain, l'antimoine;

3° Enfin, le sol de la Grande-Ile recèle : *a*) divers combustibles minéraux ou dérivés du carbone (lignites, tourbe, graphite, etc.), *b*) des matériaux de construction (pierre à bâtir, marbre, pierre à chaux, gypse, etc.), *c*) et enfin diverses substances minérales susceptibles d'utilisations industrielles (kaolin, amiante, talc, etc.), ou agricoles (phosphates).

L'industrie extractive porte surtout sur l'or.

Les gisements aurifères de la colonie sont alluvionnaires ou filoniens. Les alluvions continuent à fournir la majeure partie de l'or extrait dans l'île. Toutefois les filons du Nord, de l'Est et de l'Ouest sont l'objet d'études attentives de la part des prospecteurs.

L'année 1900 a été marquée par une importante augmentation du chiffre des exportations d'or (3 646 kilogs, contre 3 113 kilogs en 1908).

Le nombre des permis de recherches délivrés en 1909 s'élève à 953 contre 1 619 en 1998, et celui des permis d'exploitation à 75 contre 76 en 1908.

Le platine a été signalé en plusieurs points, notamment dans les districts de Fénérive et de Marolambo. L'argent natif, injectant de la barytine, a été trouvé à proximité d'un filon auro-argentifère étudié dans le nord de l'île. Les métaux usuels, tels que le fer, le cuivre, le zinc, le nickel, etc., ne sont pas très activement exploités, et la cause de l'indifférence des explorateurs à l'égard de ces métaux est certainement l'absence, à Madagascar, de combustibles pouvant permettre un traitement métallurgique des minerais. Les découvertes de combustibles qui ont été faites jusqu'à ce jour n'ont guère porté que sur des lignites difficiles à enflammer; quant à la tourbe, il ne faut pas compter pouvoir l'employer en métallurgie à cause des impuretés qu'elle renferme. Le seul avenir métallurgique à envisager actuellement pour Madagascar réside dans l'utilisation des chutes d'eau pour créer de l'énergie électrique applicable au traitement des minerais dans les fours électriques.

De nombreuses recherches sont faites en ce moment dans l'ouest de l'île en vue de découvrir du pétrole, mais jusqu'à ce jour elles n'ont abouti qu'à la découverte de suintements bitumeux et à la mise à jour de grès ou de schistes fortement imprégnés d'un carbure à odeur de pétrole. Aucune nappe, aucun réservoir naturel de carbure liquide n'ont été trouvés encore, de sorte que l'on en est à la période des espérances plus ou moins justifiées sur cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

question, tant que des sondages sérieux à grande profondeur n'auront pas été effectués. Des appareils sont envoyés sur les terrains pétrolifères les plus intéressants pour reprendre d'anciens sondages et les pousser à une plus grande profondeur.

Par contre, les recherches concernant le graphite sont de plus en plus couronnées de succès; ce produit, applicable à de nombreux usages industriels, notamment la fabrication de creusets pour la fusion de l'acier, se rencontre assez abondamment et en bonne qualité à Madagascar.

Le corindon industriel et les terres uranifères paraissent également destinés à récompenser les efforts des explorateurs.

Le cristal de roche et les quartz opaques ou colorés continuent à être exploités.

Les pierres précieuses se rencontrent généralement dans les mêmes gisements que l'or d'alluvion. Les belles gemmes sont rares à Madagascar; aussi le commerce des pierres précieuses est-il assez médiocre.

En 1909, la production a été de 61 kgs 232 pour la joaillerie, et de 2253 kgs 575 pour l'industrie (pierres précieuses de 2e catégorie, tels que béryle et corindons industriels).

III. — LA MARTINIQUE

Les quantités de sucre, exportées en 1910, ont atteint 39 951 525 kilogrammes, en augmentation de 1 974 839 kilogrammes.

L'exportation de café de 1910 s'est élevée à 13 687 kilogrammes, en augmentation rapide de 6 719 kilogrammes. C'est le résultat des efforts faits depuis quelques années par les jardins d'essais pour propager la culture du café chez les petits propriétaires.

L'exportation de cacaos en 1910 s'est élevée à 570 898 kilogrammes, en diminution de 21 899 kilogrammes, due en grande partie au déficit de récolte occasionné par les pluies.

Celle des canéfices a été de 74 003 kilogrammes, en augmentation de 30 456 kilogrammes. La hausse de la valeur a conduit les propriétaires à récolter les canéfices dont ils se désintéressaient de plus en plus, à la suite du bas prix des années précédentes.

Le campêche n'a plus été exporté. En 1909, 627 kilogrammes étaient sortis. Ce produit est appelé à disparaître complètement de la Martinique.

L'exportation en 1910 de la vanille a été de 1 161 kilogrammes; contre 2 386 en 1909. La diminution de 1 225 kilogrammes est due en partie à un déficit de récolte, la fécondation des fleurs ayant donné peu de résultat, par suite des pluies tombées à l'époque de la floraison. L'absence de réglementation, pour protéger la propriété des vols qui y sont commis, a grandement découragé les propriétaires. Certains n'ont pas pris la peine de féconder les fleurs, d'autres même ont arraché leurs lianes.

Enfin certaines usines à sucre ont apporté des améliorations dans leurs appareils d'extraction ou de cristallisation des sucres. Une tannerie s'est installée dans les environs de Fort-de-France.

LES ESSAIS DE CHAUX SUR LES CHANTIERS

Dans la Revue du génie militaire d'octobre 1911, M. le capitaine du génie *Girard* exprime le regret que parmi les matériaux de construction employés couramment sur les chantiers militaires, les chaux, plâtres, sables, poteries et pierres diverses ne sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le plus souvent l'objet d'aucun essai préliminaire. En conséquence, la sécurité à l'emploi n'est que relative.

En laissant de côté le ciment administratif soumis à des épreuves de réception, le chef de chantier ne peut le plus souvent avoir aucune idée *a priori* sur les propriétés essentielles des matériaux qu'il doit employer.

M. Girard donne sur les essais au chantier même des chaux, ce liant qui entre dans tous les mortiers et les enduits, un long exposé auquel nous empruntons quelques passages textuels. Le meilleur moyen de se renseigner sur la valeur d'une chaux, est d'envoyer un échantillon au Laboratoire militaire de Boulogne. L'inconvénient de cette manière de procéder est d'exiger un temps trop long.

Les essais de chantier doivent être très simples et n'exiger qu'un matériel aussi réduit que possible ; les chefferies du génie sont et seront probablement toujours très mal outillées en instruments propres à l'exécution de ces essais; aussi M. Girard ne parlera-t-il ni de sonde de consistance, ni d'aiguille Vicat, ni de moule Le Châtelier, ni de machines Michaelis, presse Amsler, etc. Les essais usuels que l'on peut exécuter sur le chantier sont relatifs, dit-il : à la finesse de la chaux; à la composition chimique; à la durée de prise ; à l'invariabilité de volume; à la résistance des briquettes de pâte pure et de mortier; au poids spécifique ; à l'adhérence.

1° *L'épreuve de finesse* est très importante. On admet couramment qu'une bonne chaux ne doit pas laisser plus de 5 à 7 p. 100 de son poids au tamis n° 80 de 900 mailles au centimètre carré ; on considérera le tamisage comme terminé lorsqu'il passera moins de 0^{gr},1 sous l'action de 25 tours de bras.

On opérera sur un échantillon de 100 grammes. Cette opération exige la possession d'un tamis de 900 mailles (on les trouve dans le commerce au prix de 3 francs).

Toutefois, si l'on ne dispose pas de ce tamis, on peut se faire une idée rapide du degré de finesse d'une chaux par la quantité d'eau nécessaire pour le gâchage à consistance définie.

2° Il ne saurait être question, à propos d'essais de chantier, de déterminer la *composition chimique* d'une chaux. Il est cependant facile de se rendre compte si une chaux contient des incuits, par la simple effervescence aux acides, — au vinaigre, par exemple. D'autre part un examen attentif à l'œil nu ou à la loupe permet souvent de déceler des particules de charbon, de sable, d'impuretés.

3° *L'essai de durée de la prise* est également très important.

La chaux sera gâchée à l'eau potable, l'eau, la chaux, et l'air ambiant étant maintenus, autant que possible, à une température comprise entre 15° et 18°. Les essais porteront sur la pâte normale telle qu'elle est définie ci-après.

On opère sur 500 grammes de chaux. (Pour les ciments, on prend en général 1 kilogramme de poudre, mais, la chaux exigeant beaucoup plus d'eau de gâchage, il serait impossible d'amener la pâte à l'état voulu en cinq minutes.) La chaux est étalée sur une table de marbre en formant une couronne au centre de laquelle on verse d'un seul coup 250 centimètres cubes d'eau. Le mélange est gâché fortement à la truelle, pendant cinq minutes comptées à partir du moment où l'eau a été versée. On devra obtenir une pâte ferme, mais bien liée et plastique.

On peut tirer deux renseignements de l'essai de prise. La durée de la prise donne une idée de l'indice de la chaux expérimentée. La façon dont la chaux se comporte au durcissement à l'air libre et sous l'eau élimine certaines chaux limites à indice élevé, mais mal cuites.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les essais de prise comporteront donc deux expériences : l'une à l'air, l'autre par immersion.

Première expérience. Une galette d'environ 4 centimètres d'épaisseur, confectionnée avec la pâte normale définie précédemment, sera enfermée dans une armoire de façon à maintenir la pâte humide.

L'essai de prise se fera au pouce, procédé d'ailleurs aussi précis que celui de l'aiguille Vicat. Écoutons à ce sujet ce qu'en dit M. H. Le Châtelier, le grand maître en matière de liants hydrauliques : « Contrairement à ce que l'on supposerait *a priori*, ce procédé, dit-il, n'est guère moins précis que celui de Vicat, surtout si ce dernier n'est pas employé avec de très grandes précautions. Si on laisse la surface de la pâte se dessécher ou se carbonater, ou, au contraire, se délayer dans l'eau, l'observation de la fin de la prise devient tout à fait incertaine. L'essai au pouce est moins affecté par les variations de l'état de la surface, parce qu'il tend à déformer la chaux sur une certaine profondeur... L'intérêt que présente l'emploi du pouce est qu'il peut servir à déterminer la durée de prise des mortiers seuls appelés à intervenir dans les emplois de la pratique.

4° *L'essai d'invariabilité de volume* est l'un des plus importants. Il permet de se rendre compte si le produit contient encore de la chaux et de la magnésie non éteintes, qui gonfleraient par la suite et désagrégeraient les mortiers.

L'essai normal devrait consister dans la confection de galettes, qui, immergées dans l'eau à la température ordinaire, seraient observées pendant un mois au moins. Toute fissure, toute trace de gonflement ou de désagrégation indiquerait la présence de chaux ou de magnésie non éteinte.

On peut accélérer l'essai en opérant à chaud. La température de l'eau sera élevée progressivement, en une demi-heure, à 50°. Cette température sera maintenue pendant six heures.

Si l'on veut plus de précision, on pourra employer le procédé des aiguilles de M. Klebe, dans lequel on mesure la variation de distance de deux aiguilles ou épingles implantées dans la galette, avec un double décimètre ou un pied à coulisse.

La limite maxima du gonflement à admettre est comprise entre 2 et 3 p. 100.

5° Quant aux *Essais mécaniques*, il paraît très difficile d'exécuter sur le chantier des essais de compression, de traction, de flexion, soit en pâte pure, soit en mortier.

6° La *densité* apparente est en raison inverse de la finesse du produit ; plus une chaux est fine et plus elle paraît légère. D'autre part, il est particulièrement difficile de mesurer deux fois de suite une poudre dans les mêmes conditions de volume à cause des tassements différents qui se produisent.

Le poids de 1 litre de chaux mesuré sans tassement est de 500 à 600 grammes pour les chaux légères et de 700 à 800 grammes pour les chaux lourdes ou farinées résultant des décorticages successifs des grappiers ou même du mélange de cette farine et des grappiers moulus. La chaux lourde donne des résistances plus fortes, mais elle exige une extinction plus soignée et plus prolongée à cause des parties siliceuses qu'elle contient.

7° Aucun cahier des charges, à notre connaissance, ne prescrit des *essais d'adhérence* pour les épreuves de réception des chaux. Néanmoins, il paraît naturel d'étudier les qualités des chaux et mortiers au point de vue de leur faculté de former liaison entre les matériaux de construction selon leur destination.

Nous ne parlerons pas de la pâte pure, mais du mortier seul employé. Pour un dosage de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un tiers en poids, c'est-à-dire correspondant à 1 kilogramme de chaux pour 3 kilogrammes de sable, la quantité d'eau de gâchage à employer est donnée par la formule :

$$P_m = 1/6\, P_c + 60\ cmc,$$

dans laquelle P_c est le poids d'eau nécessaire pour amener 1 kilogramme de chaux pure à la consistance plastique définie précédemment (environ un demi-litre pour une bonne chaux du Teil), et P_m le poids nécessaire pour 1 kilogramme de mélange chaux et sable. Il vaut mieux opérer sur 500 grammes de chaux au lieu de 1 kilogramme pour déterminer P_c à cause des difficultés de gâchage.

Un moyen très simple d'apprécier la puissance d'adhérence d'un mortier est enfin indiqué par M. Féret, chef du Laboratoire des Ponts et Chaussées de Boulogne-sur-Mer. Il consiste à coller une brique avec le mortier d'essai contre la paroi verticale d'un mur; au bout d'un certain temps (huit à dix jours), on applique une deuxième brique devant la première; puis, après un nouveau délai, une troisième devant la deuxième, et ainsi de suite jusqu'à ce que la colonne horizontale, ainsi construite en porte-à-faux, se rompe sous son propre poids. Le nombre de briques assemblées avant la rupture donne une idée de la force d'adhérence du mortier. Cette expérience sera faite comparativement dans des conditions variables de dosage, de proportion d'eau, de nature de sable.

CARACTÉRISTIQUES DE QUELQUES CHAUX :

	Indice $\frac{SiO^2 + Al^2O^3}{CaO + MgO}$	Résidu p. 100 au tamis de 900	Prise à l'équilibre. Début.	Fin.	Expansion.
			h. m.	h. m.	p. 100
Pavin de Lafarge :					
Chaux maritime	0,32	3	6 30	28	1/5
Teil	0,33	1,1	7 15	32	»
Cruas	0,32	6,5	7	50	1/4
Thorrand-Durandy (Baux-Roux)	0,37	0,6	5	17	»
Valette-Viallard (Cruas)	0,22	6	6	23	»
L'Homme-d'Armes	0,26	7	3	33	1/5
Romain Boyer	0,27	1,3	6	10	1/10
Société Marseillaise	0,22	4,5	6 45	24	1/20
Saint-Astier (Dordogne)	0,35	7	7 45	35	1/10
Senonches (Eure-et-Loir)	0,27	4,8	2	24	1
Beffes (Cher)	0,34	7	1 15	9	1/2
Soulanges	0,37	2,9	16	31 30	»
Port-la-Dame	0,28	6,9	11	30 30	1/7
Rivet	0,43	2	7 15	23	1/10
Chaux et ciments oranais	0,48	6,5	8 30	31	»
Potin	0,45	3,7	7 30	31 30	»

PRINCIPAUX CENTRES DE PRODUCTION DES CHAUX

Citons d'abord les usines de la Société Pavin de Lafarge, qui produisent, à elles seules, à peu près autant de chaux que toutes les autres réunies. Cette société exploite les usines de Lafarge, de Cruas, du Teil. Les carrières de Lafarge, uniques au monde, donnent un calcaire très régulier, presque exempt d'alumine et de fer; d'autre part, le mode d'exploitation dans toute la hauteur par grosses masses a pour effet de mélanger les divers bancs; on y emploie des mines de 200 kilogrammes de poudre et plus. L'usine de Mélas livre une chaux de deuxième qualité employée seulement dans la région (Ardèche). L'usine de Vitry-le-François fournit surtout de la chaux pour la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

confection de son ciment de laitier. La société possède encore une usine à chaux à Contes-les-Pins (Alpes-Maritimes) et plusieurs usines à ciment dont nous ne parlerons pas ici.

2° Dans la région du Midi, citons : la chaux Valette-Viallard à Cruas (Ardèche) ; la chaux de l'Homme-d'Armes, près Montélimart ; Thorrand-Durandy, à Baux-Roux, près Nice ; Romain-Boyer, Marseille ; la Société marseillaise.

3° Dans le centre de fabrication de la Gironde : la chaux de Saint-Astier (Dordogne).

4° Dans la région de l'Ouest : Marans (Charente-Inférieure) une des meilleures chaux légères), avec forte proportion d'alumine : Échoisy (Charente) ; Paviers (Indre-et-Loire) ; Senonches (Eure-et-Loir) ; Beffes (Cher), à forte proportion d'alumine.

5° Dans la région de l'Est : Vitry ; Soulanges, près Vitry ; Ancy-le-Franc (Yonne) : Clairvaux ; Xeuilley (Meurthe-et-Moselle) ; Virieu-le-Grand (Ain), à forte densité apparente ; Bomesse (Isère), chaux lourde ; Champagnole (Jura) ; Tronville (Meuse) ; Pont-la-Dame (Hautes-Alpes).

6° En Algérie : les chaux et ciments oranais ; Rivet, près Alger.

7° En Tunisie : Potin, à Potinville.

DÉPÔTS MÉTALLIQUES SUR LES POTERIES

Produire sur les objets en terres cuites par voie électro-chimique un dépôt solide métallique et adhérent est une opération qui offre de réelles difficultés. D'après *M. G. Strah* (Elektrochemische Zeitschrift, 1911, p. 173) on y arrive aisément en appliquant d'abord à l'objet un enduit de graphite à l'or avec huile de bouleau, asphalte et pétrole, et en cuisant au moufle à 200°. Le graphite à l'or se prépare en mêlant ensemble 1 partie de chlorure d'or et 5 parties de cyanure de potassium dissous, puis 1 gramme de graphite pur, puis brûlant le tout dans un moufle à 600°. L'enduit comprendra par exemple 12 parties de graphite à l'or pour 5 de pétrole. La cuisson terminale de l'objet sera faite au four de réduction de façon à avoir un dépôt de charbon dans les couches extérieures de l'objet. C'est ce premier dépôt qui forme une base heureuse pour obtenir ensuite un dépôt métallique bien adhérent.

LES SOUS-PRODUITS DU CARBORUNDUM

Le carborundum ou siliciure de carbone a fait l'objet, il y a quelques années, d'une excellente monographie de M. l'ingénieur *L. Baraduc-Muller*, qu'il exposa d'ailleurs dans une conférence à la Société des Ingénieurs civils de France (voir *Bulletin*, novembre 1908). Cette monographie a une bibliographie de deux pages.

La fabrication de cet intéressant composé binaire, dont les applications se multiplient, donne lieu à la production de sous-produits, dont l'un, le sable de carborundum, est une substance hautement réfractaire à l'action du feu. Cette substance est formée de divers silicio-carbures, de composition Si^2C^2O à Si^6C^5O, correspondant à des états intermédiaires de la réduction de la silice par le carbone. Pour utiliser ce sable, on en fait des mélanges avec le silicate de soude à 52° Baumé et de l'argile ou du kaolin, et la quantité d'eau voulue. Ces enduits serviront avec avantage pour brasquer les creusets à fondre le laiton : 70 parties de sable de carborundum, 15 argile à feu, 8 silicate de soude de 52° Baumé, 7 eau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le mélange à parties égales de sable de carborundum et d'argile à feu est très efficace pour réparer les crevasses et les trous des fours à fusion, des convertisseurs Tropenas, et comme mortier des fours. Un mélange de 65 parties sable de carborundum, 20 parties argile fine, 15 silicate de soude et quantité voulue d'eau forme une bonne peinture pour les parois des fours, exposés à des températures très élevées. On l'appliquera de préférence sur les parois neuves.

Les briques de carborundum sont les meilleures dont on puisse se servir pour construire les fours où l'on brûle des huiles lourdes, ou bien encore des charbons pulvérisés.

LES AZOTURES D'ALUMINIUM

Mallet, en 1876, obtient l'azoture d'aluminium AzAl en chauffant à l'air, au rouge vif, un mélange d'aluminium en morceaux et de carbonate de sodium sec. Ce composé donne un dégagement d'ammoniaque sous l'action des alcalis. Depuis 1905, il a suscité des travaux multiples.

On consultera sur les azotures d'aluminium un mémoire de *M. G. Bourgerel*, publié dans le Moniteur scientifique de septembre, et un mémoire de *M. Kohn Abrest*, dans le Bulletin de l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie (n° de juin 1911, p. 1018).

M. E. Kohn Abrest fait agir directement l'azote sur de la poudre d'aluminium, il obtenait, en dix minutes, vers 1100°, une fixation en azote de 25 p. 100 du poids. La poudre reperd son azote rapidement par l'oxygène de l'air; un chauffage d'une heure à 1100° suffit pour que tout l'azote absorbé soit repris.

L'azoture d'aluminium brut renferme 33 p. 100 d'azote; il semble un produit d'avenir, car le prix de vente peut être de 0 fr. 74, lorsque le nitrate du Chili, qui ne renferme que 15,5 p. 100 d'azote se vend 1 fr. 49.

LA CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE DU SÉLÉNIUM

Cette conductibilité augmente par l'incidence de la lumière, mais dans les parties très proches de la surface, l'amplitude de cette propriété décroît très vite avec la profondeur en dessous de la surface. *M. O. V. Vonwiller*, dans un travail poursuivi au Physical Laboratory de l'Université de Sydney, montre que l'effet n'est pas limité à une couche extrêmement mince, mais que cependant un effet appréciable se produit dès qu'on atteint une profondeur de quelques centièmes de millimètre (Journal of the Royal Society of New South Wales, 1909, p. 361).

Les variations de cette conductibilité dépendent de la nature de la lumière; elles sont beaucoup moins prononcées avec la lumière verte qu'avec la rouge.

A. H. Pfumd (Physical Review, mai 1909) a montré de son côté que la lumière verte est plus absorbée que la rouge.

AIGUISAGE DES OUTILS ET GRAVURE DES MÉTAUX PAR ÉLECTROLYSE

L'attaque d'un métal par un acide est bien plus rapide si un courant électrique passe simultanément du métal dans l'acide. Lorsqu'un métal est attaqué dans un bain électrolytique, la quantité de métal enlevé à une place quelconque dans un temps

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donné dépend de la densité du courant à cette place, et celle-ci ne dépend que de la résistance du liquide le long des diverses lignes entre les deux électrodes. En donnant à l'électrode négative une forme convenable et en la plaçant bien, on peut localiser l'attaque sur la partie voulue de l'outil, et l'on arrive ainsi à lui donner la forme voulue.

Le courant électrique pourrait être produit en reliant par un conducteur extérieur l'outil à aiguiser à une cathode en charbon de cornue. C'est la méthode que Berthel tenta à New York. Mais le charbon de cornue s'attaquait aussi ; le bain devenait noir et l'outil était recouvert de boue ; le courant ne passait plus. On devait enlever l'outil, le nettoyer, le replacer et recommencer l'opération. La méthode n'était pas pratique.

En réunissant l'outil au pôle positif d'une source de courant continu, bien constante, et l'autre électrode au pôle négatif, les résultats obtenus sont bien meilleurs. Grathwol à Herisau aiguise ainsi des limes en une heure de temps. Son brevet pour l'aiguisage des limes indique comme cathode une lame de plomb, et comme électrolyte, de l'acide sulfurique étendu de densite 1,18. A Birmingham, Hall et Thornton aiguisent des tiges ou des tubes métalliques en les réunissant au pôle positif d'une batterie d'accumulateurs, plongeant l'extrémité dans un bain acide réuni au pôle négatif et les retirant peu à peu et lentement du bain. La méthode s'applique à l'aiguisage des aiguilles et permet d'opérer sur des milliers à la fois. Au lieu de relever graduellement les aiguilles, on fait baisser le niveau de l'électrolyte.

On peut aussi ne mettre en contact le métal avec l'électrolyte qu'aux places où l'on doit enlever du métal. Une maison de gravure de Leipzig emploie la méthode suivante : on fabrique un moule poreux (argile calcinée) donnant la forme de la ciselure à obtenir sur le métal ; on la sature du bain acide ; on la réunit au pôle négatif de la batterie et on la presse légèrement sur le métal réuni au pôle positif. On enlève ensuite le moule, on nettoie la plaque et on renouvelle un certain nombre de fois l'opération.

Burdett à Hartford grave sur les métaux en couvrant la surface d'une fine couche d'un vernis composé de 10 litres de benzol, 125 grammes de sulfure de carbone, 2 kilogrammes de poudre de résine et 1 kil. 500 de chlorure de cuivre. Avec un coin lavé au préalable avec une solution étendue de potasse caustique, on imprime le dessin désiré sur le vernis. On lave à l'eau, on couvre le vernis d'une faible solution d'ammoniaque ou de sel, on met par-dessus une lame métallique réunie au pôle négatif de la batterie et on réunit l'objet à graver au pôle positif. (D'après Engineering Metallurgical and Chemical.)

SUR LA CÉMENTATION

Dans une série de leçons professées et publiées par le Génie civil, *M. Léon Guillet*, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, a donné la monographie la plus complète qui ait été publiée à notre connaissance de la « théorie et de la pratique de la cémentation ».

De grands progrès ont été réalisés, mais parmi les divers céments industriels, poudre de Caron, ferrocyanure, coke, gaz, etc., la poudre proposée par Caron et recommandée par Henry Le Chatelier reste la meilleure, car elle a toujours donné des résultats supérieurs aux autres moyens. Cette poudre se compose de 6 parties de charbon de bois et 4 parties de carbonate de baryum.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici les règles pratiques de la cémentation, déduites de la théorie.

« Première règle applicable dans tous les cas, nécessaire aux produits cémentés à une température supérieure à 850° : après cémentation, refroidissement jusque vers 600° ou au-dessous ; première trempe de régénération à 1025° dans l'eau, deuxième trempe de durcissement à 750° dans l'eau. »

1° Acier ordinaire de cémentation. A, cémenter à 1000°, double trempe à 1025° et 750°.

Règle applicable à toutes les pièces. — B, Cémenter à 850°, trempe unique à 750° ; Traitement applicable aux pièces qui ne sont pas soumises à de grands chocs, lorsqu'on craint les déformations par trempe, et si la cémentation n'a pas été trop prolongée ;

2° Aciers spéciaux : 1. Acier à 2 p. 100 de nickel. A. Cémenter à 1 000° ; trempe unique à 750° ; applicable lorsqu'on ne tient pas à une très grande dureté superficielle ; — B, Cémenter à 1 000° ; 1re trempe à 1 000° ; 2e trempe à 700° ; traitement général.

2. Acier à 6 p. 100 de nickel ; Cémenter à 1 000° ; trempe unique à 700°. La double trempe paraît inutile ici pour la plupart des usages.

3. Aciers renfermant du chrome, du manganèse, du vanadium, du tungstène ou du molybdène ; traiter, dans les limites des dosages industriels (1 p. 100), comme un acier de cémentation ; mais opérer toujours la double trempe.

4. Aciers chrome-nickel ; traiter comme l'acier au nickel dont la teneur est représentée par la somme Ni + Cr).

SUR LES MÉTAUX ANTIFRICTION

M. G. Auscher (Bulletin de la Société Industrielle de l'Est, juin 1911) a exposé le résumé de ce que l'on sait sur ce sujet. En résumé, dit-il, les bronzes divers à l'étau étudiés par Heycock et Neville ont le coefficient de frottement plus faible, mais ils chauffent dès que la charge et la vitesse atteignent une certaine valeur. Les bronzes au plomb, dits bronzes plastiques, étudiés par Dudley et Charpy, permettent un ajustage mieux réglé et se comportent bien avec forte charge et vitesse modérée.

Les métaux blancs, dits antifriction, étudiés par Charpy, donnent un ajustage parfait. Ils supportent des charges relativement élevées et supportent les chauffages, même aux plus grandes vitesses.

Le coefficient de frottement des bons antifrictions actuels est bien voisin de celui des bronzes les plus durs.

SUR LE CAMPHRE NATUREL

Le « Monde Économique » de septembre a donné, de *M. Édouard Clavery*, consul de France, une étude sur la production du camphre au Japon et à Formose, l'établissement du monopole à Formose, 1899 et au Japon, 1903, et les fluctuations des cours du produit raffiné.

Le camphre, dit M. Clavery, est de beaucoup le plus important article des produits des forêts au Japon. La consommation de cet article, dans les divers pays, monte à 4 millions, 800 000 kilogs par an ; la plus grosse part de cette quantité est fournie par Formose, le Japon propre et la Chine du Sud.

Quand le monopole du camphre fut établi à Formose, en 1899, on dut penser que le produit de cette île allait dominer le marché du monde. La prévision s'est trouvée fortement faussée surtout parce que la hausse des cours du camphre comme consé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quence du monopole de Formose fut un encouragement aux entreprises de raffinerie dans le Japon propre et dans la Chine du Sud. Le régime du monopole fut étendu au Japon propre en 1903 ; mais la Chine du Sud, bien que produisant un camphre moins raffiné, subsiste, fournissant un rival au camphre de Formose, et finalement, le camphre de synthèse apparut pour compliquer la situation. Le gouvernement de Formose dut modifier sa politique et, en 1908, à l'expiration du contrat, MM. Samuel et Samuel furent relevés de leurs fonctions d'agents, le gouvernement se proposant de mener les affaires à Londres soit à son propre compte, soit avec le concours de la maison Mitsui. Il est vrai que les arbres à camphre croissant dans les forêts de l'État et de la Couronne sont encore en nombre considérable.

Le camphre est employé dans la fabrication du celluloïd, de la poudre à canon, des parfums, dans les proportions suivantes : celluloïd 70, médicaments 16, encens indien 10, poudre à canon 2, parfums 2.

La plus grande partie du camphre et de l'huile de camphre est produite dans les raffineries privées. Les propriétaires de raffineries privées comprennent 6 Japonais et 9 indigènes, entre lesquels 5 753 raffineries sont exploitées. Le camphre brut est racheté par le gouvernement et raffiné aux établissements du gouvernement, d'où le camphre est exporté au dehors par l'intermédiaire de la Mitsui Bussan.

Le camphre raffiné à l'exportation a valu (en yen = 2 fr. 58) :

Pour	1903;	1905;	1907;	1908;	1909	et	1910.
	0,88;	1,12;	1,08;	1,14;	0,85;		0,90.

La concurrence du camphre de synthèse paraît avoir surtout eu pour effet d'empêcher la hausse si forte, constatée en 1903 et 1907, de se maintenir.

Les principaux clients du Japon pour le camphre produit, soit dans la région Sud de l'Empire proprement dit, soit à Formose, sont : le Royaume-Uni, les Indes, la France, l'Allemagne et les États-Unis.

La production est allée comme il suit, en 1909 : à la France, 518 513 yens; aux Indes Britanniques, 498 326 yens; au Royaume-Uni, 890 411 yens; à l'Allemagne, 545 583 yens; aux États-Unis, 824 646 yens.

NATURE DE L'ACIDE GALLOTANNIQUE

En appliquant la méthode de Bredig et Fraenkel, *MM. R. Panniker* et *Ed. Stiasny* (Journal of the chemical Society of London, octobre 1911, p. 1819) ont déterminé la concentration hydrionique de l'acide gallotannique. La méthode est basée sur la dissociation de l'éther diazoacétique par l'action catalytique des hydrions, sa concentration caractérisant la vitesse du développement de l'azote.

En comparant différents échantillons d'acide gallotannique préparés et purifiés par des moyens différents, on a trouvé que tous possédaient un caractère acide plus grand que la seule présence de groupes phénoliques l'indiquait. D'où la conclusion qu'il existe des groupes carboxyliques libres. Ce qui concorde avec les idées exposées par Schiff et Nierenstein, mais est en opposition avec celles exprimées par Böttinger Berichte, 1884, p. 1503), par Walden (Berichte, 1898, p. 3170) et par Dettiker, (Berichte, 1906, p. 2 497).

L'acide gallotannique le plus pur ne serait donc pas une substance définie, mais bien un mélange d'au moins deux composants de caractère voisin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DE L'INTOXICATION OXYCARBONÉE CHEZ L'HOMME

Suivant *MM. Balthazard* et *Nicloux* (séance de l'Académie des Sciences du 19 juin 1911), « la détermination de la quantité d'oxyde de carbone dans un échantillon de sang, prélevé à l'autopsie d'un individu intoxiqué par ce gaz, ne peut donner aucune idée de l'intensité de l'intoxication, car ce sang peut être plus ou moins riche en hémoglobine, seule substance constituante du sang sur laquelle se fixe l'oxyde de carbone.

Il faut ajouter une notion nouvelle, celle du coefficient d'empoisonnement, rapport de la quantité d'oxyde de carbone fixée sur le sang à la quantité maximum que ce même sang eût été capable de fixer.

Chez l'homme ce coefficient varie de 0,60 à 0,70 quand la mort est survenue dans l'atmosphère délétère. On peut dire que l'homme meurt lorsque les deux tiers de son hémoglobine totale, fixés à l'état de combinaison oxycarbonée, sont devenus incapables de véhiculer l'oxygène. »

LE SUCRE DANS L'ALIMENTATION

Dans une note antérieure remontant au 20 mars 1911, le docteur *Le Goff*, de Paris, émettait l'opinion que la consommation exagérée du saccharose pouvait être l'une des causes de l'augmentation des cas de diabète que l'on a observée dans tous les pays depuis une trentaine d'années.

Au commencement du siècle dernier, la consommation du sucre en France était à peine le dixième de ce qu'elle était à la fin ; ainsi, en 1820, la consommation se chiffrait par 48 millions de kilogs tandis qu'en 1890 elle atteignait 468 millions de kilogs par an. Jusqu'au XVII^e^ siècle, le sucre était vendu comme médicament et était très rare. Seules les personnes fortunées pouvaient l'employer comme condiment. Actuellement chaque Français en consomme à volonté et pour un prix insignifiant.

M. Le Goff (séance de l'Académie des Sciences du 19 juin 1911) se demande s'il n'y a pas en cela des inconvénients au point de vue de l'éclosion du diabète, car on sait que le saccharose n'est pas directement assimilable ; il doit auparavant être dédoublé en glucose et en lévulose, par l'intervention d'un ferment sécrété par l'intestin, et que l'on nomme l'*invertine* ou *sucrase*.

« Pour rechercher qu'elle est l'influence du sucre dans l'apparition de la glycosurie expérimentale, M. Le Goff a choisi 22 sujets sains, n'ayant jamais présenté de glycosurie ; il leur a fait prendre 100 grammes de sucre le matin à jeun, et a recueilli lui-même les urines de la matinée. C'est au laboratoire de M. Armand Gautier que l'auteur a fait ses analyses et ses dosages.

Dans presque tous les cas, il a constaté de la glycosurie et de la saccharosurie légères, ce qui indique qu'une partie du saccharose absorbé a passé en nature dans les urines, sans avoir été dédoublé dans l'intestin. Cette constatation a son importance, car une glycosurie légère, souvent méconnue, peut être le point de départ d'une glycosurie permanente, surtout chez les individus qui ont une tendance à devenir diabétiques soit par suite de leur hérédité, soit par tempérament. »

LES DANGERS DES SIPHONS D'EAUX MINÉRALES

La conservation des qualités d'une bonne eau de seltz est liée à certaines précautions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Barillé, pharmacien principal de l'armée, en retraite, a repris le problème en s'appliquant à l'étude de « l'action chimique qu'exerce l'eau de seltz ordinaire sur les métaux qui constituent habituellement l'alliage des têtes de siphon (plomb, étain, antimoine) ». (Voir séance de l'Académie des Sciences du 11 juillet 1911 ; et aussi le Journal de pharmacie et de chimie d'octobre 1911.)

Voici les résultats obtenus :

« 1° Une lame de plomb pur ou d'étain pur abandonne, en dissolution dans l'eau de seltz, une quantité de métal plus faible qu'une lame constituée par un alliage stanno-plombifère, ceci tenant à l'absence de toute action électrolytique ;

2° Les quantités de plomb et d'étain dissous deviennent sensiblement constantes au bout de six mois, quelle que soit la composition centésimale de l'alliage. »

La conclusion est qu'un étain au titre légal de 0,5 de plomb p. 100 est aussi dangereux à la longue qu'un étain allié à de fortes proportions de plomb. Les tolérances concédées sont donc encore trop élevées.

3° L'eau de seltz attaque plus fortement le plomb que l'étain. L'eau de seltz stannifère n'avait pas encore attiré l'attention ; elle semble, dit l'auteur, pouvoir constituer une cause réelle d'intoxication.

Comme l'a dit Meillère, la molécule de plomb acquiert, sous un état d'extrême diffusion, une sorte d'ionisation avec charge électrique, préjudiciable surtout aux tarés nerveux en s'accumulant à la longue dans nos organes. Ces troubles aboutissent à un état de moindre résistance de l'organisme.

Pour se prémunir contre de tels dangers, les eaux gazeuses doivent être consommées récemment fabriquées, ne jamais être couchées, et, pour empêcher tout contact avec la garniture métallique, il y aura lieu d'exiger que l'intérieur de l'appareil siphoïde soit garni d'un revêtement isolateur en verre ou en porcelaine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES D'AGRICULTURE

par **M. Hitier**

Le Crédit agricole en France, ses origines, son essor, son avenir.

Le Crédit agricole rend à l'Agriculture française des services de plus en plus grands; il est répandu aujourd'hui partout dans nos campagnes. Cependant l'organisation et le développement du crédit agricole en France sont de date toute récente ; avant qu'ait été trouvée la véritable voie à suivre pour assurer à l'agriculture le crédit dont elle a besoin comme le commerce et l'industrie, de nombreuses tentatives avaient été faites et avaient échoué : on l'oublie trop souvent.

M. H. Sagnier, rédacteur en chef du Journal d'Agriculture pratique, vient de publier précisément une étude extrêmement intéressante et complète sur les origines du crédit agricole mutuel en France et les résultats que celui-ci a donnés jusqu'à ce jour.

M. Méline dans une lettre préface, en tête de l'ouvrage, écrit à M. H. Sagnier : « Personne n'était plus en état que vous de reconstituer l'histoire de cette vaste organisation si complexe et si délicate ; vous avez assisté à son enfantement, et après y avoir travaillé avec ardeur, vous n'avez pas cessé d'en suivre la marche et le développement avec une attention soutenue et une vigilance toujours en éveil. »

Tous ceux qui connaissent M. H. Sagnier, la part qu'il a prise personnellement à l'organisation du crédit agricole en France ne peuvent que souscrire à ces paroles de M. Méline qui très justement dans la même lettre préface dit encore :

« Mais il est visible que vous n'avez pas seulement voulu faire acte de témoin et d'historien véridique, en retraçant le tableau du passé ; vous avez poursuivi un but plus élevé, plus pratique, plus actuel surtout.

« En rappelant les origines de notre organisation du crédit agricole et les principes fondamentaux sur lesquels il a été assis à l'origine et qui en ont assuré le succès, vous avez voulu marquer avec netteté et fermeté la voie dans laquelle il importe de le maintenir si l'on ne veut pas s'exposer à des mécomptes graves et même à des accidents qui pourraient provoquer une réaction fâcheuse contre une idée excellente. »

Esprit indépendant, M. H. Sagnier ne craint pas, en effet, de dénoncer les tendances qui lui paraissent dangereuses pour l'avenir ; esprit tout aussi impartial, à côté des sociétés de crédit régies par la loi de 1894, M. Sagnier voit et étudie les autres sociétés d'allures différentes, et il rend compte des services que celles-ci aussi ont rendus à l'agriculture française ; il met enfin en relief le rôle capital joué par la Banque de France dans la création et le fonctionnement du crédit agricole, rôle trop souvent ignoré ou passé sous silence.

Pour connaître l'état de la question du crédit agricole en France, on ne saurait donc trouver meilleur guide que M. H. Sagnier ; aussi, dans ces notes d'agriculture, allons-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous essayer purement et simplement d'analyser et de résumer l'étude même de M. H. Sagnier (1).

Le crédit, lisons-nous dans l'introduction de M. H. Sagnier, a été un des instruments les plus puissants du développement de l'industrie et du commerce au cours du XIXe siècle ; soutenu par l'intervention constante et féconde de la Banque de France, il a permis au travail et à l'esprit d'entreprise de donner tous leurs effets, de triompher, malgré les blessures cruelles qu'elles ont provoquées, des périodes de guerres et de révolutions dont ce siècle a été semé. C'est par son fonctionnement régulier autant que par l'esprit d'épargne de la population, que la France est devenue le réservoir de capitaux vers lequel on se tourne de tous côtés, et qui s'ouvre souvent trop volontiers pour les entreprises étrangères. »

L'agriculture est restée pendant longtemps étrangère à cette évolution. Ce n'est pas que l'utilité du crédit pour les opérations agricoles, aussi bien que pour les opérations industrielles ou commerciales, n'eût été vivement sentie. Dès le milieu du siècle, on s'en préoccupa, les études se succédèrent et s'entre-croisèrent, mais sans apporter la solution. En dehors de l'organisation du Crédit foncier qui fut solidement constitué au milieu du siècle, aucune entreprise ne répondit réellement au besoin qu'elle cherchait à satisfaire. On en arriva à douter de la possibilité de créer le Crédit agricole.

« La cause de ces insuccès se trouvait dans la confusion qui régnait dans les esprits sur la nature même du crédit agricole. Les agronomes les plus éminents qui avaient étudié le problème, Léonce de Lavergne, Wolowski, J.-B. Josseau, Victor Borie avaient bien démontré que les conditions du crédit sont uniques et que le problème consiste uniquement à les adapter aux besoins des agriculteurs. Malgré ces démonstrations, on s'obstinait à chercher des séries de combinaisons pour organiser le crédit agricole en dehors de la base primordiale, c'est-à-dire, la confiance. »

L'opinion dominante pendant très longtemps fut, en effet, que le crédit pour les cultivateurs, c'est-à-dire, le crédit agricole mobilier destiné aux travaux courants de l'exploitation du sol, ne pouvait être que réel, c'est-à-dire, reposer sur un gage (2). Tous les projets, dès lors, et, dit M. Sagnier, il est impossible de les citer tant ils étaient nombreux, réclamaient, comme base de l'organisation du crédit agricole, des modifications profondes à la législation civile ou commerciale.

Pendant de longues années, dit de son côté M. J. Méline, on s'était obstiné à partir de ce principe que les banques agricoles étaient des banques comme les autres, que le premier banquier venu pouvait être un banquier agricole, et qu'il suffisait, pour ouvrir aux agriculteurs l'accès du crédit, de les traiter en commerçants.

« C'est sur cette idée fausse que reposait la grande banque d'État de l'Empire qui avorta si tristement sans avoir pu se créer une clientèle. C'est encore elle qui domina les premiers projets, cependant si sérieusement étudiés, qui furent déposés dès la création du Ministère de l'Agriculture et qui finirent par échouer devant la résistance obstinée du Sénat.

« Cette résistance ne fut pas inutile, et l'événement a démontré qu'elle était, au fond, plus justifiée qu'on ne le croyait à cette époque. Le vice fondamental de tous ces projets était de vouloir organiser le crédit *par en haut*, au moyen d'établissements superposés aux agriculteurs, fondés sans leur concours, en dehors d'eux, alors (comme

(1) *Le Crédit agricole en France, ses origines, son essor, son avenir*, lettre préface de M. Jules Méline. Paris, librairie agricole, 26, rue Jacob. Prix : 3 francs.

(2) Le crédit réel à la propriété même du sol fut donné par l'institution du Crédit foncier en 1852,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on le reconnut plus tard) que le crédit agricole était possible et ne pouvait rendre les services qu'on était en droit d'en attendre, qu'à la condition expresse qu'il partirait *d'en bas* et non d'en haut, qu'il serait organisé par les agriculteurs eux-mêmes et qu'il serait leur chose. »

Ces idées nouvelles commencèrent à se faire jour à l'époque même où se développaient les syndicats agricoles « dont la rapide éclosion a été un des phénomènes économiques les plus remarquables de la dernière période du siècle. » (Sagnier). Quelques-unes de ces jeunes associations conçurent le projet de servir d'agents de crédit pour leurs adhérents et le succès couronna leurs efforts.

C'est au syndicat agricole de l'arrondissement de Poligny (Jura) qu'il appartient d'avoir organisé la première société de crédit mutuel agricole.

En 1889 eut lieu le premier Congrès international d'agriculture, organisé à Paris à l'occasion de l'Exposition Universelle. M. Méline en dirigea les travaux, et la question du crédit agricole y figura parmi les plus importantes qui formaient le programme du Congrès : M. Léon Say y fit, à cette occasion, une conférence magistrale dans laquelle il développa les idées nouvelles que lui avait suggérées, lors d'un voyage récent en Italie (1883), le développement remarquable du crédit mutuel en Italie.

Léon Say commença par dégager nettement la notion même du crédit. « Le crédit, dit-il, n'est pas destiné à permettre de vivre plus facilement, à couvrir des dettes antérieures ou à liquider une situation plus ou moins désespérée ; il est destiné à permettre de faire des affaires. C'est dans ces conditions que se présente et que fonctionne le crédit à l'industriel ou au commerçant ; il serait utopique d'en concevoir d'autres pour l'agriculteur. Si le crédit peut facilement fournir au commerçant ou à l'industriel le fonds de roulement qui lui est nécessaire, il se trouve, à l'égard de l'agriculteur, en présence d'obstacles dont le principal est que celui-ci n'a pas, jusqu'ici du moins, le sentiment de l'échéance. Heureusement cet obstacle n'est pas insurmontable, car c'est une simple modification à apporter dans les mœurs, elle pourra être longue, mais elle peut se peut concevoir. » (M. L. Say voyait juste, l'agriculteur a montré qu'autant au moins que le commerçant et l'industriel, il avait le sentiment de l'échéance, et la modification dans les mœurs, à cet égard, a été immédiate.)

« Le crédit agricole, ajoutait Léon Say, doit être personnel, car le crédit sur gage n'est pas un véritable crédit. Mais, pour assurer le crédit personnel, une large décentralisation est nécessaire, car on ne pourra trouver les fonds nécessaires que dans la généralité des citoyens qui vivent autour du petit cultivateur, propriétaire ou fermier et qui le connaissent. Cette solution est celle qui a été adoptée en Allemagne par les banques Schulze-Delitsch et les caisses Raiffeisen, en Italie par les sociétés de crédit populaire de Wollemberg, en Belgique par les syndicats de crédit. »

Une commission fut nommée à la suite du congrès, qui, adoptant les vues émises par Léon Say, chercha tout d'abord à décentraliser le crédit, à l'organiser « par en bas ».

Des travaux de cette commission sortit le texte de loi que M. Méline déposa sur le bureau de la Chambre des députés le 4 mai 1890 sous le titre : « Proposition de loi tendant à l'organisation du crédit agricole et populaire. »

De 1890 à 1894 le texte en fut à plusieurs reprises vivement discuté à la Chambre des députés et au Sénat, étudié aussi à la Société nationale d'Agriculture ; et finalement il devint la loi du 5 novembre 1894 « à laquelle la reconnaissance des agriculteurs donna et conserva le nom de *loi Méline*. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« La charte du crédit agricole était créée. Après quatre ans et demi d'efforts, la conception qui avait suscité tant de controverses sortait victorieuse de cette lente élaboration.

« Sans doute, elle n'apportait pas aux cultivateurs les flots d'or que tant d'utopistes avaient fait miroiter à leurs yeux, mais elle leur fournissait les bases d'une organisation dont la fécondité devait être bientôt démontrée. Tout ce qui a été réalisé plus tard a trouvé son fondement inébranlable dans cette loi. »

Aussi M. Sagnier, très justement insiste-t-il sur les principes essentiels de cette loi, restés sans changement, sauf en ce qui concerne la responsabilité des administrateurs (loi du 29 juillet 1901). Il les résume de la façon suivante :

La totalité des membres d'un ou plusieurs syndicats professionnels agricoles ou une partie des membres de ces syndicats peuvent constituer une société de crédit agricole, dont l'objet exclusif doit être de faciliter et de garantir les opérations concernant l'industrie agricole et effectuées par ces syndicats ou des membres de ces syndicats. La Société ainsi constituée est une société commerciale qui doit obéir, pour sa comptabilité, aux prescriptions du code de commerce, et qui peut se livrer, pour l'objet de sa constitution, à toutes les opérations qui entrent dans le rôle des banques.

Le capital de la Société de crédit ne peut être constitué par des souscriptions d'actions; il peut être formé par des parts nominatives souscrites exclusivement par des membres de la Société. Ces parts peuvent recevoir un intérêt fixe; mais elles ne peuvent recevoir aucun dividende prélevé sur les bénéfices de la Société. Ces bénéfices, après les prélèvements pour couvrir les frais généraux, doivent servir d'abord à constituer un fonds de réserve, puis être répartis entre les syndicats et leurs membres au prorata des prélèvements faits sur leurs opérations.

Le mode d'administration, la responsabilité incombant à chacun des sociétaires dans les opérations de la société, les prélèvements au profit de la société sur ses opérations, sont réglés par les statuts, la loi laissant à cet égard la plus grande latitude.

Quant aux privilèges concédés aux sociétés de crédit mutuel agricole, ils consistent dans l'exemption du droit de patente, de l'impôt sur les valeurs mobilières et des formalités imposées aux sociétés commerciales. Les seules formalités auxquelles elles soient astreintes sont : au début et avant toute opération, le dépôt, au greffe de la justice de paix du canton où la société à son siège principal, des statuts et de la liste des administrateurs ou directeurs et des sociétaires; puis, chaque année, au même lieu, et dans la première quinzaine de février, le dépôt de la liste des membres faisant alors partie de la société et du tableau sommaire des recettes et des dépenses, ainsi que des opérations effectuées dans l'année précédente.

Si la loi du 5 novembre 1894 n'a pas été modifiée, des additions y ont été faites afin d'étendre le champ d'action des sociétés de crédit mutuel ou d'en élargir les cadres.

La loi du 11 janvier 1908 a étendu aux sociétés d'assurances mutuelles agricoles régies par la loi du 4 juillet 1900, le droit réservé jusqu'alors aux seuls syndicats agricoles de constituer des sociétés de crédit agricole mutuel. Ces dernières sont placées sur le même pied, au point de vue légal, que les sociétés ayant leur origine dans les syndicats.

La loi du 18 février 1910 a concédé le même droit, et dans les mêmes conditions, aux sociétés coopératives agricoles, constituées d'après les dispositions de la loi du 29 décembre 1910.

A ces extensions est venu s'ajouter un nouveau rôle dévolu aux sociétés de crédit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

agricole, qu'on appelle communément aujourd'hui *caisses locales de crédit mutuel agricole*. Elles sont appelées à servir d'intermédiaires pour les opérations de crédit individuel à long terme en faveur de la petite propriété institué par la loi du 19 mars 1910. Mais pour exercer ce rôle, elles doivent se fixer une durée de vingt ans au moins et insérer dans leurs statuts une clause les autorisant à se livrer à ce genre d'opérations.

On ne saurait trop insister sur le caractère essentiel de la loi de 1894 : « Le crédit à donner au cultivateur par les sociétés créées par les syndicats est un crédit *personnel* et *mutuel*, c'est-à-dire reposant sur la confiance réciproque que s'inspirent les membres de la Société. Cette confiance est manifestée par la part prise par chacun dans la constitution du capital initial, elle repose sur la connaissance réciproque de l'activité et de l'intelligence déployées par chacun dans les actes de la vie courante.

« Or, c'est à cet acte que se limite l'intervention rationnelle des syndicats. Leurs opérations courantes sont des achats d'engrais, de semences, de machines, de bétail. Elles se liquident dans une période relativement courte. Ce sont, en outre, les opérations qui donnent le plus sûrement et le plus rapidement des bénéfices. »

Dès la promulgation de la loi du 5 novembre 1894, un certain nombre de sociétés de crédit furent constituées sur les bases fournies par cette loi et presque partout, dès le premier jour, l'honorabilité, le dévouement et la prudence des promoteurs de ces sociétés surent imposer la confiance aux groupements financiers (la Société générale, la Banque de France).

Toutefois en 1900 la moitié des départements ne possédaient pas encore de sociétés de crédit, on s'ingénia donc à trouver les moyens nécessaires pour donner au mouvement une impulsion irrésistible.

Le renouvellement du privilège de la Banque de France fut l'occasion qui permit de réaliser une participation directe et soutenue du grand établissement financier à la marche et au développement du crédit agricole.

Du reste, dès 1897 M. Méline concluait un éloquent discours à la Chambre des Députés, dans lequel il avait réduit à néant la grandiloquente utopie de M. Jaurès proposant l'organisation d'une Grande Banque de l'Agriculture, organisée par l'État : « Le moment est venu de faire un pas de plus et de donner au crédit agricole, maintenant qu'il est bien constitué au bas de l'échelle, une organisation complémentaire par la création d'un organisme supérieur. »

Comment cet organisme serait-il constitué.

On doit renoncer à l'idée de demander à la Banque de France de prendre directement et toujours le papier agricole; elle immobiliserait dans son portefeuille des valeurs à longue échéance qui pourraient à un moment donné compromettre son crédit.

On ne peut songer non plus à une Banque d'État, telle que celle conçue par M. Jaurès. Elle ne pourrait fonctionner sans obérer les finances publiques dans des proportions grandissantes avec son propre développement. « Elle n'aurait qu'un résultat, c'est de ruiner l'État, en donnant à l'agriculture à boire dans un verre vide. »

Une banque centrale privée, qui risquerait ses propres capitaux, présenterait moins d'inconvénients, mais elle serait trop loin des banques agricoles locales et des agriculteurs pour les connaître et faire sérieusement du crédit agricole.

« C'est par éliminations successives, concluait M. Méline, que le gouvernement est arrivé à cette conclusion que l'organisme qu'on devait placer au-dessus des petites banques locales, c'étaient des banques régionales. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La loi du 31 mars 1899 institua celles-ci sous le nom de *Caisses régionales de crédit agricole*. Toute société locale de crédit, qu'elle soit régie par la loi de 1867 ou par la loi de 1894, peut coopérer à la constitution d'une caisse régionale, la seule condition imposée étant qu'elle soit mutuelle et exclusivement agricole.

Les caisses locales, toutefois, restent la base du crédit agricole, « les caisses régionales, disait M. Jean Dupuy dans les instructions qu'il envoya aux préfets pour l'application de la nouvelle loi, n'en sont que le complément, elles ne peuvent fonctionner qu'autant qu'elles grouperont un certain nombre de caisses rurales qui, elles, sont en rapport direct avec les cultivateurs; sans ces dernières, les Caisses régionales ne pourraient rendre aucun service. »

Ces préceptes sages montraient rigoureusement l'esprit de la loi.

Le rôle de ces caisses est strictement limité. Elles doivent faciliter les opérations effectuées par les membres des sociétés locales de leur circonscription et garanties par ces sociétés. A cet effet, elles escomptent les effets souscrits par les membres des sociétés locales et endossés par ces sociétés; en outre, elles peuvent faire à celles-ci les avances nécessaires pour la constitution de leurs fonds de roulement.

Les redevances annuelles de la Banque de France (minimum de 2 millions de francs et son avance de 40 millions (loi du 17 novembre 1897 sur le renouvellement du privilège de la Banque de France jusqu'en 1920), sont mises à la disposition du gouvernement pour être attribuées sous forme d'avances sans intérêt, aux Caisses régionales de crédit agricole mutuel.

La répartition des avances de l'État aux Caisses régionales est le côté le plus délicat de la nouvelle organisation, depuis la loi du 25 décembre 1900 la limite des avances a été portée au quadruple du capital versé.

C'est au ministère de l'Agriculture qu'a été confiée la répartition des avances aux Caisses régionales; il concède celles-ci sur l'avis d'une Commission spéciale, dite Commission de répartition.

L'État donnant des avances aux Caisses régionales, il a pour devoir d'en contrôler l'emploi. Des décrets successifs du 6 mai 1900 et du 11 avril 1905 ont organisé le mode de contrôle.

Le décret du 11 avril 1905 a fixé, d'autre part, les conditions rigoureuses à remplir par les Caisses régionales pour participer aux avances.

Les avances aux Caisses régionales sont faites pour une durée de cinq années, mais elles sont renouvelables. La Commission de répartition décide dans quelle proportion ce renouvellement peut être opéré, elle s'est montrée jusqu'ici très généreuse à cetégard.

La loi a fixé, comme auparavant pour les sociétés locales de crédit, les conditions auxquelles doivent répondre les statuts des Caisses régionales, pour que celles-ci puissent jouir des avantages qu'elle leur concède. Elle fixe au maximum de 5 p. 100 le taux de l'intérêt à allouer aux parts du capital, ainsi que le maximum des dépôts en comptes courants, et le maximum des bons à émettre qui ne peuvent pas excéder ensemble le trois quarts du montant des effets en portefeuille.

Les dépôts en comptes courants constituent une des principales ressources dont disposent les banques ordinaires. La loi a prévu une autre ressource pour les caisses régionales en les autorisant à émettre des bons spéciaux, destinés à leur fournir des fonds importants pour leurs opérations courantes. « Le bon de la Caisse régionale, dit-on dans l'exposé des motifs du projet de loi, doit constituer, dans notre pensée, la principale ressource pour les opérations courantes. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Sagnier, après avoir expliqué le mécanisme de ces bons, ajoute : « La loi a ainsi donné aux Caisses régionales une arme très puissante destinée à leur assurer, dans un temps assez rapide, des ressources suffisantes pour ne plus avoir besoin de recourir à l'aide de l'État; mais elles n'en ont pas usé. Que ce soit par timidité ou inexpérience, que ce soit à raison de la générosité avec laquelle les avances de la Banque de France leur ont été imparties, les Caisses régionales ont semblé ignorer cette faculté, ou du moins elles n'ont pas cherché à en profiter. On doit le regretter, parce que cette absence d'efforts dans une voie qui aurait pu être féconde a reculé le moment où les organismes doivent fonctionner avec leurs propres forces. »

LE DÉVELOPPEMENT DU CRÉDIT AGRICOLE DE 1900 A 1909

Dans la seconde partie de son étude, M. H. Sagnier examine tout d'abord le développement des caisses régionales de 1900 à 1909; M. Méline, « qui avait multiplié les efforts pendant dix ans, pour arriver à l'organisation légale du crédit agricole mutuel, » donna le premier exemple de la création d'une Caisse régionale. La Caisse régionale de l'Est fut fondée le 29 juin 1899, et, dès la fin de cette première année, 9 caisses régionales étaient constituées : « Le mouvement s'était propagé de l'Est à l'Ouest, du Nord au Midi, avec une rapidité qui montrait combien l'utilité de la nouvelle institution était appréciée partout. »

Dès la fin de 1904 on comptait 963 caisses locales affiliées aux 54 caisses régionales ayant participé aux avances de l'État. Ces caisses groupaient 42 783 adhérents et leur capital versé s'élevait à 2 405 846 francs. Leurs opérations s'élevaient à plus de douze fois leur capital.

De 1900 à 1904, les prêts réellement consentis aux agriculteurs par les caisses locales se sont répartis comme il suit :

1900.	1 910 456	francs.
1901.	5 170 045	—
1902.	14 302 651	—
1903.	23 451 167	—
1904.	30 235 063	—
Total.	74 069 382	francs.

En 1904, cependant, vingt départements ne possédaient pas encore de caisses locales.

Dès 1907 on ne compte plus que quatre départements ne possédant pas de société locale de crédit.

« Dans quelques régions, ces sociétés montrent une activité exceptionnelle. Sur le total de 45 millions (consentis à leurs adhérents par les caisses locales en 1907), 30 millions, soit les deux tiers, ont été prêtés par les caisses affiliées à 12 caisses régionales, dont 7 pour 17 millions dans les régions au-dessus de la Loire, et 5 pour 13 millions dans les régions méridionales. Sur les 28 millions représentant les avances de l'État à la fin de l'année, ces 12 caisses avaient profité de 13 millions environ. D'autres caisses, par contraste, manifestent une véritable torpeur : pour quelques-unes d'entre elles, les prêts effectués par leurs caisses locales n'atteignaient même pas le montant des avances dont elles profitaient. Les mêmes faits peuvent d'ailleurs être constatés chaque année. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A la fin de l'année 1908 il n'y a plus un seul département qui ne compte de caisse locale affiliée à une caisse régionale, le mouvement des idées autour du développement agricole s'accentue de plus en plus, des congrès nationaux de crédit mutuel s'organisent pour l'étude des problèmes qui intéressent la marche de ces sociétés.

A la fin de 1909 on compte 2983 caisses locales affiliées à 95 caisses régionales. Les caisses locales ont vu leurs adhérents s'élever au nombre de 133 382 au lieu de 116 866 en 1908. Les prêts nouveaux que ces caisses font à leurs adhérents atteignent 63 742 000 francs.

Pour la période des cinq années 1905 à 1909, M. Sagnier établit ainsi le bilan du crédit dont les agriculteurs ont profité :

1905	31 459 000 francs.
1906	37 141 000 —
1907	45 376 000 —
1908	61 310 000 —
1909	63 742 000 —
Total	239 028 000 francs.

« D'après les tableaux du ministère de l'Agriculture, le total des prêts consentis durant ces cinq années s'élèverait à la somme de 366 559 000 francs. C'est une différence de 53 p. 100 en plus. Cette majoration s'explique par le fait que, pour chaque année, on a ajouté aux prêts nouveaux les prêts en cours à la fin de l'année précédente et dont le montant figurait déjà dans les opérations de cette année-là.

« Il y a, dans ce fait, une confusion qu'on ne comprend pas. »

En rapprochant les résumés des opérations pendant les deux périodes 1900-1904, 1905-1909, ainsi que l'a fait M. H. Sagnier, on arrive aux résultats suivants :

Années 1900 à 1904	74 069 000 francs.
Années 1905 à 1909	239 028 000 —
Total	313 097 000 francs.

Les documents officiels élèvent ce total à 440 millions et demi.

« Quoique l'on ne puisse pas admettre une telle majoration, les services rendus par les caisses régionales sont suffisamment évidents. Ils suivent une progression dont on ne saurait que se réjouir. »

EXTENSION DU RÔLE DES CAISSES RÉGIONALES

Le rôle donné aux caisses régionales de crédit agricole mutuel par la loi du 3 mars 1899 était très précis et limité : elles ne pouvaient jouir des avantages qui leur étaient concédés qu'à la condition, exclusive de toute autre opération, de faciliter les opérations des sociétés locales qui leur seraient affiliées.

La loi du 29 décembre 1906 autorisant des avances aux sociétés coopératives agricoles, et faisant des caisses régionales le canal par lequel ces avances peuvent parvenir aux sociétés coopératives, a donné aux caisses régionales une mission nouvelle et accru leur rôle dans des proportions qui peuvent devenir importantes. En effet les opérations pour lesquelles les coopératives agricoles peuvent recevoir des avances sont nombreuses : « La production, la transformation, la conservation et la vente des produits agricoles, l'acquisition, la construction, l'installation et l'appropriation des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bâtiments, ateliers, magasins, matériel de transport, l'achat et l'utilisation des machines et instruments nécessaires aux opérations agricoles d'intérêt collectif. » C'est donc le crédit agricole à long terme, et avec ce nouveau régime la responsabilité des caisses régionales s'engage pour une longue période d'années. « Ce n'était plus seulement le crédit personnel, dit M. Sagnier, qu'elles étaient appelées à pratiquer, c'était le crédit foncier qui s'introduisait dans leur organisation. Leur caractère était ainsi profondément modifié. »

En 1908 les premières avances furent concédés en application de la nouvelle loi, elles s'élevèrent, au cours de cette année, à la somme de 964 325 francs qui furent répartis entre onze caisses régionales pour 23 coopératives, dont le capital versé s'élevait à la somme de 579 724 francs.

En 1909, 42 sociétés coopératives nouvelles ont reçu des avances s'élevant à la somme totale de 1 158 450 francs (1).

Enfin la loi du 19 mars 1910 a constitué le crédit individuel à long terme pour l'acquisition, l'aménagement, la transformation et la reconstitution des petites exploitations rurales, et ce sont les sociétés locales du crédit mutuel et les caisses régionales qui ont été chargées de pratiquer les prêts individuels à long terme (ces prêts ne peuvent dépasser la somme de 8 000 francs et leur durée est au maximum de quinze ans).

L'année 1910 a vu les premières applications de cette dernière loi. 27 caisses régionales et une société de crédit immobilier (société constituée pour l'application de la loi Ribot) ont reçu pour cet objet des avances s'élevant à la somme de 2 millions 329 000 francs ; elles ont consenti 29 prêts d'une valeur totale de 864 190 francs.

FORMES DIVERSES DE CRÉDIT

M. H. Sagnier, très justement, met en relief dans son étude les différentes formes sous lesquelles les cultivateurs peuvent, sans l'intervention du mécanisme des caisses régionales, profiter du crédit.

Le *warrant agricole* est la première de ces formes; mais malgré les facultés apportées par les lois des 28 juillet 1898 et 30 avril 1906 sur le fonctionnement des warrants agricoles (l'agriculteur peut emprunter sur tous les produits de son exploitation qui ne sont pas immeubles par destination y compris le bétail), seules les régions viticoles pour les vins et eaux-de-vie ont continué à faire usage des warrants.

En dehors de l'organisation des caisses régionales, des sociétés locales de crédit agricole, qui ont tenu à conserver leur autonomie, fonctionnent avec régularité et rendent des services très appréciés dans leur rayon : telles la *Société de Crédit agricole mutuel*, constituée dès 1885 à *Senlis* (Oise) sur l'initiative de M. Léon Martin, la *Caisse d'Agriculture de Boulogne-sur-Mer*.

Le concours des *Caisses d'épargne* dans l'organisation du crédit agricole est une conception à la fois très heureuse et très pratique, malheureusement elle n'a été pratiquée jusqu'ici que dans des proportions tout à fait restreintes.

L'honneur d'avoir mis cette conception en évidence revient à M. Eugène Rostand, président de la Caisse d'épargne des Bouches-du-Rhône, celle-ci de 1894 à 1909 a

(1) En 1910, 66 coopératives nouvelles ont reçu 2 122 295 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

consenti 46 500 francs de prêts aux caisses agricoles créées dans les localités où elle a des succursales.

L'importance des opérations de ces caisses a été grandissant d'année en année et de 1901 à 1909 le montant total de leurs opérations s'est élevé à 1 142 663 francs.

« L'initiative de M. Eugène Rostand a assuré la réalisation d'un idéal dont on ne saurait trop désirer vivement l'extension : faire servir l'épargne locale à soutenir le travail local. Sans doute, c'est sur une échelle relativement restreinte que les résultats ont été acquis jusqu'ici ; mais il n'est pas douteux qu'ils sont appelés à s'accroître, parce que, là comme partout, le temps est nécessaire pour vaincre les préventions et les résistances qui accueillent trop souvent les innovations. »

Les *caisses coopératives de Crédit agricole* reposant sur le principe de la solidarité de tous leurs adhérents se sont surtout développées dans le département des Alpes-Maritimes sur l'initiative de la Banque populaire de Menton, dirigée par M. Rayneri. Au cours de l'année 1908, les effets qu'elles ont reçus ont dépassé la somme de 843 000 francs.

Les *caisses rurales*, dont M. Louis Durand, avocat à la Cour de Lyon, s'est fait l'initiateur et l'ardent propagateur, constituent une forme spéciale de l'organisation du Crédit agricole, qui s'est considérablement développée au cours des dernières années.

Ces caisses sont des sociétés à capital variable, placées sous le régime de la loi de 1867, dont l'objet est de fournir à leurs membres le crédit qui leur est nécessaire pour leurs exploitations.

L'organisation des caisses rurales est, en somme, celle des sociétés du type dit de *Raiffeisen*, à responsabilité illimités. Ce sont des sociétés exclusivement professionnelles, desquelles le caractère de commerce est absolument exclu ; les participants sont des cultivateurs tantôt déposants, tantôt emprunteurs, qui réunissent leurs efforts pour parer à leurs besoins communs.

C'est à peu près exclusivement par leurs propres ressources que les caisses rurales fonctionnent. Quelques-unes seulement sont en rapports avec les caisses régionales ayant reçu des avances de l'État ; la plupart, au contraire, s'adressent à des caisses centrales qui sont en dehors de cette organisation.

« Si, dit M. Sagnier, l'on suppute les relevés annuels réunis et publiés par l'Union des caisses rurales et si l'on admet, avec M. Durand, que ces relevés représentent à peu près les deux tiers du mouvement total, on arrive au résultat suivant : Pour les quinze années 1894 à 1908, l'ensemble des prêts qu'elles ont faits aux agriculteurs doit être d'environ 65 millions de francs.

« C'est un total qui n'est pas à dédaigner, quand on considère que ces prêts sont faits à peu près exclusivement à des petits cultivateurs. »

LE CRÉDIT DIRECT PAR LA BANQUE DE FRANCE

Dans sa lettre préface au livre de M. H. Sagnir, M. Méline écrivait en terminant : « Un dernier mot sur une partie de votre étude qui ne mérite pas moins d'attirer l'attention et qui sera une véritable révélation pour vos lecteurs.

« Personne, en effet, ne se doute, dans le grand public et même dans le monde parlementaire, du rôle capital, joué par la Banque de France, dans la création et le fonctionnement du crédit agricole. Comme vous le faites très bien ressortir, c'est elle qui, pendant de longues années, bien avant que le crédit mutuel ait été organisé, avait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ouvert la voie et prouvé que le crédit agricole pouvait être aussi solide, sinon plus solide, que le crédit commercial et industriel, en ouvrant largement ses guichets pour les opérations d'achat et d'engraissement du bétail.

« Plus tard, elle a pris et elle prend plus que jamais le papier des banques agricoles, subventionnées ou non, et elle fournit ainsi la preuve qu'aujourd'hui l'éducation financière des cultivateurs se fait de plus en plus et que le crédit agricole peut désormais, quand il le voudra, avec l'appui de la Banque de France, marcher sans lisières ou à peu près. »

La loi de 1897 a fixé à 40 millions l'avance que la Banque de France devait faire à l'État pour l'organisation et le fonctionnement du crédit agricole. L'État devra lui rembourser cette somme en 1920. Mais les redevances annuelles prévues par la même loi, proportionnelles aux opérations de la Banque sont définitivement acquises par l'État et de 1897 à 1909, la Banque a ainsi versé à l'État 60 457 561 francs.

La Banque de France ne s'est pas bornée à ce rôle en quelque sorte passif de pourvoyeur des deniers que l'État pouvait mettre à la disposition des entreprises de crédit agricole ; c'est ce qu'établit M. Sagnier d'après les réponses qui lui furent fournies par toutes les succursales et bureaux auxiliaires, que M. Pallain avait invités à répondre au questionnaire qui leur serait adressé ; le questionnaire de M. Sagnier portait sur deux ordres d'idées :

1° Opérations de la Banque de France avec les caisses régionales du crédit agricole ;

2° Opérations de la Banque de France avec les agriculteurs.

Les opérations de la Banque de France avec les Caisses régionales comportent d'une part des avances et d'autre part des escomptes.

Le total des avances sur titres de 1900 à 1909, s'est élevé à 79 millions de francs ; les opérations d'escompte se sont élevées au total de 171 millions de francs. « Quel profit la banque a-t-elle retiré de ces opérations. Le produit pour l'ensemble a été de 1 079 000 francs. Ce chiffre représente 0,44 p. 100. On doit compter que ce taux est extrêmement faible. »

Les opérations directes de la Banque de France avec les agriculteurs se subdivisent comme les précédentes en deux parts : avances sur titres et opérations d'escompte.

Le total des avances sur titres aux agriculteurs a atteint 159 millions de francs pendant la période 1900 à 1909.

Quant aux escomptes, les escomptes de warrants, durant la même période, se sont élevés à 73 millions de francs. Les escomptes d'effets sont autrement importants. C'est là, en effet, que se concentre surtout l'action de la Banque de France. Leur total pour la période des dix années a atteint 344 millions de francs (en dehors bien entendu des escomptes avec les caisses régionales).

Les départements dans lesquels ces escomptes occupent la plus large place sont : Cher, 63 millions ; Nièvre, 60 ; Allier, près de 60 ; Calvados 47, etc., etc. Somme toute, ces escomptes ont pris leur plus grand développement dans les régions où le commerce du bétail présente une activité particulière. C'est le résultat de l'extension de la pratique des comptes d'embouche, inaugurée naguère par M. Giraud, à la succursale de Nevers (1).

(1) « Nommé, en 1865, directeur de la succursale de la Banque à Nevers, M. Giraud conçut, après une étude attentive, le projet de mettre le crédit à la portée des agriculteurs se livrant aux opérations d'engraissement ou embouche. Ces opérations consistent à acheter du bétail à la fin de l'hiver et à revendre les animaux à la fin de l'été, après les avoir engraissés sur les prairies. Obligé de payer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En résumé, les opérations directes de la Banque de France avec les agriculteurs pendant la période de 1900 à 1909 se présentent ainsi :

Avances sur titres		159	millions de francs.
Escompte. . .	de warrants.	73	—
	d'effets	344	—
Total.		576	millions de francs.

« Si l'on tient compte en outre des opérations d'escompte et d'avances traitées par la Banque avec les caisses régionales, et que l'enquête a fait ressortir à 250 millions, on arrive à un total de 826 millions. « C'est en définitive par cette somme que s'est manifestée dans la période des dix années, l'intervention de la Banque dans les opérations du crédit agricole. »

Et M. H. Sagnier insiste sur ce point, c'est que, en matière de crédit agricole, la Banque de France n'est pas du tout l'établissement très aristocratique, fermé aux producteurs modestes et accessible seulement aux gros capitalistes. L'immense majorité des agriculteurs peut être en rapport direct avec la Banque de France et profiter de tous les avantages qu'il est possible d'en tirer; malheureusement, on ignore le plus souvent le mécanisme de ces opérations. Le « compte courant d'escompte », par exemple, met la Banque de France à la portée de tous.

« Il serait nécessaire que les agriculteurs fussent renseignés partout sur les facilités qui sont mises à leur disposition. Ils sauraient ainsi que le crédit direct par la Banque de France est celui qui coûte le moins cher.

M. Sagnier n'a pas voulu seulement, dans son étude sur le crédit agricole, rappelons-nous en commençant ces notes d'agriculture, faire œuvre de témoin et d'historien véridique, il a voulu encore et surtout, suivant les termes mêmes de M. Méline, « marquer avec netteté et fermeté la voie dans laquelle il importe de maintenir le crédit agricole. » C'est pourquoi les conclusions de M. Sagnier présentent un intérêt exceptionnel : elles sont à connaître et à faire connaître, nous n'avons pas cru devoir les résumer, nous les donnons *in extenso* :

CONCLUSIONS

Bilan du Crédit agricole pendant la période 1900-1909. — Conclusions à tirer de l'examen des faits. — Deux catégories de Caisses régionales. — Conceptions erronées manifestées relativement au concours de l'État. — Caractère temporaire des avances. — Nécessité des remboursements. — Réformes à introduire dans le fonctionnement des Caisses régionales. — Les dépôts en compte-courant : leur rôle dans les Caisses régionales et dans les caisses locales. — Éducation à poursuivre.

La récapitulation des renseignements et des documents analysés précédemment permet d'évaluer, approximativement au moins, la période des dix dernières années. Sans doute, il est impossible de se rendre compte de l'importance des avances faites par les propriétaires aux métayers ou aux petits fermiers, et que l'on sait être, dans certaines régions, souvent

comptant les animaux achetés en foire, l'agriculteur ne peut étendre ses opérations au delà de la somme immédiatement disponible entre ses mains. Pour faire disparaître cet obstacle, M. Giraud décida d'accepter à l'escompte des valeurs souscrites par les agriculteurs à l'ordre d'un banquier du pays et revêtues d'un aval donné par un parent ou le propriétaire du sol, et il consentit à prévoir deux renouvellements trimestriels afin de permettre aux fermiers d'attendre la fin de la campagne qui, commencée en février, dure jusqu'en novembre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fort importantes; il y a là une lacune qu'il sera toujours impossible de combler. D'autre part, il n'est pas inutile de rappeler encore une fois qu'il ne s'agit pas ici des opérations du crédit foncier; il s'agit exclusivement de crédit mobilier, ou, pour employer une expression plus exacte, de crédit personnel, c'est-à-dire du crédit dont jouit le cultivateur en raison de la confiance qu'il inspire.

Il résulte des documents officiels, c'est-à-dire des rapports ministériels sur la marche des Caisses régionales de crédit agricole mutuel, dont la loi a ordonné la publication annuelle, que, de 1900 à 1910, les caisses locales, les seules qui soient en contact direct avec les cultivateurs, ont prêté à ceux-ci une somme totale de 313 millions de francs environ. Ces opérations se sont accrues d'année en année en suivant une progression constante. Pendant qu'elles avaient atteint le total de 74 millions pendant la première période de début, elles se sont élevées à 239 millions pendant la deuxième période.

Une autre forme de crédit est le crédit consenti directement aux agriculteurs par la Banque de France. On doit rappeler que le montant s'en est élevé à la somme de 576 millions dans la période 1900-1909.

Enfin, viennent ce que l'on appellera les sociétés de crédit indépendantes, c'est-à-dire celles qui ne participent pas aux avances de l'État et qui n'ont pas de rapports avec la Banque de France. On ne saurait avoir, à leur égard, de renseignements aussi complets que pour les précédentes catégories. Toutefois, il est permis d'évaluer approximativement leurs opérations.

On a vu précédemment que le montant des opérations des Caisses rurales du système Durand a dû atteindre environ 65 millions de francs durant la période.

D'autre part, les opérations des sociétés locales sur lesquelles on a pu recueillir des renseignements, en dehors de la Société du Crédit agricole de Senlis, qui est en rapport direct avec la Banque de France, se sont élevées, dans la période, à 3 millions de francs environ.

En coordonnant ces résultats, on peut établir le bilan des résultats qui, de 1900 à 1909, ont représenté les avances réelles faites aux agriculteurs.

Ce bilan est le suivant :

	Millions de francs.
Opérations des Caisses de Crédit mutuel.	313
— directes de la Banque de France avec l'agriculture.	576
— des Caisses rurales Durand (environ)	65
— des autres sociétés de crédit (environ)	3
Total.	957

L'importance de ce total ne saurait échapper; surtout si l'on considère qu'une étude analogue, faite pour la période décennale antérieure, n'aurait pas abouti à mettre en évidence un chiffre supérieur à 35 ou 40 millions. On doit ajouter que ce total est un minimum, car il est fort probable que des sociétés locales ont échappé aux investigations.

De ces faits, il résulte que le crédit personnel en agriculture n'est pas une utopie, comme beaucoup le prétendent. Il a prouvé sa vitalité en se développant dans des proportions de plus en plus étendues. Il a exercé une puissante influence sur la véritable résurrection qui s'est manifestée dans l'agriculture nationale. C'est la consécration et la récompense des efforts qui ont été multipliés, comme il a été indiqué au cours de cette étude, pour l'implanter dans toutes les parties du pays.

***

Doit-on conclure de ces résultats que l'organisation soit désormais complète et définitive, et qu'il n'y ait pas d'efforts nouveaux à dépenser pour asseoir l'avenir sur des bases inébranlables ?

On ne saurait l'affirmer. Au contraire, un certain nombre de faits relevés au cours de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette étude sont de nature à inspirer des réflexions nouvelles, car ils indiquent des tendances qui paraissent éminemment dangereuses pour l'avenir.

Il ne saurait être soulevé aucune crainte relativement à l'essor des sociétés de crédit indépendantes, elles se maintiennent par le dévouement de ceux qui les dirigent, et leur nombre s'accroît d'année en année. Les efforts faits pour les développer paraissent même de plus en plus intenses.

On ne saurait douter non plus que le crédit direct aux agriculteurs par la Banque de France continuera à s'accroître. On apprendra, en effet, de jour en jour, à mieux connaître les facilités qu'il accorde et les économies qu'il permet de réaliser.

L'avenir est-il aussi assuré en ce qui concerne les Caisses de crédit agricole? La réponse est ici beaucoup plus délicate.

Bien entendu, il ne saurait s'agir de présenter des critiques stériles et amères. Nul plus que l'auteur de cette étude ne rend justice à la masse d'activité et de bonne volonté qui a été dépensée depuis dix ans pour la création des Caisses régionales, nul ne serait plus heureux de trouver partout chez elles les éléments d'une confiance absolue pour l'avenir. Il n'en est malheureusement pas ainsi.

Est-ce à dire que l'institution puisse être considérée comme compromise? Évidemment non, mais son fonctionnement normal exige impérieusement des modifications profondes dans les allures non de toutes les Caisses régionales, mais d'un certain nombre d'entre elles.

C'est ce qu'il s'agit désormais de démontrer, en se gardant avec soin de toute personnalité, mais en suivant le vieil adage : *Amicus Plato, sed magis amica veritas.*

***

On peut répartir les Caisses régionales en deux grandes catégories : celles qui rendent des services importants aux agriculteurs, et celles dont l'activité se manifeste dans des proportions insuffisantes.

Ces dernières sont celles qui paraissent avoir pour principal soin d'emmagasiner les capitaux, sans les faire fructifier, c'est-à-dire sans en faire profiter les caisses locales qui leur sont affiliées.

Pour faire saisir la différence, il importe de prendre un exemple. Voici une Caisse régionale qui, avec des ressources s'élevant à 240 000 francs en capital versé et en avances de l'État, a escompté, en un an, pour 1 200 000 francs d'effets; elle appartient évidemment à la première catégorie. En voici une autre qui, avec des ressources de 730 000 francs (capital et avances de l'État), a escompté, la même année, pour 456 000 francs d'effets; on doit la placer dans la deuxième catégorie.

Cet exemple suffit, car il ne saurait être question ici d'établir une monographie de chaque Caisse régionale, et il n'est donné que pour bien montrer combien ces organisations diffèrent les unes des autres.

Quand on compare le montant général des opérations des Caisses régionales aux capitaux dont elles disposent, on constate qu'il accuse une activité suffisante; mais quand on entre dans le détail, on comprend une fois de plus combien il importe de se méfier des moyennes.

Des différences aussi importantes que celles qu'on vient de signaler trouvent leur explication dans la méthode même qui a présidé à la création des différentes Caisses régionales.

Tandis que les caisses dont l'activité est frappante ont été organisées par des hommes prudents et expérimentés, dans les autres, la bonne volonté a trop souvent remplacé l'expérience, parfois même la connaissance des principes mêmes du fonctionnement de ces caisses. Cette inexpérience des fondateurs s'est manifestée parfois sous des formes étranges. C'est ainsi qu'on a vu créer des Caisses régionales pour une circonscription dans laquelle il n'existait pas encore une seule société locale de crédit. Ailleurs on a créé une Caisse régionale à un capital évidemment beaucoup trop élevé pour les besoins des sociétés locales qui pouvaient s'y affilier; les fondateurs paraissaient hypnotisés par l'appât des avances de l'État,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans paraître se douter du rôle singulier qu'ils jouaient en sollicitant des avances dont ils ne sauraient pas trouver l'emploi. Ce même défaut de calculs sérieux s'est retrouvé parfois dans les opérations mêmes des caisses. Quelques-unes, sous le prétexte de fournir l'argent aux agriculteurs au plus bas prix possible, faisaient l'escompte au-dessous du taux normal de la Banque de France; c'était courir à la ruine. Il convient d'ajouter que le ministre de l'Agriculture n'a pas cessé de les prémunir contre de tels errements, mais il ne paraît pas y avoir toujours réussi; en effet, on en comptait encore, en 1908, une quinzaine qui y persévéraient.

Même parmi les Caisses régionales qui montrent une activité très utile, on en trouve dans lesquelles les notions les plus fausses paraissent dominer. On a pu lire, par exemple, dans le rapport présenté par son directeur à l'assemblée générale d'une Caisse régionale, au mois de mars 1910, ces considérations étonnantes :

« *Nous ne pensons pas que l'État nous oblige à rembourser un jour les avances qu'il nous accorde aujourd'hui si généreusement*, mais il faut compter avec le développement que prendra le crédit en France; il ne fait que débuter et quelques années malheureuses peuvent en précipiter le développement avec une rapidité prodigieuse. Peut-être l'État restreindra-t-il ses avances? Il faut qu'à ce moment notre capital soit suffisant pour nous apporter un revenu qui diminuera le prix de revient de l'argent de notre capital souscrit. Enfin, *dans le cas bien improbable où l'État nous demanderait le remboursement de ses avances*, il faut avoir une réserve qui nous permette ou qui permette à ceux qui nous succéderont, de continuer à faire fonctionner le crédit agricole. »

Il est presque inutile de relever le caractère réellement illégal de ces assertions. Il serait éminemment dangereux de les propager parmi les adhérents des Caisses régionales, parce que c'est les inciter à s'endormir dans une fausse sécurité, à laquelle pourraient succéder des réveils malheureux. Dans la même assemblée générale qu'on vient de citer, le conseil d'administration insistait sur l'utilité d'accroître encore le capital de la Caisse, parce qu'on recevrait de nouvelles avances: or, celles-ci, d'après ce qu'on vient de lire, ont tout à fait, à ses yeux, le caractère de véritables cadeaux.

Une opinion moins dangereuse évidemment; mais également fausse, domine dans un certain nombre de Caisses régionales : d'après cette opinion, une caisse a le droit absolu de recevoir, en avances gratuites de l'État, le quadruple de son capital versé. Si une Caisse, par exemple, a un capital versé de 100 000 francs, et si l'État ne lui a avancé que 300 000 francs, elle aurait le droit de réclamer encore 100 000 francs, et l'État ne pourrait pas les lui refuser sans commettre une injustice. Il est vrai que la générosité, on pourrait même dire la prodigalité, avec laquelle les avances ont été consenties, devait puissamment contribuer à encourager une telle opinion.

Enfin, sans aller aux limites extrêmes qu'on a indiquées, un trop grand nombre de Caisses régionales, qui reconnaissent que les avances sont temporaires, qu'elles devront être remboursées, agissent comme si elles devaient être infiniment renouvelées et ne paraissent pas se préoccuper suffisamment d'une échéance inévitable.

***

Dans la conception primordiale du régime des avances de l'État aux Caisses régionales, ces avances avaient le caractère d'une aide temporaire donnée à celles-ci pour la moindre durée possible. Les capitaux dont l'État disposerait par le fonctionnement de la loi sur le renouvellement du privilège de la Banque de France étaient considérés comme une sorte de fonds commun qui circulerait d'une manière quasi automatique; des portions plus ou moins élevées de ce fonds seraient rendues disponibles dans un délai assez rapproché pour être de nouveau mises à la disposition de l'agriculture,

La méthode du remboursement par annuités apparaissait comme étant celle qui permettrait de résoudre le mieux ce problème. Cette méthode inciterait les Caisses régionales à se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

constituer les ressources nécessaires pour avoir le plus rapidement possible une existence indépendante.

Combien la réalisation est loin de répondre à cette conception, quelques réflexions suffiront pour le montrer. Pendant les dix années 1900 à 1909, les avances de l'État aux Caisses régionales se sont élevées au total de 47 629 000 francs. Les remboursements n'ont pas dépassé 2 817 000 francs, soit moins de 6 p. 100. Les avances nettes s'élevaient ainsi à 44 812 000 francs, à la fin de cette année.

La proportion des remboursements est donc infime. Elle atteint à peine les deux tiers des avances consenties dans les deux premières années de la période.

Sans doute, des ressources inespérées ont été fournies par la progression rapide, sur laquelle on ne comptait guère, des redevances payées annuellement par la Banque de France. Au lieu d'une trentaine de millions qui étaient escomptés au moment du renouvellement du privilège, ces redevances ont dépassé 60 millions. Si l'on peut s'en féliciter sous certains rapports, il est peut-être permis de le regretter. Si cette progression démontre, en effet, la prospérité du grand établissement financier, elle a contribué à endormir la vigilance et à faire naître l'opinion que ces ressources seraient indéfinies.

Or, telle n'est pas la situation réelle. On a expliqué précédemment comment la loi du 29 décembre 1906 sur le crédit à long terme aux sociétés coopératives agricoles et celle du 10 mars 1910 organisant le crédit individuel à long terme pour les petits cultivateurs, ont affecté à ces nouvelles formes de crédit une partie des redevances annuelles. De ce côté, les remboursements ne pourront se faire qu'à longue échéance, la loi ayant fixé le terme de vingt-cinq ans pour les coopératives et celui de quinze ans pour le crédit individuel. Toutefois le ministère de l'Agriculture a sagement prévu que ces remboursements devraient s'effectuer par annuités, ce qui assurera des rentrées progressives.

Néanmoins, les sommes dont il pourra être disposé en faveur des caisses régionales pour leurs opérations ordinaires sur les redevances annuelles de la Banque de France seront notablement diminuées. Il est même permis de prévoir le moment où ces redevances deviendront insuffisantes, et où sera fatalement entamée la réserve, c'est-à-dire l'avance de 40 millions faite par la Banque de France à l'État, en 1897. Cette heure paraît désormais assez proche.

La loi sur le renouvellement du privilège, qu'on ne doit jamais oublier quand on étudie ces questions, spécifie, il est vrai, que cette avance serait consacrée, au même titre que les redevances annuelles, à faciliter l'organisation du crédit agricole. Mais l'article 7, qui approuve la convention passée entre l'État et la Banque de France, le 31 octobre 1896 sur ce sujet, stipule qu'elle est remboursable; contre le versement de cette avance, le ministre des Finances a remis à la Banque de France des bons du Trésor à échéance du 31 décembre 1920.

Pour peu que les avances de l'État soient toujours aussi largement distribuées aux Caisses régionales, que l'application des lois de 1906 et de 1910 se développe dans les proportions prévues et que les remboursements des avances restent dans les limites qu'ils n'ont pas dépassées jusqu'ici, il est de toute évidence que cette échéance de 1920 arrivera sans que l'avance de 40 millions, remboursable à ce moment, soit réellement disponible.

Ce serait véritablement une honte pour le crédit agricole. Ce serait la démonstration de l'incapacité de ses organisateurs à l'établir sur des bases solides dans une période aussi longue que celle qui avait été mise à leur disposition. Les directeurs des Caisses régionales auront certainement à cœur que cette prévision pessimiste ne se réalise pas; mais il était nécessaire que leur attention fût appelée sur ce point délicat.

***

Cet exposé démontre qu'une réforme s'impose dans le fonctionnement, sinon de toutes, du moins d'un grand nombre de Caisses régionales. Doucement bercées sous la tutelle de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'État, celles-ci ne se sont pas préoccupées ou se sont insuffisamment préoccupées des méthodes par lesquelles elles pouvaient et devaient s'assurer, dans un avenir aussi rapproché que possible, une existence indépendante que leurs meilleurs amis ont toujours, avec les promoteurs mêmes du système, rêvée pour elles.

Cette libération sera évidemment retardée par les lois récentes sur le crédit à long terme, dont l'application n'est qu'à ses débuts. Mais elle peut être réalisée dans un délai relativement rapproché pour les avances qui leur ont été consenties en vertu de la loi du 31 mars 1899. Elle exigera des efforts sérieux qui ne sont pas au-dessus de la bonne volonté et de la capacité des hommes dévoués qui sont à la tête des Caisses régionales.

Des administrateurs de ces caisses se plaignent parfois que le ministère de l'Agriculture leur « rende la vie insupportable par une correspondance et des paperasseries ridicules ». Ils ne pourront s'en débarrasser qu'en se dégageant de leur dette, au lieu de demander constamment le renouvellement des avances qu'ils ont reçues, lorsque celles-ci deviennent remboursables.

Mais, pour renoncer à ces renouvellements, il est nécessaire de s'être assuré les moyens de marcher par ses propres forces. Or, la loi du 31 mars 1899 a sagement mis ces moyens à la disposition des Caisses régionales.

L'article 5 de cette loi a prévu que les ressources qu'elles auraient à leur disposition se composeraient non seulement de leur capital, mais des dépôts qu'elles recevraient. En outre, il leur a donné le privilège d'émettre des bons de caisse à échéance fixe qui accroîtraient encore ces ressources.

Sans insister sur ces bons, dont le mécanisme ne paraît pas avoir été bien compris, il convient de rappeler l'importance des dépôts. Pour mutuelles qu'elle soient et qu'elles doivent rester, car c'est leur honneur, les Caisses régionales sont des banques, et comme telles elles ne sauraient échapper aux règles générales qui régissent toutes les banques. Si le capital joue, dans leur mécanisme, un rôle primordial, les dépôts constituent pour elles l'élément principal de leur activité. Une banque ou une société de crédit ne peut élargir le cercle de ses opérations qu'en raison de l'importance des dépôts qu'elle reçoit; son capital constitue la garantie de ses clients, tandis que les dépôts lui fournissent des armes pour son activité quotidienne. Il ne saurait en être différemment pour les Caisses régionales. Quelques-unes s'en sont évidemment inquiétées. et il convient de les en louer. Mais combien est encore faible l'importance du mouvement des dépôts dans les caisses qui en reçoivent!

Les rapports officiels n'enregistrent qu'en quelques mots le mouvement des dépôts dans les Caisses régionales, ils ont toujours omis, et on doit le regretter, d'insister sur le rôle que ces dépôts pourraient et devraient exercer. D'après les rapports annuels, le total des dépôts reçus s'est élevé :

à 3 363 000 francs en 1905,
à 6 721 000 — en 1906,
à 6 825 000 — en 1907,
à 11 172 000 — en 1908
et à 16 millions environ en 1909.

Le progrès est sensible, mais il est beaucoup trop insuffisant. D'ailleurs, les différences sont énormes, sous ce rapport, entre les Caisses régionales.

C'est ce qui ressort nettement d'une enquête insérée dans un ouvrage publié récemment par le service du Crédit et de la Coopérative agricoles au ministère de l'Agriculture, sous le titre : *Dix ans de crédit agricole*. De cette enquête, qui a porté sur l'année 1909, il résulte que les 16 millions de dépôts se répartissent entre les 95 Caisses régionales : 49 seulement ont reçu des dépôts, et sur ce nombre 11 ont reçu 14 millions et demi, c'est-à-dire la presque totalité. Ce total se divise très inégalement entre elles, comme le montre le tableau suivant :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Caisses régionales.	Dépôts reçus en 1909.
Brie	4 370 544 francs.
Sud-Est	3 704 886 —
Loir-et-Cher	2 894 890 —
Seine-et-Oise	1 167 371 —
Indre	779 522 —
Centre de la Normandie	542 388 —
Bourgogne et Franche-Comté	442 345 —
Gironde	219 218 —
Lille	176 053 —
Cambrésis	124 871 —
Toulouse	116 510 —

Ces Caisses régionales sont évidemment dans la voie vers la libération des lisières administratives. Sans doute, la plupart ont une existence relativement ancienne; mais, quand on voit une Caisse créée en 1906 (celle du Centre de la Normandie) faire passer ses dépôts de 542 090 francs en 1909 à plus de 1 300 000 francs en 1910, on peut affirmer que son avenir est assuré.

Les réserves provenant des bénéfices réalisés sur les opérations peuvent, dira-t-on, remplacer les dépôts et jouer le même rôle. Mais combien de temps serait nécessaire pour obtenir un tel résultat! A la fin de l'année 1908, ces réserves s'élevaient, pour l'ensemble des Caisses régionales, à un peu plus de 2 millions, soit environ 18 p. 100 du capital versé.

Faudra-t-il que les avances de l'État subviennent indéfiniment à ces insuffisances de ressources? Il est donc nécessaire que les Caisses régionales s'orientent délibérément dans la voie de la constitution des dépôts.

***

Ce rôle de recevoir des dépôts doit-il appartenir surtout à la Caisse régionale, et n'est-il pas plutôt du domaine des Caisses locales qui lui sont affiliées?

L'un et l'autre organisme doivent évidemment s'orienter dans la même direction. En contact direct avec les cultivateurs, les caisses locales sont les mieux adaptées pour recevoir leurs épargnes et les faire fructifier. Elles doivent, à cet égard, jouer le même rôle que les caisses d'épargne; sans avoir la prétention de se substituer à celles-ci, elles doivent attirer chez elles la clientèle agricole et faire circuler ses épargnes au bénéfice du crédit pour les cultivateurs.

Ce rôle était indiqué en termes très heureux par M. Ruau, ministre de l'Agriculture, dans le discours qu'il prononçait récemment (séance solennelle du 12 janvier 1910) à la Société nationale d'Agriculture de France, en s'exprimant en ces termes :

« Les caisses de crédit établies dans les plus petites communes de France, *jouant le double rôle de banques rurales* et de *caisses d'épargne*, grandiront à l'abri des groupements agricoles de toute sorte inspirés par la mutualité et la coopération. Et c'est ainsi que l'épargne paysanne, soustraite aux dangers redoutables de la spéculation, restera sur place pour féconder le sol. »

Et il concluait ainsi : « Le crédit agricole achemine progressivement dans la liberté, dans le respect de la personnalité humaine, à un régime d'étroite solidarité qui suppose la justice. »

On ne saurait mieux dire, mais on doit constater que ce rôle des Caisses locales de crédit paraît encore insuffisamment compris. On ignore quelle est actuellement l'importance des dépôts dans ces Caisses. Une seule fois, on en trouve trace dans les rapports annuels du ministère de l'Agriculture; le rapport sur l'année 1905 constatait que, cette année-là, les Caisses locales avaient reçu 1 352 000 francs en dépôts.

Ce chiffre doit être aujourd'hui sensiblement plus élevé; les derniers rapports constatent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que les opérations d'un certain nombre de Caisses locales sont plus importantes que les escomptes qui leur sont faits par les Caisses régionales. La différence ne peut provenir que des ressources procurées par les dépôts.

D'ailleurs, c'est ainsi que fonctionnaient la plupart des sociétés de crédit agricole qui s'étaient créées avant l'organisation des Caisses régionales. Pour n'en citer qu'un exemple, la Banque agricole de Poligny, dont la réputation est devenue universelle, à juste titre, a trouvé, dès sa création, en 1885, un des principaux ressorts de son activité dans les dépôts qu'elle avait su réunir par la confiance que ses créateurs avaient su inspirer.

On a vu, dans les études précédentes, que les dépôts constituent la base des opérations des sociétés de crédit créées à l'instigation de la Caisse d'épargne des Bouches-du-Rhône. C'est encore par les dépôts que fonctionnent les Caisses rurales du système Durand.

Des caisses locales pratiquent le même système dans des proportions très heureuses. Voici, par exemple, le bilan d'une modeste caisse cantonale de crédit agricole, pour le mois de juin 1910. Son capital social est de 10500 francs ; les prêts en cours s'élevaient à 13000 francs et les dépôts à 25000 francs.

***

C'est surtout dans le fonctionnement des dépôts que le réseau des Caisses régionales et des Caisses locales qui leur sont affiliées trouvera la sécurité nécessaire pour l'avenir. Sans doute, c'est une éducation à entreprendre, mais aucun effort ne sera plus profitable que celui qui tendra à la propager. Aucune théorie ne peut prévaloir contre le fait que ces établissements sont des banques, et qu'ils doivent obéir aux règles qui dominent celles-ci.

Il ne saurait être difficile de faire comprendre aux adhérents des Caisses de crédit que, si celles-ci sont faites pour leur procurer des avances qui peuvent leur être nécessaires, elles ne peuvent exercer de plus en plus efficacement leur rôle qu'en servant de réservoir pour les sommes dont ils peuvent disposer.

Pour exercer une action réellement utile, les dépôts doivent rester pendant un certain temps à la disposition de la caisse qui les reçoit. Il est très facile de réaliser ce besoin. Il n'y a qu'à suivre la méthode adoptée par toutes les banques : ne donner qu'un intérêt restreint aux dépôts à vue, et donner un intérêt normal aux dépôts à terme ou à échéance fixe.

Il est très facile de prévoir le résultat de la généralisation de ces pratiques. Il est probable qu'à aucun moment il n'y aurait, dans une caisse locale, égalité entre les dépôts et les emprunts en cours. Si les emprunts l'emportent, elle fera escompter l'excédent à la Caisse régionale à laquelle elle est affiliée ; si, au contraire, les dépôts sont plus élevés, elle en portera l'excédent à la Caisse régionale qui lui en versera l'intérêt.

On voit dès lors combien le fonctionnement des Caisses régionales serait allégé. N'ayant plus à escompter tous les effets créés dans les Caisses locales, elles n'auraient plus besoin au même degré des capitaux formidables mis aujourd'hui à leur disposition. Elles pourraient se libérer plus facilement de leurs dettes vis-à-vis de l'État.

Le crédit coûterait-il plus cher aux cultivateurs ?

Une simple réflexion suffit pour démontrer le contraire. Les tableaux ministériels montrent que le taux payé par les emprunteurs varie de 3 à 5 p. 100, il descend parfois, mais rarement, au-dessous de 3 p. 100. Ce dernier cas n'est pas normal, puisque ce taux est au-dessous de celui de la Banque de France, on ne doit donc pas en tenir compte. Il n'est pas douteux qu'en donnant 2,25 à 2,50 p. 100 pour les dépôts à terme, les caisses locales pourraient facilement faire leurs prêts au taux de 3 à 4 p. 100. La situation actuelle ne serait pas modifiée à cet égard, mais l'indépendance aurait été obtenue par surcroît, ce qui n'est pas à dédaigner.

***

Dans un discours prononcé devant le Sénat le 6 avril 1900, M. Jean Dupuy, ministre de l'Agriculture, établissait ainsi le bilan des sociétés locales de crédit agricole mutuel existant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la fin de l'année 1899 : 603 sociétés comptant 27 078 associés avec un capital de 2 145 000 francs.

Un bilan analogue, à la fin de l'année 1909, donnait les résultats suivants : 2983 Caisses locales affiliées aux caisses régionales, comptant 133 382 adhérents avec un capital de 8 471 000 francs. Si l'on ajoute les 35 000 adhérents environ des Caisses rurales Durand, on constate aujourd'hui que le crédit mutuel réunit près de 170000 associés.

La marche a, sans doute, été rapide; elle devra s'accélérer pour englober bientôt les millions de cultivateurs qui labourent le sol de France.

On ne saurait donc mieux terminer qu'en rappelant comment M. Méline montrait, en 1892, le but à atteindre (1) :

« Organiser le crédit agricole, disait-il, c'est porter la production du sol français à son maximum de puissance; c'est faire sortir du sol de notre pays les milliards qui y sont enfouis; c'est donner de la confiance à nos campagnes, arrêter cette émigration des populations rurales vers les villes qui fait une concurrence si redoutable à nos ouvriers; c'est mettre à la disposition des consommateurs une masse énorme de produits dont le bon marché ira toujours croissant; c'est assurer à notre budget, par le développement de la richesse publique, les ressources certaines de plus-values assurées; c'est rendre, enfin, un immense service au marché des capitaux si souvent en désarroi, en les reportant vers leur véritable destination qui est de féconder le travail; c'est arracher du gouffre de la spéculation l'épargne des travailleurs pour l'employer à leur profit. »

Cet idéal est toujours vrai, mais il est loin d'être réalisé. Il doit être constamment présent à l'esprit des hommes de bonne volonté qui travaillent au développement du Crédit agricole.

(1) Séance de la Chambre des députés du 16 juin 1892.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE MÉCANIQUE

NOUVEAU PROCÉDÉ INDUSTRIEL DE CÉMENTATION DE L'ACIER ET CÉMENTATION EN GAZ COMPRIMÉS, d'après *MM. F. Giolitti et Carnavoli* (1).

D'après M. Giolitti, dans la cémentation par des céments solides à base de carbone simplement en contact avec l'acier à cémenter, et sans intervention de composés carburés gazeux, l'action cémentante du carbone libre est pratiquement nulle. Dans la cémentation avec les céments solides ordinairement employés, l'action spécifique de l'azote est extrêmement faible et ne se manifeste sérieusement qu'avec des céments très riches en composés cyanogénés alcalins ou ferreux.

Dans la cémentation par les céments solides ordinairement employés, c'est l'action spécifique directe de l'oxyde de carbone qui prédomine énormément. L'oxyde de carbone pur carbure le fer à toutes les températures de 700 à 1 300°, et la vitesse avec laquelle la cémentation pénètre augmente à mesure que l'oxyde de carbone, seul ou mélangé au cément, peut exercer plus librement son action. Cette action est due à des réactions chimiques que l'on peut obtenir avec certitude, dans les limites de températures et de pression ordinairement rencontrées dans la pratique de la cémentation, au point de permettre de réaliser, avec ces céments, des zones de pénétrations déterminées, où la concentration du carbone ne dépasse pas une limite prévue, et ce en faisant varier la température de cémentation, la pression du gaz cémenteur et la quantité d'oxyde de carbone admise, en un temps donné, par unité de surface de l'objet à cémenter.

Les résultats obtenus par l'emploi de l'oxyde de carbone varient, toutes choses égales, avec la composition de l'acier à cémenter.

On peut faire varier régulièrement, et entre des limites étendues, les caractéristiques de la cémentation en employant, concurremment avec l'oxyde de carbone, des substances telles que des gaz hydrocarburés ou l'azote, ou du carbone sous différentes formes, qui modifient les conditions d'équilibre des systèmes chimiques sous lesquelles l'action cémentante de l'oxyde de carbone se complète. On peut, notamment, obtenir ainsi, avec n'importe quel acier, des cémentations douces ou graduées telles que la cémentation diminue graduellement de la surface à l'intérieur des pièces, dont on évite alors sûrement la fragilité et l'écaillage.

Les céments à base de cyanogène, employés seuls, occasionnent des cémentations trop rapides, avec production de zones trop carburées à la surface et trop peu à l'intérieur, qui rendent le métal fragile et écailleux. Il en est de même des hydrocarbures gazeux ou volatils employés seuls.

D'après ce qui précède, il y a grand intérêt à employer des céments dont l'activité

(1) *Iron and Steel Institute Engineering*, 10 et 17 novembre 1911.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est due presque exclusivement à l'action spécifique de l'oxyde de carbone, et il faut, pour cela, n'employer que des céments de composition absolument définie, aussi simples que possible, et dont les réactions aboutissent rapidement, dans les conditions habituelles de la pratique, à un état d'équilibre correspondant à des concentrations données du carbone dans les différentes zones de cémentation. L'agent le meilleur serait l'oxyde de carbone pur s'il ne donnait, avec les aciers doux ordinaires peu carburés et à faible teneurs de nickel et de chrome, des carburations trop faibles en les températures habituelles de la cémentation.

On peut éviter cet inconvénient pas l'emploi de céments renfermant, avec l'oxyde de carbone, de petites quantités d'hydrocarbures de compositions connues ou du carbone suffisamment pulvérisé agissant pendant toute ou une partie de la durée de la cémentation. Les avantages assurés par l'emploi de ces céments mixtes sont : une grande vitesse de pénétration de la cémentation; une grande uniformité dans la distribution du carbone dans les zones cémentées et la possibilité de régler, par dilution de l'oxyde de carbone dans de l'azote, en limitant le contact du carbone solide avec la surface du métal ou en faisant varier la température de la concentration du carbone dans ces zones de manière à assurer au métal cémenté la durée maxima sans fragilité. On peut également ainsi déterminer avec certitude, et dès l'origine de la cémentation, les conditions nécessaires pour l'obtention d'un résultat donné entre des limites très étendues. L'emploi continuel du même cément, — carbone solide et oxyde de carboue — invariable jusqu'à épuisement, permet de cémenter à toute profondeur sans renouvellement du cément pendant l'opération. On est certain de n'introduire dans le carbone aucun élément étranger autre que le carbone, avantage capital, qui ne se présente pas avec les céments organiques cyanurés. Les surfaces des pièces ne sont guère altérées ni déformées, et l'on peut déterminer dès l'origine cette petite déformation.

M. Giolitti a inventé, pour l'emploi sûr et facile de ces céments, un four à cémenter avec, pour les petits et moyens objets, des moufles verticaux chauffés au gaz de gazogène dans chacun desquels se trouve (fig. 1) une cornue en acier doux A, dont le diamètre est de 10 à 20 millimètres plus petit que celui du moufle. Les tubes sans soudure de Mannessmann conviennent parfaitement jusqu'au diamètre de 35 centimètres, et, au delà, des tubes à soudure autogène.

Pour se servir de ce four, par exemple dans le cas d'une cémentation de pignons de diamètre inférieur de 100 millimètres à celui de A, on soulève par le piston hydraulique LM, à circulation d'eau refroidissante, et après avoir dévissé le raccord fileté D, les supports CE, en acier creux, avec couvercle F en acier protégé par du réfractaire, et on amène ainsi F à 30 centimètres environ du couvercle R, que l'on enlève. On empile sur F les roues à la température de 800 à 900°, nécessaire pour assurer la qualité du produit et la régularité de l'opération, en abaissant progressivement F jusqu'à ce que la dernière roue soit à environ $0^m,30$ de R, que l'on replace. On enlève alors, par un moufle approprié, la boîte O, pleine de charbon granulé à 900° environ, dont on place le tube N dans l'ouverture de R, et il suffit d'ouvrir N pour que ce carbone tombe dans la cornue A et en remplisse, comme un liquide, les moindres vides, remplissage que l'on peut d'ailleurs compléter au moyen de tiges de fer. Lorsque ce remplissage arrive à 2 ou 3 centimètres de R, on ferme O, N et R, on retire M de C et replace l'ajutage fileté D, par où l'on admet au distributeur de E de l'oxyde de carbone pur ou mélangé d'air avec un débit réglé par un compteur. Pendant toute la durée de l'opération, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

température, donnée par un thermo couple, doit être maintenue de 1000 à 900°. Les gaz qui sortent des cornues sont recueillis pour régénération dans un gazomètre. Après l'opération, on enlève de nouveau D et on rentre, par PB, à fermeture Q, le charbon

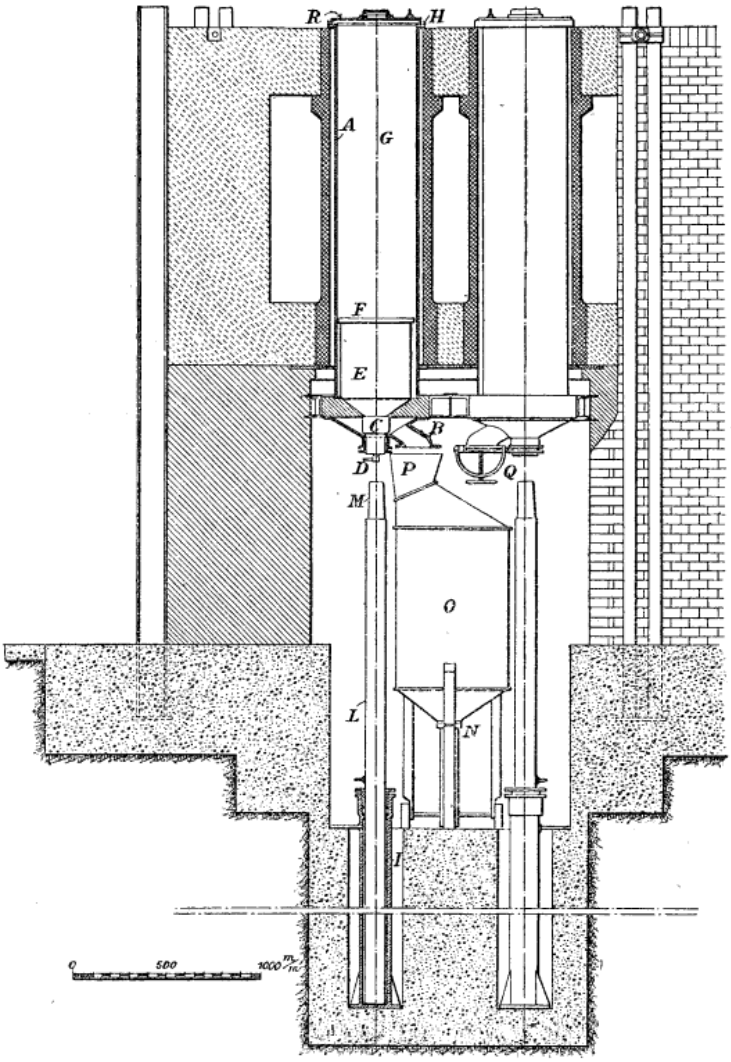


Fig. 1. — Four à cémenter vertical *Giolitti*.

en O; on enlève le couvercle R, on remonte les pièces par L et on les plonge une par une dans le bain de trempe.

Pour des cémentations exceptionnellement graduées, vers la fin de l'opération, on évacue le charbon en O par B, et les trous ménagés au-dessous de E, et l'on prolonge quelque temps l'action de l'oxyde de carbone seul. La durée très variable d'un charge-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment d'une cornue est, dans l'espèce, de 4, 5 à 6 minutes, et celle de sa décharge de 3,5 à 4,5 minutes.

Pour une pénétration ne dépassant pas 2 millimètres, la durée de la cémentation ne dépasse jamais deux heures, soit, au plus, deux heures et demie pour la durée totale d'une opération correspondant, comme la charge d'une cornue varie de 100 à 500 kilos, à une production de 1 à 5 tonnes de produits cémentés par vingt-quatre heures, que l'on ne saurait atteindre avec les moufles horizontaux.

Les diagrammes fig. 2 et 3 représentent la marche de la cémentation en deux temps, d'abord avec le carbone et l'oxyde de carbone, puis avec ce dernier seul. Les ordonnées donnent les teneurs en carbone aux différentes pénétrations de la cémentation portées en abscisses. Le premier de ces diagrammes se rapporte à de l'acier doux renfermant 0,12 p. 100 de carbone, 0,06 de silicium, 0,47 de manganèse, 0,02 de soufre, 0,03 de phosphore, et le second à un acier au nickel-chrome renfermant 0,33 p. 100 de carbone, 0,06 de silicium, 1,13 de manganèse, 0,02 de soufre, 0,015 de phosphore, 1,50 de

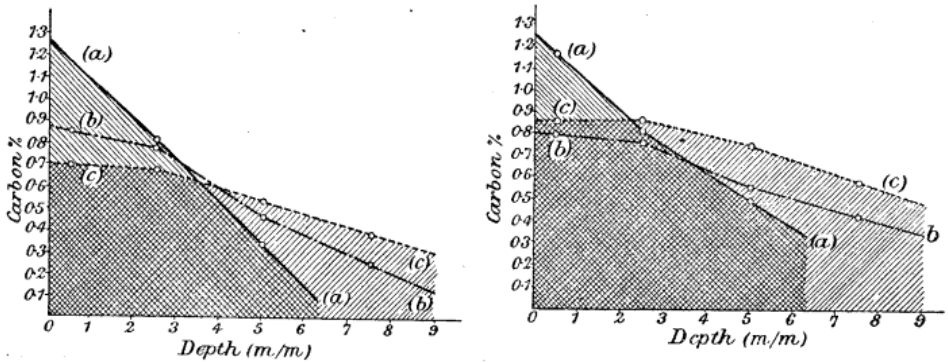


Fig. 2 et 3.

chrome, 3,17 de nickel. Les courbes *a*, *b* et *c* de ces diagrammes se rapportent respectivement (*a*) à une cémentation pendant dix heures à 1 100°, (*b*) recémentation de (*a*) pendant cinq heures, avec oxyde de carbone seul, (*c*) prolongement de la cémentation (*b*) pendant cinq heures, toujours avec l'oxyde de carbone seul, à 1 100°. La douceur des courbes (*b*) et (*c*) montre comment la cémentation par l'oxyde de carbone seul se fait progressivement, raison pour laquelle elle ne provoque ni fragilité, ni écaillage.

Ce caractère dominant de l'intervention directe des gaz carburant, de l'oxyde de carbone surtout, dans la cémentation est d'ailleurs confirmé par les observations faites par MM. Giolitti et Carnavoli sur la *cémentation en gaz comprimés*. Ces essais ont été exécutés dans un appareil analogue à celui que représente la figure 4, avec les pièces à cémenter L disposées dans un tube réfractaire, E en porcelaine, entouré d'un fil de nickel D, dans lequel on faisait passer un courant par ses bornes A et B, et ce tube E dans un tube en terre réfractaire F. L'espace entre F et les parois en fonte de l'appareil était rempli d'amiante. Le gaz carburant : de l'acide carbonique, entre par G et sort par H. On introduit par I un thermo-couple au-dessus des pièces à cémenter L, entièrement entourées de carbone granulaire. C'étaient des tiges d'acier de 10 millimètres de diamètre sur 70 à 100 de long. En passant lentement au travers du charbon l'acide car-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bonique se transformait en un mélange d'oxyde de carbone avec 2 à 3 p. 100 d'acide carbonique. Les différents aciers essayés présentaient les compositions suivantes avec, tous, moins de 0,04 p. 100 de soufre et de phosphore.

Désignation des aciers.	Au carbone C	A 2 0/0 de nickel Ni 2	A 5 0/0 de nickel Ni 5	A 2,3 0/0 de nickel Ni 25	A 23 0/0 de chrome Cr	Nickel-Chrome Cr Ni
Carbone . . .	0,11 0/0	0,10	0,118	0,17	0,41	0,33
Manganèse. .	0,54	1.38	1,53	1,02	1,02	1,15
Silicium . . .	0,05	0,26	0,20	0,15	0,15	0,06
Soufre. . . .	0,02					
Phosphore. .	0,04					
Nickel. . . .		2,03	5,02	24,92		3,17
Chrome . . .					2,33	1,50

Les résultats de ces essais, donnés dans les tableaux, montrent que la pression du gaz a pour effet d'augmenter la concentration de la carburation dans les zones cémentées, tandis que la vitesse de passage du gaz (Expériences VI et VIII, IX et XII, XVIII et XX, XXI et XXIII) diminue cette concentration au point de compenser l'effet de la

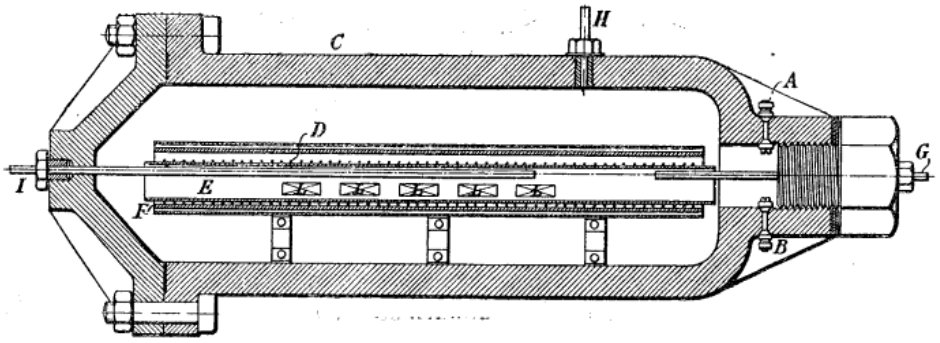


Fig. 4.

pression. Cela tient à ce que, dans l'action simultanée de l'oxyde de carbone et du carbone, il ne se réalise jamais un équilibre parfait, et que les caractéristiques finales des zones cémentées dépendent en grande partie de rapports entre les vitesses des différentes réactions qui se produisent pendant la cémentation.

En outre, dans cette cémentation sous hautes pressions, il se produit fréquemment une oxydation superficielle des pièces, observée par Charpy en 1899 sur des pièces d'acier au chrome et au nickel cémentées aux environs de 1 000° par de l'oxyde de carbone pur.

D'après *M. Schenk* (1), dans le cas d'un fer pur exposé à l'action de l'oxyde de carbone seul à une température ne dépassant pas celle de 700° environ, où il commence à se former des cristaux de carbure de fer, il peut se produire cinq réactions correspondant aux courbes du diagramme fig. 5 des équilibres isothermiques. Les abscisses de ce diagramme donnent les concentrations x d'oxyde de carbone dans le mélange de ce gaz et d'acide carbonique, variable de 0 à 1, et les ordonnées les pressions totales P de ces deux gaz.

(1) *Physico-chimie des métaux*, 1911, Dunod et Pinat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La courbe 1, parabole cubique $\frac{x^2}{1-x}P = \mu$ (constante), correspond aux conditions d'équilibre du système (Fe_3C, Fe, CO, CO_2). La courbe 2 $\frac{x^5}{(1-x)^4}P = 0$ correspond aux conditions d'équilibre du système (Fe_3C, FeO, CO, CO_2). La courbe 3 : une droite $\frac{x}{1-x} = q$ (constante de réduction) correspond aux conditions d'équilibre du système (Fe, FeO, CO, CO_2). La courbe 4, aussi une droite $\frac{x}{1-x} = k$ correspond au système ($FeO\,Fe_3O_4$, CO, CO_2). La courbe 5 ou $\frac{x^2}{1-x}P = Z$ correspond au système (C_1CO, CO_2).

Si l'on dépasse 700°, il se forme des cristaux de fer-carbone et, à chaque coefficient de concentration du carbone dans ces cristaux, correspond une courbe d'équilibre, parabole cubique de la forme $\frac{x^2}{1-x}P = V$. Parmi toutes ces courbes. telles que a, passant toutes par le point $x = 1$, $P = 0$, il en est une d'un intérêt spécial : celle qui correspond à une cémentation par un mélange d'oxyde de carbone et de charbon de bois et terminée en présence d'un grand excès de ce charbon. C'est la courbe correspondant à une concentration, dans les cristaux de carbure de fer, telle que la constante V est la même que celle Z de la courbe d'équilibre du système (C, CO, CO_2). Elle se présente lorsque les opérations se poursuivent avec assez de lenteur pour atteindre l'état d'équilibre parfait avec une concentration finale du carbone dans les cristaux de carbure correspondant à une valeur de V égale, aux mêmes températures, à celle Z correspondant à l'équation $2\,CO \rightleftarrows CO_3 + C$, et que l'on désigne par la lettre Σ.

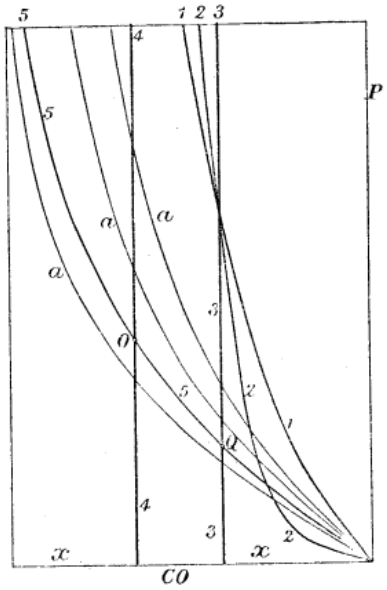


Fig. 5.

Comme, dans les expériences en question, l'on est toujours parti d'un mélange riche en oxyde de carbone opérant en présence de charbon de bois, cas auquel s'applique la courbe 5 du diagramme, on en conclut que les seules parties du diagramme dont il faille tenir compte sont celles à gauche et au-dessus de la courbe 5 ; et l'on voit que *a*) sous des pressions supérieures au point O, intersection des courbes 4 et 5, il se forme simultanément, en présence du charbon de bois, des cristaux et de l'oxyde magnétique de fer. *b*) Sous des pressions entre les points O et Q, intersection des courbes 3 et 5, il se forme du protoxyde de fer et des cristaux Σ. Sous des pressions inférieures à Q, il ne se forme plus que des cristaux Σ. C'est donc seulement à ces pressions inférieures à Q que la cémentation avec oxyde de carbone et charbon peut se produire indépendamment, c'est-à-dire sans oxydation du métal et, si l'on dépasse cette pression, les phénomènes signalés par Charpy avec les aciers au chrome se pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU I

Numéros.	Aciers.	Durée de la chauffe. heures.	Pression des gaz (en kil. par cm²).	Températures limites de la cémentation. deg. C.	Vitesse du courant de CO Litres par heure et par déc. carré de surface cémentée.	Remarques.
I.	C	3	15	900—955	1,5	Surface inaltérée.
II.	C	3	15	1020—1050	1,5	Id.
III.	C	2 1/2	25	890—960	1,5	Couche épaisse d'oxyde.
IV.	C	3	25	980—1015	3,0	Oxydation considérable.
V.	Ni 2	3	15	955—975	1,5	Surface inaltérée.
VI.	Ni 2	3	15	1035—1045	1,5	Id.
VII.	Ni 2	2 1/2	25	905—955	1,5	Oxydation faible,
VIII.	Ni 2	3	25	1030—1050	3,0	Surface inaltérée.
IX.	Ni 5	3	15	850—890	1,5	Id.
X.	Ni 5	3	15	945—995	1,5	Id.
XI.	Ni 5	2 1/2	25	840—930	1,5	Couche épaisse d'oxyde compact.
XII.	Ni 5	3	25	875—915	3,0	Id.
XIII.	Ni 25	3	15	870—930	1,5	Surface inaltérée.
XIV.	Ni 25	3	15	1000—1045	1,5	Id.
XV.	Ni 25	2 1/2	25	870—950	1,5	Couche mince d'oxyde non compact.
XVI.	Ni 25	3	25	942—980	3,0	Oxydation faible.
XVII.	Cr	3	15	935—965	1,5	Id.
XVIII.	Cr	3	15	1035—1060	1,5	Couche épaisse d'oxyde compact.
XIX.	Cr	2 1/2	25	900—965	1,5	Id.
XX.	Cr	3	25	1010—1035	3,0	Id.
XXI.	Cr Ni	3	15	810—850	1,5	Oxydation considérable.
XXII.	Cr Ni	3	15	875—915	1,5	Couche épaisse d'oxyde compact.
XXIII.	Cr Ni	3	25	810—845	3,0	Id.
XXIV.	Cr Ni	2 1/2	25	850—900	1,5	Id.

TABLEAU II

Numéros des chauffes du tableau I.	Épaisseur de la zone hyper-eutectique en millimètres.	Épaisseur de la zone eutectique en millimètres.	Épaisseur de la zone hypo-eutectique jusqu'à environ 0,4 p. 100 de carbone en millimètres.
I.	0,4	0,3	0,5
II.	1,3	0,8	0,4
IV	0,7	0,6	0,4
V.	0,25	1,1	0,35
VI	0,9	0,8	0,7
VIII	0,9	0,7	0,8
XVII	0,1	1,0	?*
XVIII.	0,15	1,0	?
XX	0,8	1,7	2

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU III

Numéros des chauffes du tableau I.	Concentration du carbone dans la 1re couche de 0,25 millimètres. P. 100.	dans la 3e couche de 0,7 millimètres. P. 100.	dans la 5e couche de 1 millimètre. P. 100.
IX	0,71	»	0,12
XIII	0,57	0,54	»
XXI	0,45	»	0,54
XVII	2,22	»	1,03
X	0,99	»	0,29
XIV	0,90	0,32	»
XXII	0,76	»	0,49
XVIII	3,1	»	1,39
XII	0,73	»	0,36
XVI	0,61	0,37	»
XXIII	0,54	»	0,56
XX	2,37	»	1,40

duiraient aussi avec le fer pur et les aciers au simple carbone. Ces conclusions sont confirmées par les résultats des expériences I, II, III et IV : les deux premières sous des pressions inférieures à Q et les deux autres avec des pressions supérieures. Dans les deux premières, il ne se produit qu'une cémentation pure, tandis qu'elle est, dans les autres, accompagnée de formation de cristaux Σ avec oxydation superficielle considérable.

La position des deux points d'équilibre O et Q varie avec la température, les trois courbes 3, 4 et 5 se déviant vers la droite quand la température augmente, de sorte que les ordonnées de O et de Q augmentent avec la température. Plus cette température est élevée, plus la pression au-dessous de laquelle commence l'oxydation s'élève et plus on peut faire varier ces pressions sans risquer l'oxydation. Ces deux pressions d'équilibre varient aussi avec la composition des aciers ; et comme, dans ce cas, la courbe 5 ne bouge pas, car elle doit toujours correspondre aux conditions d'équilibre du mélange d'oxyde de carbone et de charbon, les déplacements des points O et Q seront déterminés exclusivement par ceux des droites 3 et 4. Comme ces déplacements augmentent avec la teneur des aciers en nickel plus qu'avec leur teneur en chrome et manganèse, il en résulte que l'écart des températures entre lesquelles on pourra cémenter sans crainte d'oxydation sera plus grand avec les aciers riches en nickel, ainsi que le confirment les données du tableau I ; et, pour éviter ces oxydations dans les aciers spéciaux, à plus de 4 à 5 p. 100 de chrome, qui s'oxydent dans une cémentation à 1 000° même à la pression atmosphérique, il suffirait d'abaisser la pression du carburant gazeux ($CO + CO_2$) au-dessous de celle minima d'oxydation Q caractéristique de cet acier à sa température de cémentation, par exemple, en diluant ces gaz dans de l'air ou de l'azote.

LES PRESSES A FILIÈRES, d'après *M. E. F. Lake* (1).

Les premiers brevets anglais de presses à tréfiler les métaux datent de 1797 ; on s'attaqua d'abord au plomb puis aux alliages de plomb et d'étain et aux laitons.

(1) *Machinery*, octobre 1911, p. 121.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans l'une des premières formes de ces presses, avec piston à vis (fig. 6), on produisait des tiges de plomb en le forçant au travers d'une ouverture du cylindre : puis avec un piston de la forme figure 7, un tuyau de plomb au lieu d'une tige, et, progres-

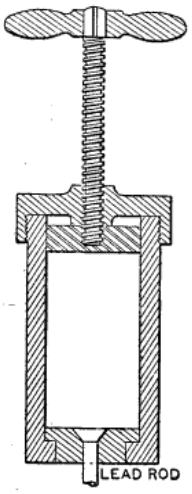


Fig. 6.

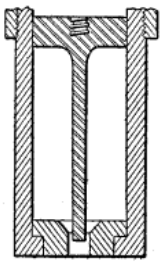


Fig. 7.

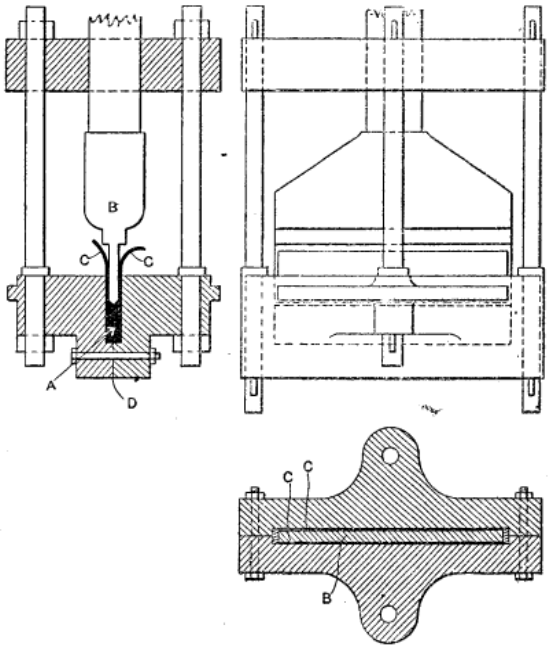


Fig. 8. — Filière *Robertson* pour plaques de plomb (1847).

sivement, on parvint à tréfiler ainsi de gros tuyaux, dont on tirait des plaques ou feuilles de plomb en les fendant suivant une génératrice. En 1847, J. Robertson construisit la machine figure 8, où l'entrée du plongeur B dans A en faisait sortir deux

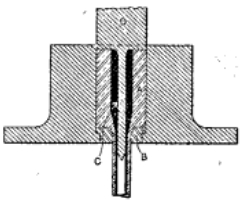


Fig. 9 (1863).

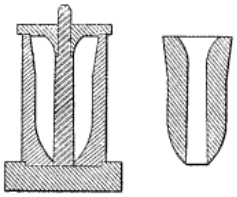


Fig. 10.

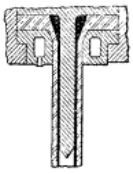


Fig. 11.

lames de plomb C C ; puis on fendit le cylindre A en D, par où le piston rectangulaire, remplissant alors complètement A, faisait sortir une large lame de plomb.

En 1863, on tréfila des tubes de plomb garnis d'étain en forçant au travers d'une filière B, et par un piston D (fig. 9), un tube d'étain C, renfermé dans une masse de plomb A. Cette masse devait recevoir la forme figure 10 pour ne pas se refouler aux arêtes, et l'on fut conduit à chauffer la filière, comme en figure 11, par une circula-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion de vapeur ou d'eau lui maintenant la température la plus convenable au tréfilage.

En 1869, *Hamon*, de Paris, inventa la presse figure 12, pour le tréfilage de tuyaux

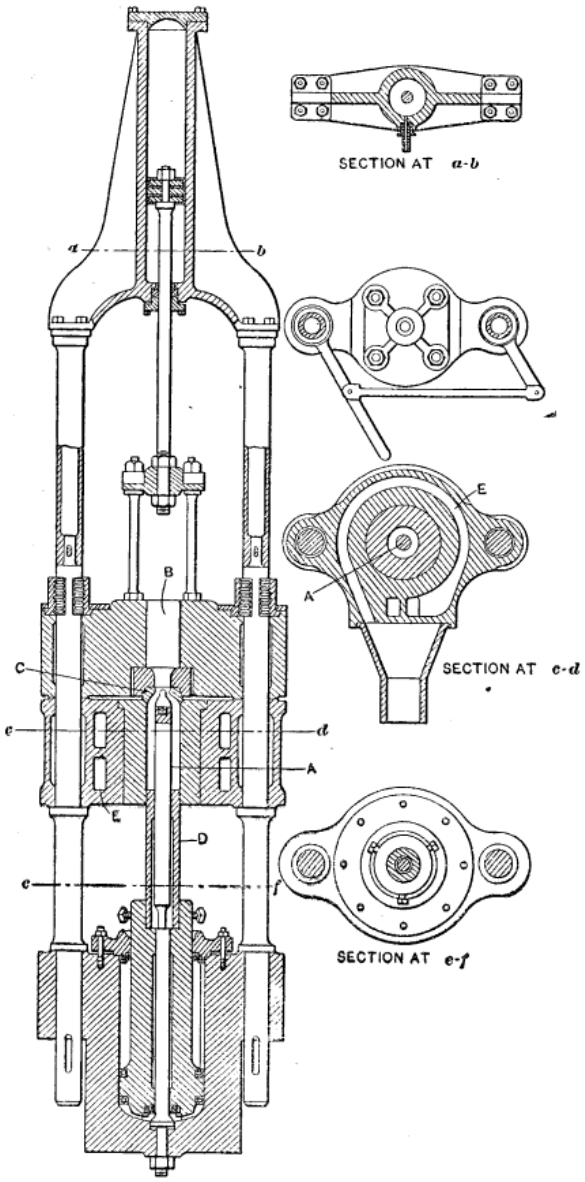


Fig. 12. — Presse *Hamon* (1869).

de plomb garnis d'étain, avec la masse de plomb entourant l'étain en A et forcée, par le piston D, au travers de la filière C, dans un cylindre B, d'où le tube s'enroulait sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

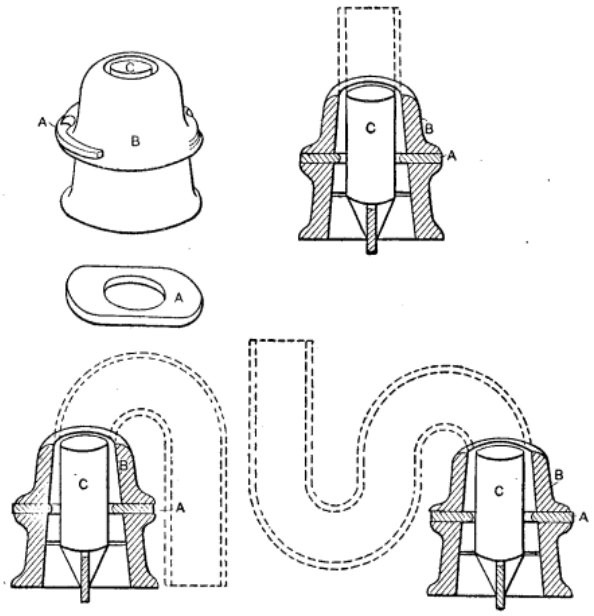


Fig. 13. — Filière excentrée *Cunningham* (1873).

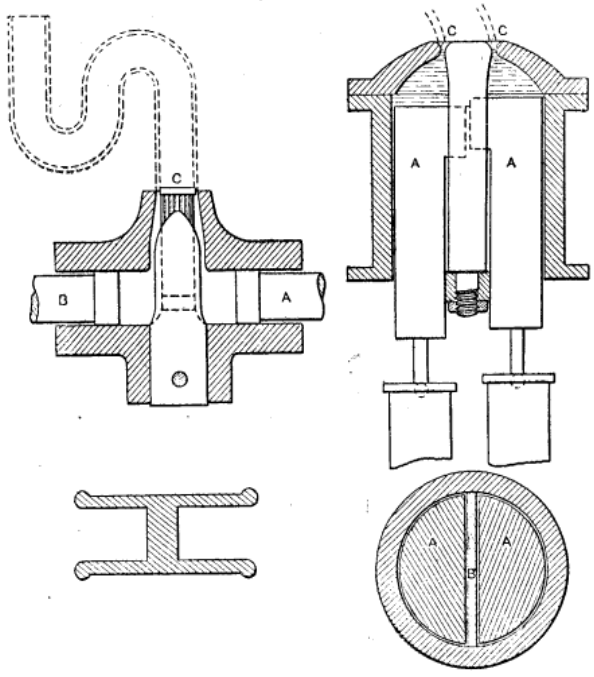


Fig. 14.

Fig. 15.

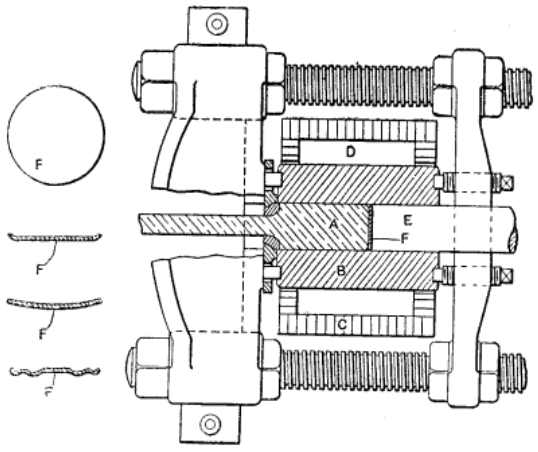


Fig. 16. — Presse à chaud *Dick* (1893).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un treuil. Une circulation de vapeur en C maintenait la température un peu au-dessous du point de fusion de l'étain.

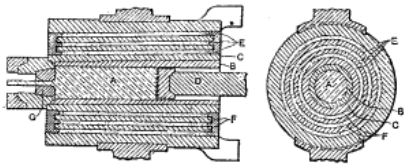


Fig. 17.

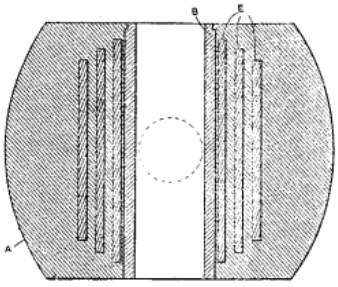


Fig. 18 *bis*.

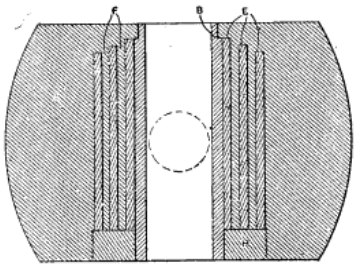


Fig. 18.

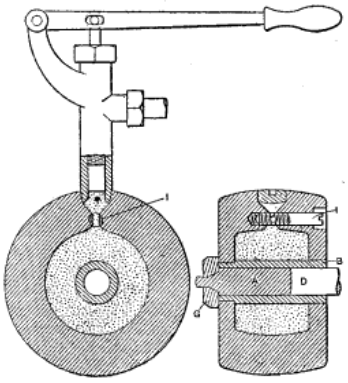


Fig. 19.

Le dispositif figure 13, breveté en 1873 par *Robert Cunningham*, permet de faire des tuyaux recourbés comme l'indiquent les pointillés. Il se compose d'une cloche B, que

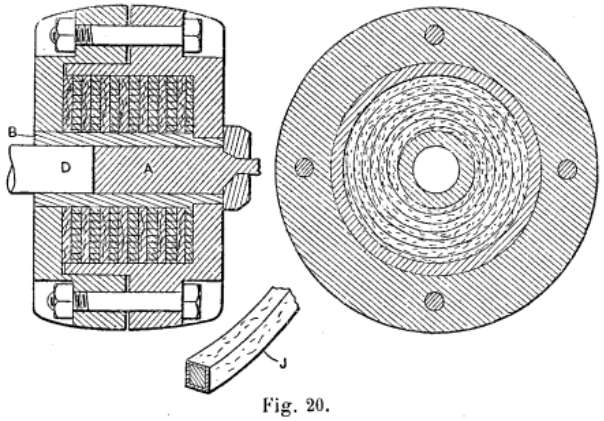


Fig. 20.

l'on fixe au bout du cylindre d'une presse à filer et d'un tiroir A, dont on excentre plus ou moins le trou dans A B. Quand ce trou est concentrique à A, le tuyau sort droit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand il est excentré vers la droite ou vers la gauche de A, le tuyau sort recourbé dans un sens ou dans l'autre en raison de l'inégalité du débit du plomb tout autour de C. En figure 14, cette inégalité de débit est contrôlée par celle des vitesses des pistons A et D, qui refoulent le plomb fondu autour de C, et de même en figure 15, par l'inégalité des vitesses de A de part et d'autre de la cloison B.

Dans le dispositif anglais de *Dick* (1893) le laiton à tréfiler A (fig. 16) est porté à 450° environ dans le cylindre B, chauffé en C, refoulé par le piston E, coiffé d'un chapeau F pour éviter le collage du laiton et son coinçage par fuites autour de E. Ces chapeaux étaient en métal plus dur et moins fusible que le laiton tréfilé. On réglait difficilement le feu de coke en D, et le gros cylindre B se criquait fréquemment en raison des inégalités de dilatations provoquées parce qu'il était toujours beaucoup plus chaud à l'intérieur qu'à l'extérieur en raison de l'intensité du travail dépensé sur le laiton. Pour

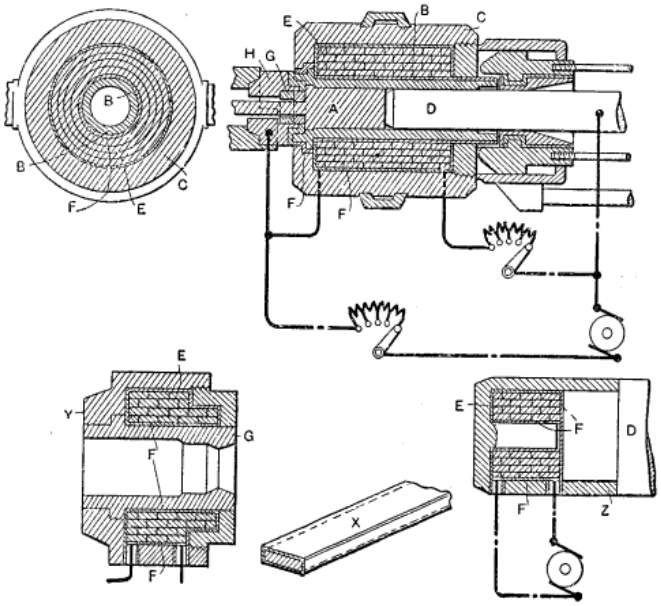


Fig. 21.

éviter ces criques, on fit, comme en figure 16, le cylindre B en anneaux d'acier maintenus par des fonds C et entourés d'amiante E. En figure 18, les anneaux F sont d'une seule pièce avec la masse A et les garnitures d'amiante sont serrées par la bague filetée H. En figure 18 *bis*, les garnitures sont en tas avec la masse A coulée sur elles, mais, lorsque la masse A se contracte plus vite que E, il s'y produit des ruptures ; c'est ce que l'on évite, comme en figure 19, en coulant la garniture autour du tube B, par I, au moyen d'une pompe. En figure 20, la garniture est en barres métalliques recouvertes d'amiante, enroulées sur B dans le cylindre A, en deux pièces réunies par des boulons.

En figure 21 B est chauffé par le passage d'un courant électrique dans les barres enroulées E, isolées par de l'amiante, et on peut chauffer de même la filière G et la tête F du piston D, le tout aux températures les plus avantageuses pour le tréfilage d'un métal donné, faciles à régler par des rhéostats.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la machine de *M. H. Benjamin* (figure 22), construite par la Coe Brass Man. Cº, de New-York (1) on emploie, pour chauffer le métal, quatre creusets au gaz, dont trois occupent les positions A, B et C, sous l'écran E, pendant que le quatrième est en D. Au

Fig. 22.

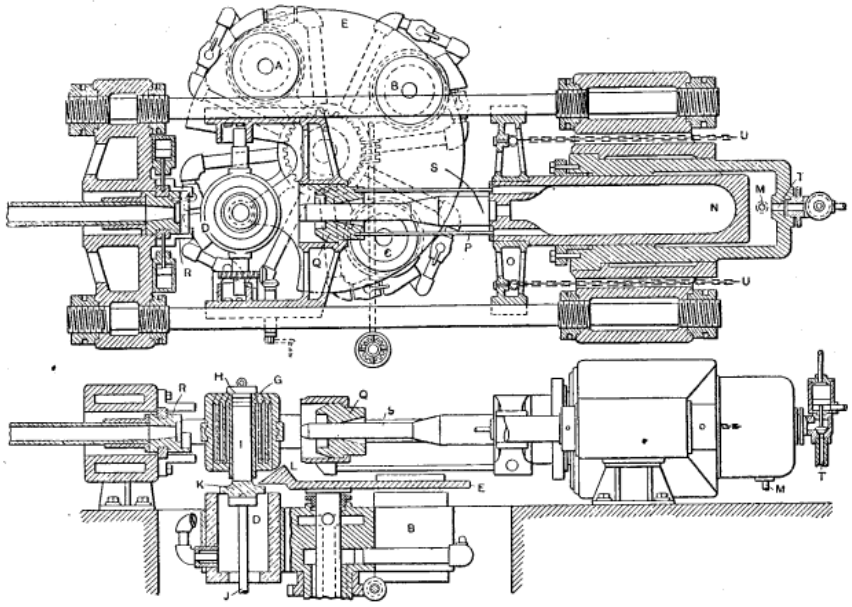


Fig. 23.

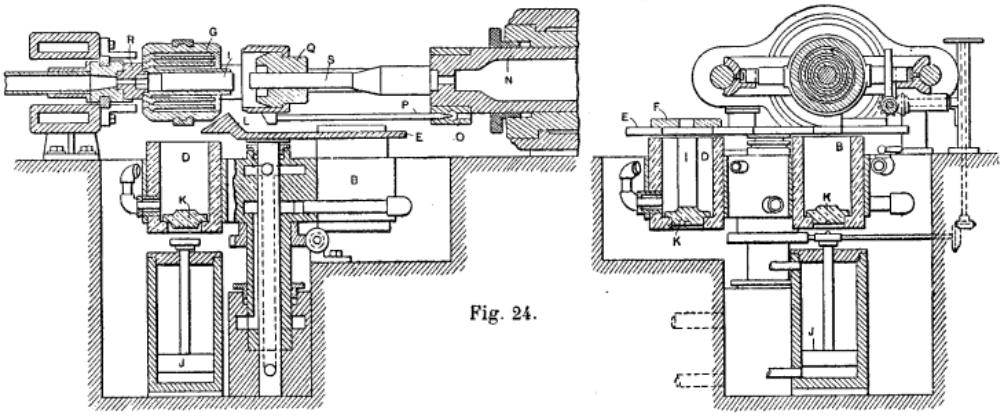


Fig. 24.

Fig. 22 à 24. — Presse *Benjamin*.

commencement d'une opération, le métal est placé en A, que l'on ferme par son couvercle F, G, percé d'un trou, et que l'on amène en B, puis en C et en D, à mesure que son métal s'échauffe. On tourne alors la matrice G sur ses tourillons dans la position figure 23, au-dessus de D, et l'on y pousse la billette I par le piston hydraulique J et

(1) Brevets américains 896683 de 1908.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le bloc K. On amène alors G dans sa position figure 24, en ligne avec la filière R et le piston S, la saillie L de E empêchant la chute de la billette I. On admet l'eau sous pression derrière le piston N, qui, par O P, serre Q sur G, puis pousse S sur I. A la fin de l'opération, on ouvre l'échappement T, et des chaînes à contrepoids U ramènent N à sa position de départ.

Il reste dans G un petit culot de I, que l'on extrait en chauffant G sur D dans sa position figure 22. L'air et le gaz sont distribués aux creusets par la colonne centrale autour de laquelle ils tournent.

Le plomb file à froid comme de l'eau sous une pression de 50 kilogrammes par

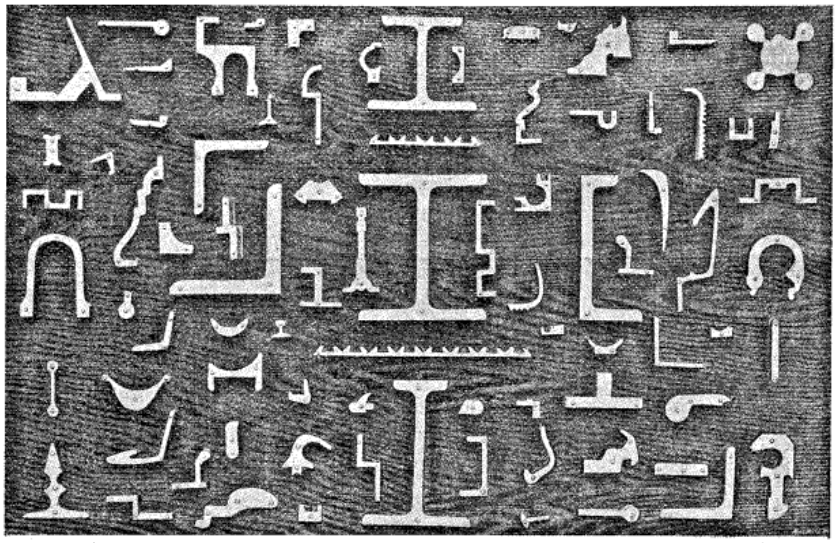


Fig. 25. — Sections tréfilées par la *Coe Brass Mfg C°*.

millimètre carré et l'étain sous 75 kilogrammes. Si l'on ajoute au cuivre plus de 0,2 pour 100 d'étain, il devient trop cassant pour la filière, et de même avec l'addition de 1 pour 100 de zinc, tandis que 20 pour 100 de zinc donnent un alliage excellent pour le tréfilage à chaud, et aussi avec 40, 45 et 50 p. 100 de zinc. Les laitons à de 75 à 85 p. 100 de cuivre, malléables à chaud, sont un peu trop durs, et ceux de 62 à 70 p. 100, non malléables à chaud, sont tout à fait impropres au tréfilage. L'addition d'un peu de fer au laiton en augmente la résistance sans nuire au tréfilage. Le Delta et les bronzes au manganèse se tréfilent bien, ainsi que ceux à de 8 à 10 p. 100 d'aluminium; tels aussi les alliages à 85 p. 100 de cuivre, 10 p. 100 de zinc et 5 p. 100 d'aluminium.

Le zinc pur, avec une section de filière égale au quinzième de celle de la billette et à des températures de 30 à 70°, file sous une pression de 63 kilogrammes par millimètre carré en perdant sa structure cristalline, remplacée par un grain fin et devenant semblable à du laiton supportant un effort de rupture de 21 kilogrammes par mètre carré avec des allongements de 26 à 70 p. 100 sur 200 millimètres; facile à travailler aux machines-outils et très malléables. La figure 25 donne une idée de la variété des profils que l'on peut obtenir par ce mode de tréfilage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

SÉANCE DU 23 JUIN 1911

Présidence de *M. Bertin*, Président.

MM. Hitier et **Toulon**, secrétaires, prétent, avec remerciements aux donateurs, différents ouvrages offerts à la bibliothèque et dont le compte rendu sera donné au Bulletin.

La Société *Aluminium-dorure*, 20, faubourg du Temple, dépose un pli cacheté intitulé : *Procédés de dépôts galvaniques sur aluminium et autres métaux.*

Revue de la quinzaine par *M. G. Richard.* Les questions traitées dans cette *Revue* se retrouvent dans les *Notes de Mécanique* du Bulletin de juillet.

NOMINATIONS DE MEMBRES DU CONSEIL

Sont nommés membres du Conseil de la Société d'Encouragement : au Comité des *Arts chimiques*, **M. Trillat** et, au Comité des *Constructions et Beaux-Arts*, **M. Bertrand de Fontviolant.**

RAPPORTS DES COMITÉS

Sont présentés et approuvés les rapports suivants :

Au nom du Comité des Arts mécaniques :

M. Lecornu, sur *la Roue élastique Hubbard.*

Au nom du Comité des Arts chimiques :

M. Haller, sur *l'Appareil à distiller dans le vide* de *M. J. Robert.*

M. Livache, sur l'ouvrage de *M. Greislamer* intitulé « *le Vernis de Crémone* ».

COMMUNICATION

M. Jacquet fait une communication sur *l'École professionnelle des industries alimentaires.*

M. le Président remercie **M. Jacquet** de son intéressante communication qui est renvoyée au Comité d'*Agriculture.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCE DU 27 OCTOBRE 1911

Présidence de *M. Livache*, vice-président.

M. Livache ouvre la séance en ces termes :

Pendant les vacances, la Société a été durement éprouvée, car la mort a frappé quatre membres du Conseil :

M. Imbs, d'une compétence reconnue en filature et en tissage, et qui avait appartenu au Comité des Arts Mécaniques pendant 20 ans ;

M. Grandeau, dont le Comité d'Agriculture appréciait hautement la valeur ; il en avait fait partie pendant 15 ans ;

M. Levasseur, depuis 16 ans membre du Comité du Commerce ; travailleur infatigable, d'une énergie qui surmontait la maladie, il a participé aux travaux du Comité jusqu'à sa dernière heure ;

Enfin *M. Troost*, qui était entré dans le Comité des Arts Chimiques il y a 39 ans. Il en présidait encore les dernières séances, avant les vacances, avec sa haute autorité et surtout avec une extrême bienveillance.

Deux membres de la Société nous ont été également enlevés, MM. Schabaver et Widman.

Reconnaissants à ces regrettés collègues du labeur qu'ils ont fourni et de l'honneur qui en est résulté pour la Société, nous leur envoyons un souvenir profondément ému et nous adressons à leurs familles nos bien sincères condoléances.

La Société a été heureuse de voir figurer plusieurs des membres du Conseil dans la promotion de la Légion d'honneur faite à l'occasion des récentes expositions :

Notre éminent collègue, *M. Haller*, a été promu commandeur de la Légion d'honneur ;

M. de Ribes-Christofle, du Comité des Beaux-Arts et *M. Trillat*, du Comité des Arts Chimiques, ont été promus officiers de la Légion d'honneur.

Enfin *M. Moreau*, dont vous entendez bien souvent les rapports si étudiés, a été nommé chevalier de la Légion d'honneur.

Nous adressons à nos collègues toutes nos félicitations !

MM. Hitier et **Toulon**, secrétaires, présentent, avec remerciements aux donateurs, divers ouvrages dont la bibliographie paraîtra au *Bulletin*.

NOMINATION D'UN MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ

Est nommé membre de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale :

M. T. Ballu, ingénieur agronome à Paris, présenté par **MM. Hitier** et **Ringelmann**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONFÉRENCE

M. Maurice Leblanc fait une conférence sur le *Vide et ses applications*.

M. le Président félicite vivement M. Maurice Leblanc de sa conférence et de ses remarquables inventions, qui en font le sujet. Cette conférence sera publiée au *Bulletin*.

SÉANCE DU VENDREDI 10 NOVEMBRE 1911

Présidence de **M. Bertin**, président.

MM. Hitier et **Toulon**, secrétaires, présentent, avec remerciements aux donateurs, différents ouvrages offerts à notre bibliothèque, et dont la bibliographie sera donnée au *Bulletin*.

Sont déclarées ouvertes les vacances suivantes : Trois vacances au Comité des Arts mécaniques, en remplacement de MM. Brull, Imbs et Rozé, et une au Comité d'Agriculture, en remplacement de M. Grandeau.

Revue de la quinzaine, par **M. G. Richard**.

MESSIEURS,

Pendant ce trimestre si fécond en événements importants, il ne s'est rien produit, à ma connaissance du moins, de sensationnel dans les branches de la technologie qui font l'objet de ces petites revues, sinon dans le progrès de l'application des moteurs à pétrole à la navigation, progrès à la tête duquel marchent les célèbres moteurs Diesel, dont je vous ai si souvent entretenus ici même ou dans les Notes de mécanique de notre *Bulletin*. On voyait à l'exposition de Turin un de ces moteurs de 2 400 chevaux à 2 temps et à quatre cylindres, construit par Sulzer. Cette même maison vient de construire une machine Diesel marine à un seul cylindre, réversible et de 2 000 chevaux, et aussi une locomotive (1). D'autre part, les ateliers de Nuremberg sont en train de construire, pour un navire de guerre allemand, une machine Diesel à six cylindres double effet, divisée en deux groupes de 3 cylindres ; d'après les essais d'une moitié de cette machine, on compte sur une puissance de 16 000 chevaux (2).

A citer aussi, dans le domaine des chemins de fer, l'énorme locomotive type « Baltic » du chemin de fer du Nord, à trois essieux couplés et deux bogies à deux essieux. Poids 102 tonnes, dont 54 adhérentes. Cylindres au nombre de quatre, de 440 × 640 et 620 × 730 de course. Foyer à tubes d'eau. Timbre 16 kilogrammes. Chauffe de 102 mètres carrés au foyer, 62 à la surchauffe et de 424^{m2},3 au total. Effort de traction de 15 tonnes en compound et de 19 en non compound. Cette machine, d'une puissance de 2000 chevaux, devra remorquer des trains de 400 tonnes, non compris la locomotive et son tender, à des vitesses de 120 kilomètres en palier. C'est probablement la plus puissante des locomotives express actuellement en service.

(1) *Brevet anglais* 12 680 de 1908.
(2) *Times Engineering Supplement*, 25 octobre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vous savez combien le problème de l'*aménagement des cours d'eau* pour la navigation, la régularisation des crues et la lutte contre les inondations est constamment à l'ordre du jour, concurremment avec celui de l'utilisation des eaux pour la force motrice et les irrigations. Les États-Unis notamment ont entrepris à ce sujet des travaux gigantesques; mais, sans aller si loin, en Europe même, il s'en poursuit de très importants. Tels sont les travaux exécutés et en cours actuellement en Silésie pour protéger contre les inondations les pays traversés par les affluents très irréguliers de l'Oder, la Bober notamment. Je crois intéressant de vous en dire quelques mots.

La Bober a des crues véritablement terribles. C'est ainsi qu'en 1897, d'après des observations faites à Sagan, le débit de cette rivière, qui draine une surface de 420 000 hectares, a passé, du 29 au 31 juillet, de 25 à 2 000 mètres cubes par seconde, en montant de $5^{m},30$ au-dessus de son niveau maximum ordinaire et en faisant pour plus de 12 millions de dégâts. Un autre affluent de l'Oder : la Queis, est aussi des plus dangereux. En 1900, le gouvernement prussien vota les fonds nécessaires pour l'exécution d'un projet de régularisation de ces deux rivières (49 millions) : au moyen de nombreux petits réservoirs étagés le long des cours d'eau auprès des villes et villages à protéger immédiatement et suivis d'un grand réservoir préservant le reste de la vallée. Les petits réservoirs de préservation locale sont ordinairement vides ; les grands, au contraire, renferment toujours une quantité d'eau suffisante pour actionner des usines ou stations centrales hydro-électriques.

Tel est le cas du réservoir du village de Mauer, presque terminé et de 50 millions de mètres cubes, dont 20 pour la force motrice. Le barrage de ce réservoir, qui draine les eaux de 120 000 hectares, a 61 mètres de haut. La hauteur moyenne des eaux est d'une trentaine de mètres. La longueur du barrage, à la crête, est de 280 mètres; il renferme 250 000 mètres cubes de maçonnerie. Un tunnel de dérivation laisse passer le débit maximum admissible de 250 mètres cubes par seconde, qui fait marcher quatre turbo génératrices de 1 500 à 2 000 chevaux. Prix du barrage, achat de terrains compris, 10 millions. Prix de l'installation électrique, 3 millions.

Un autre réservoir, celui de Marklissa, sur la Queis, retient environ 5 millions de mètres cubes avec un barrage de 45 mètres de haut; hauteur moyenne des eaux 27 mètres, avec une station de trois turbines de 700 à 850 chevaux, dont une de réserve reliée au circuit du barrage de Mauer, à celui de plusieurs autres petits barrages et au circuit de la station à vapeur de Waldenberg.

Ces installations sont complétées par une rectification des bords de ces rivières, leur drainage, etc., travaux dont l'ensemble, à terminer dans une couple d'années, sera des plus remarquables.

Et ce ne sont pas les seuls travaux de ce genre actuellement en cours en Allemagne; on peut y citer, entre autres, le réservoir de la Mohne, dans la Ruhr, de 130 millions de mètres cubes et celui de l'Eder, dans le bassin du Weser, de 200 millions.

On voit que l'Allemagne ne se préoccupe pas seulement de développer à l'infini son outillage de forges, de mines, de ports et d'usines, mais aussi celui de ses cours d'eau et de son agriculture, exemple à suivre par la France, pays agricole par excellence (1).

J'ai déjà eu l'occasion d'attirer votre attention sur les remarquables recherches inaugurées par sir Oliver Lodge, puis reprises par M. Dibos (2), sur la possibilité

(1) *Times Egineering Supplement*, 1er novembre 1911.
(2) *Bulletins* de février 1905 et 1909, pp. 404 et 425.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'*éclaircir les brouillards* en les précipitant au moyen d'étincelles électriques de très haute tension et à grandes fréquences. Ces étincelles déterminent une sorte d'agglomération des particules en suspension en des agrégats suffisamment volumineux pour en assurer la chute. Ces essais, des plus encourageants, n'ont pas encore abouti à des résultats définitifs et, d'autre part, l'emploi des ondes hertziennes ou des courants alternatifs à très haute fréquence ne semble convenir qu'aux cas où l'atmosphère à clarifier est sensiblement immobile, cas fréquents pour les brouillards ; lorsqu'il s'agit, comme dans une cheminée, d'une atmosphère en mouvement, il faut avoir recours aux courants continus et à ce qu'on appelle l'influence des pointes.

C'est à la mise en pratique de cet emploi que s'est attaché tout particulièrement M. le professeur *Cottrell*. On sait que, dans un circuit électrique à courant continu interrompu par une pointe en face d'un disque métallique, il se produit, si la pointe est suffisamment rapprochée du disque et la tension du courant assez forte, une précipitation des poussières les plus fines de l'atmosphère sur le disque. Ces poussières, attirées par la pointe, s'y chargent de son électricité à son contact ou dans l'atmosphère qui la sépare du disque chargé d'électricité de signe contraire, et s'y précipitent. Cette action se fait sentir non seulement sur les poussières, mais sur les molécules gazeuses mêmes de l'atmosphère dont le jet suffit parfois pour souffler la flamme d'une bougie interposée entre la pointe et le disque.

Pour obtenir des courants continus d'une tension suffisante, on transforme le courant d'une distribution alternative quelconque en courants à ce potentiel, que l'on change en courant continu de même tension au moyen de redresseurs tournants appropriés, commandés par un moteur alternatif synchrone.

La réalisation des disques ou plaques de dépôts est facile en pratique ; celle des pointes l'était beaucoup moins, et l'on y fut conduit par une observation fortuite, mais ingénieusement interprétée, dans un essai de laboratoire. On remarqua, qu'au moment où les pointes d'un circuit de précipitation donnaient leur effet le plus actif, c'est-à-dire lorsqu'elles se trouvaient à une distance des plaques toute proche du jaillissement d'une étincelle, avec, dans l'obscurité, production d'une lueur, cette même lueur violette se voyait tout le long du fil enrobé de coton qui amenait le courant aux pointes. On en conclut que les fibrilles de coton, bien plus fines que les meilleures pointes, isolées et suffisamment conductrices, agiraient en somme comme des faisceaux de pointes, et que l'on remplacerait avantageusement ces pointes par une pièce de ces fils recouverts de coton, ce qui fut fait.

En pratique, pour précipiter des vapeurs d'acide sulfurique par exemple, il ne faut pas songer au coton, mais on le remplace facilement par des fils d'amiante ou de petites écailles de mica dont les arêtes agissent comme des pointes.

Tel est le principe des remarquables appareils de M. Cottrell, et il va sans dire que, dans les applications, ils doivent satisfaire, suivant la nature de ces applications, à de nombreuses conditions particulières, qui exigent, presque chaque fois, une étude minutieuse et expérimentale préparatoire. Voici quelques exemples de ces applications.

A la poudrerie de Pont de Nemours, près de San Francisco, où l'on fabrique de l'acide sulfurique au contact très concentré, il sort de ces appareils au contact des gaz renfermant environ 4 p. 100 de trioxyde, qu'il faut convertir en acide sulfurique en l'amenant au contact de l'eau. Mais cette eau n'absorbe qu'une faible partie de trioxyde, le reste se convertit dans la vapeur de cette eau en goutelettes très difficiles à filtrer. La projection que vous avez sous les yeux vous montre ce nuage, dans l'appareil

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

précipitateur, avant le passage du courant et la suivante sa disparition 3 minutes après l'introduction du courant. Cet appareil consiste essentiellement en deux cylindres de toile métallique en fer enrobés d'amiante, avec, entre eux, un troisième cylindre en fils de fer nus, le tout reposant sur une cuvette en plomb et entouré d'un dernier cylindre en verre plombé. L'écartement entre les cylindres successifs est de 30 millimètres

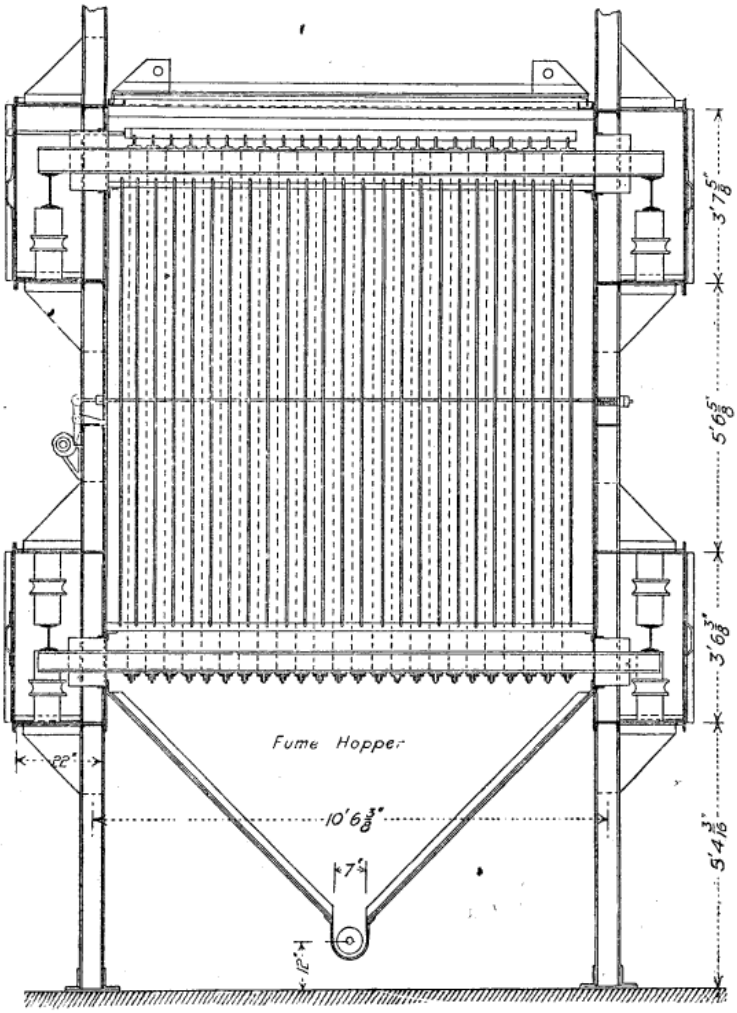


Fig. 1. — Précipiteur de fumées *Cotrell*.

environ. Le courant était fourni par 3 transformateurs à 2 200 volts, donnant, en série, 6 600 volts. On traite ainsi, avec une dépense d'électricité d'environ 1/5 de kilowatt, jusqu'à 5^{m3} 600 de gaz par minute. Cet appareil d'essai a été remplacé par un dispositif final analogue et beaucoup plus important, qui fonctionne avec le plus grand succès.

La fonderie de cuivre de Balaklala, à Coram, Shasta Country, Californie, traite, par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jour, de 700 à 1 000 tonnes de minerais et de 2 et demi à 3 p. 100 de cuivre, 30 p. 100 de soufre, et des quantités notable de zinc, ce qui dégage, par minute, jusqu'à 2 800 mètres cubes de gaz, au travers d'une grande conduite générale de $5^{m},40 \times 6$ mètres de section, avec des vitesses allant jusqu'à 6 mètres par seconde. On a installé dans cette conduite 9 grands appareils du type figure 1, disposés comme l'indique cette projection (fig. 2). On n'a que très rarement besoin de faire marcher les ventilateurs, établis pour diffuser les gaz dans une grande masse d'air avant l'installation des appareils. Les appareils sont alimentés par des courants continus provenant de courants alternatifs triphasés rectifiés et de 25 000 à 30000 volts. En figure 1 les doubles traits verticaux représentent les électrodes collectrices, en bandes de tôle de $1^{m},80 \times 3$ mètres de haut, et les lignes pointillées les électrodes de décharge, en fils de fer avec amiante

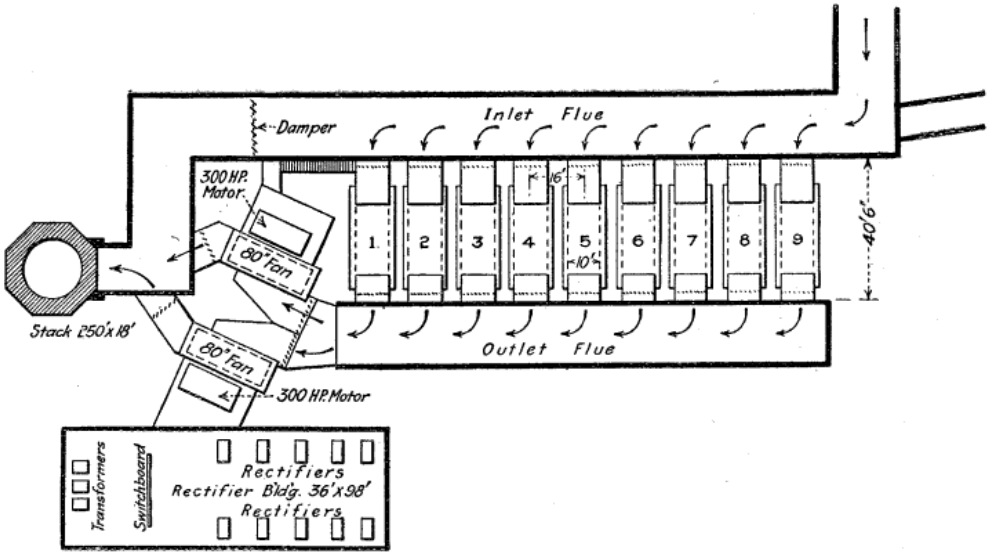


Fig. 2. — Installation des appareils *Cottrell*, à l'usine à cuivre de Balaklala.

et mica. Chaque unité de ces appareils contient 24 de ces électrodes. Les électrodes collectrices sont attachées aux châssis des cadres et les autres à des poutres tirées par des ressorts qui les tendent. On peut secouer ces électrodes pour en faire tomber les poussières au moyen de la tringle indiquée au milieu de la hauteur de l'appareil, mais cette opération se fait très facilement à la main, en une dizaine de minutes après enlèvement du couvercle, toutes les six ou huit heures, suivant la marche. Ces poussières sont recueillies par des conveyeurs appropriés qui les envoient aux wagonnets d'enlèvement.

On précipite ainsi de 80 à 90 p. 100 des poussières, soit de 6 à 8 tonnes par vingt-quatre heures, avec une dépense d'électricité de 120 kilowatts en moyenne. Le volume des gaz traités est, en moyenne, de 5 700 à 8500 mètres cubes par minute à des températures variant de 100 à 150° à l'entrée des épurateurs. L'une des principales difficultés a été de maintenir, à ces températures, une conductibilité suffisante aux fibrilles d'amiante, et M. Cottrell ne dit pas comment il y est parvenu. L'installation de Balaklala

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a parfaitement réussi et l'on espère réussir de même, d'après certains essais, avec les poussières des fours à ciment malgré leur température élevée d'au moins 450° (1).

La *turbine à vapeur* que vous montre cette projection est remarquable par sa simplicité de construction en ce sens que ses roues sont tout à fait dépourvues d'aubes et constituées par de simples disques A (fig. 3) calés sur leur arbre E et percés, au centre, d'un trou C pour l'échappement de la vapeur. Cette vapeur admise à leur périphérie en B ou B′ entraîne les disques par son frottement en impulsion ou en réaction suivant le plus ou moins de détente qu'elle subit dans les ajutages de son admission. Reste la question du rendement qui ne semble pouvoir même atteindre

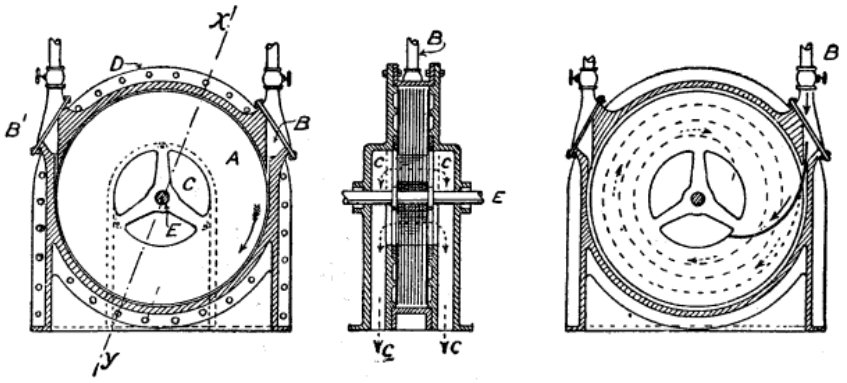


Fig. 3. — Turbine *Tesla*.

50 p. 100 et celle de l'encombrement; voici les résultats qu'aurait obtenus l'inventeur de cette turbine, le célèbre électricien *M. Tesla*.

La turbine essayée à la station Waterside de la Compagnie Édison, à New-York, avec rotor constitué par 25 disques de 457 millimètres de diamètre, un encombrement de $500 \times 890 \times 1^{m},50$ de haut et de la vapeur à 9 kilogrammes, échappant dans l'atmosphère, aurait développé 200 chevaux à 9000 tours. Poids 180 kilogrammes, soit moins d'un kilogramme par cheval. La dépense de vapeur a été de 17 kilogrammes par cheval; on espère l'abaisser à 5 kilogrammes avec la condensation, ce qui est une belle espérance. En outre, l'inventeur pense qu'en compoundant cette turbine par l'envoi de son échappement dans une seconde turbine à 75 disques et à condensation, on obtiendrait 600 chevaux, sans augmentation sensible de l'encombrement, et on espère, dans de nouveaux types, mieux étudiés, abaisser à $0^{kg},10$ par cheval le poids de la turbine.

Le changement de marche se fait de la façon la plus simple en admettant la vapeur tantôt à droite tantôt à gauche (fig 3).

Enfin la petite rubine que vous montre cette projection aurait donné ses 110 chevaux, avec des gaz de combustion sous pression injectés après mélange avec un poids d'eau suffisant pour en rendre la température inoffensive (2).

(1) *Journal of industrial and engineering Chemistry*, août 1911, p. 542 et *Brevets américains* 866 843, 895 729, 945 717. — *Notes de chimie* de M. J. Garçon, p. 169 du *Bulletin* d'Octobre.

(2) *Scientific american*, 30 septembre et *Engineering News*, 12 octobre 1911. Voir aussi le Brevet anglais de *Thrupp* 6 422 du 27 mars 1901.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La question des *gazogènes* pour moteurs à gaz, bien qu'étudiée constamment par une foule de constructeurs et d'inventeurs, est encore loin d'une solution générale véritablement pratique : à savoir l'établissement d'un gazogène pouvant marcher à des allures extrêmement variables, avec presque toute sorte de combustibles et autant de sécurité qu'une chaudière à vapeur, problème d'ailleurs très probablement impossible à résoudre rigoureusement.

Voici (fig. 5) un gazogène dû à un ingénieur spécialiste bien connu, M. Mathot (1) et qui a pour objet, non pas de résoudre ce problème, mais celui, déjà bien important

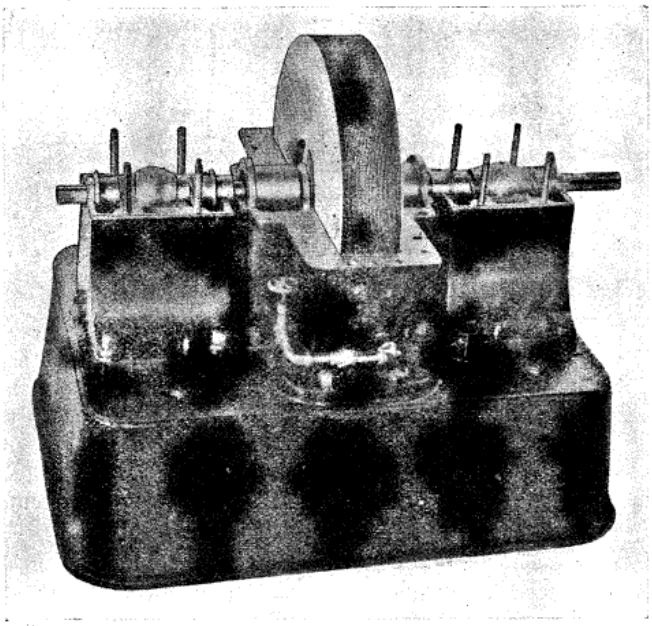


Fig. 4. — Turbine *Tesla* de 200 chevaux.

et difficile de la réalisation d'un gazogène d'aspiration susceptible de marcher régulièrement avec des combustibles médiocres tels, par exemple, que les anthracites de petits criblages non dépoussiérés et qui coûtent jusqu'à moitié moins que les anthracites employés couramment dans les gazogènes.

Le gazogène de Mathot est, comme vous le montre cette projection, à récupération et à grille annulaire fixe en corbeille. Voici, d'après son inventeur même, les considérations qui l'ont guidé.

Les réactions qui se produisent dans un gazogène, notamment la dissociation de la vapeur d'eau pour libérer l'hydrogène, celle de l'acide carbonique pour produire l'oxyde de carbone aussi bien que l'évaporation de l'eau constituent des actions endothermiques, c'est-à-dire, qui absorbent de la chaleur. Il est donc essentiel, si l'on veut améliorer le rendement, de n'emprunter que le minimum possible de chaleur au combustible en ignition pour effectuer les

(1) 18, rue Marie-Thérèse, Bruxelles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réactions et de récupérer la chaleur du gaz dégagé, notamment pour évaporer l'eau ou pour surchauffer la vapeur nécessaire à la production de l'hydrogène.

D'autre part, quand un gazogène ordinaire fonctionne à charge normale, les gaz s'échappent à une température variant de 350 à 450 degrés, et il est nécessaire, pour réduire leur température avant qu'ils entrent au moteur, d'employer une grande quantité d'eau dans les

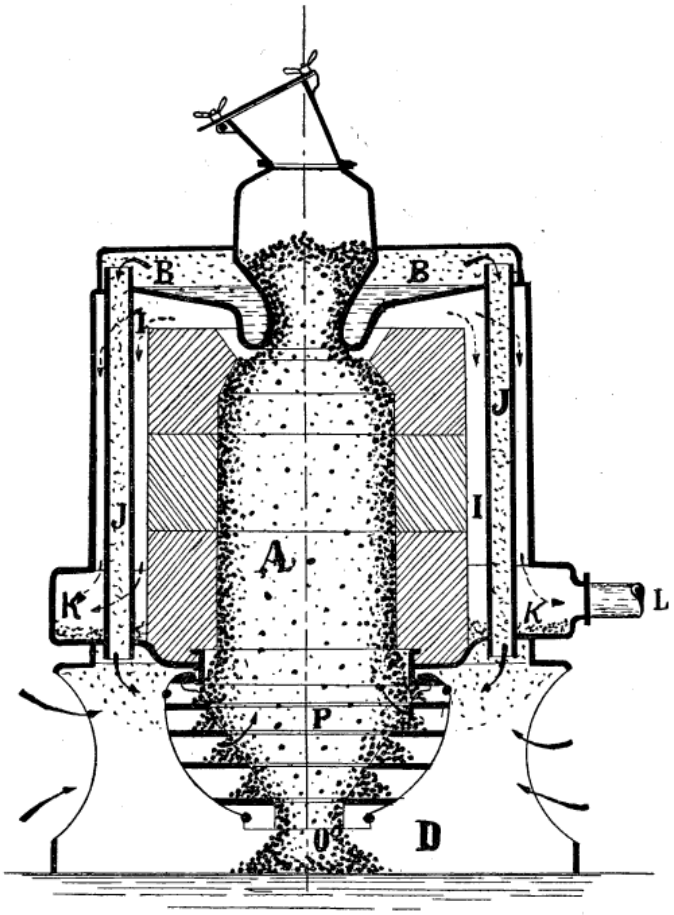


Fig. 5. — Gazogène *Mathot*.

A, cuve réfractaire surmontée de sa trémie de chargement. — B, chaudière ou vaporisateur. — D, cendrier ouvert. — P, grille en corbeille avec barreaux étagés. — O, ouverture pour l'enlèvement des mâchefers. — I, chambre de gaz entourant la cuve A. — K, collecteur de gaz et de poussière. — L, sortie de gaz. — J, tuyaux par lesquels la vapeur descend du sommet de la chaudière B, vers le cendrier D, en passant à travers la chambre de gaz I.

appareils laveurs et refroidisseurs (10 à 15 litres par cheval et par heure). Toute la chaleur disponible est donc perdue, alors qu'elle pourrait en grande partie être récupérée au profit de l'évaporation de l'eau et aussi pour aider les réactions endothermiques de la conversion de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau avec, comme conséquence, la réduction au minimum de la quantité d'eau employée pour le refroidissement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les principes que nous venons d'exposer, dont l'application influence le rendement thermique et industriel d'un gazogène, sont appliqués dans notre gazogène à récupération (fig. 5).

La grille en corbeille, librement suspendue sous la cuve réfractaire, est constituée par une série de barreaux horizontaux sur lesquels repose le combustible en même temps que sur son cône d'éboulement formé dans l'ouverture O de la base.

Elle permet d'obtenir une section d'entrée d'air à peu près double de la section intérieure de la cuve et quatre fois aussi grande que celle des espaces libres ménagés entre les barreaux des grilles planes ordinaires. Grâce à cet avantage et à la forme donnée aux barreaux de la corbeille on peut *brûler toutes espèces de combustible inférieurs* sans qu'il se produise d'obstruction au passage de l'air.

La vapeur étant amenée au foyer *indépendamment de l'air*, et ce dernier étant toujours *librement admis* dans le cendrier ouvert, la proportion de vapeur et d'air reste constante, tandis qu'avec d'autres gazogènes aspirés, dès que l'on ouvre le cendrier, l'air est momentanément admis seul par la porte ouverte et la vapeur cesse d'arriver; il en résulte que le gaz formé s'appauvrit immédiatement.

Le gaz, au lieu de quitter le générateur par le haut, sort de l'appareil par la base, après avoir passé autour de la garniture réfractaire pour empêcher le rayonnement extérieur de la chaleur de la zone de combustion. Ce gaz abandonne une grande partie de sa chaleur à la vapeur qui est *fortement surchauffée* avant d'atteindre le combustible. Il en résulte qu'une *quantité beaucoup plus grande de vapeur* peut être dissociée sans danger de refroidir le feu et, comme conséquence, on constate une augmentation de la teneur en hydrogène et du *pouvoir calorifique* du gaz.

Le tableau suivant donne la composition chimique et le pouvoir calorifique du gaz de notre appareil comparé à celui des gazogènes ordinaires :

	Gazogènes ordinaires.	Gazogènes Mathot.
CO 2 p. 100	6	7
CO	23	24
H	14	22
N	52	49
Pouvoir calorifique	1 180	1 400

Dans les gazogènes ordinaires, lors du piquage du feu, la chute des cendres incandescentes dans l'eau du cendrier cause un dégagement de vapeur qui modifie momentanément les proportions par rapport à la quantité d'air aspiré dans le combustible. Il en résulte une production excessive d'hydrogène dans le gaz, ce qui occasionne des inflammations prématurées et des chocs violents dans le moteur. Cet inconvénient ne se produit pas avec notre gazogène parce que, à mesure que l'air entre dans le cendrier, il se sature de la vapeur surchauffée descendant par les tubes et tout dégagement additionnel de vapeur causé par la chute des cendres dans l'eau s'échappe par les ouvertures du cendrier.

Un inventeur a toujours, pour son invention, des sentiments paternels; mais, dans le cas qui nous occupe, ces sentiments semblent justifiés parce que, depuis une année environ, il existe déjà en fonctionnement une centaine de ces gazogènes, de 15 à 100 chevaux, et qui ont donné pleine satisfaction.

Voici un curieux procédé employé récemment, dans la nouvelle gare du New-York Central, pour *protéger les ouvrages en acier* en recouvrant leurs poutres d'une couche de ciment imperméable et tenace. Le principe de ce procédé est le même que celui des peintures par pulvérisation et projection des pigments au moyen d'air comprimé, principe que l'on retrouve appliqué sous une autre forme dans les procédés de métallisation par projection de métaux fondus et pulvérisés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'appareil consiste essentiellement en un distributeur rotatif à augets recevant, de trémies appropriées, un mélange de sable et de ciment qui, saisi par un courant d'air comprimé, est amené, au bout d'un tuyau flexible, à une tuyère où il reçoit un appoint d'eau sous pression transformant ce mélange en un mortier de ciment projeté sur l'acier à protéger à la vitesse de 100 mètres environ par seconde, comme en une suite de coups de fusil dont la fréquence est réglée par la vitesse de rotation du distributeur.

A l'origine de l'opération, les parties les plus fines de ce mortier adhèrent à l'acier, les parties moins fines rebondissent ; mais, bientôt, elles s'agglomèrent elles-mêmes dans les premières couches, qui leur assurent un support plastique et très adhérent, tenace, dur et ne retenant que très peu d'eau, sans solution de continuité par poches d'air.

L'expérience ne s'est pas encore définitivement prononcée sur la durée de cette cou-

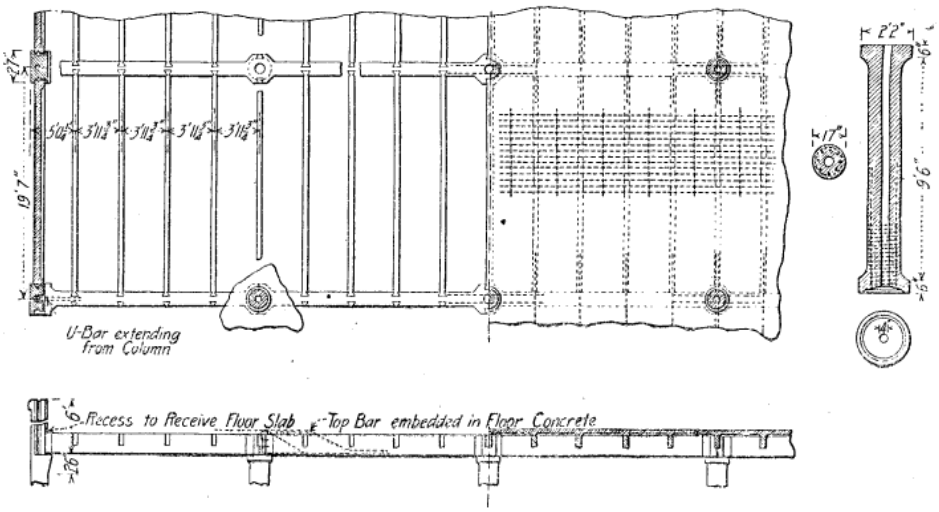


Fig. 6. — Construction en panneaux ou unités « Unit System » *Ransome*.

verture, mais elle méritait néanmoins de vous être signalée comme des plus intéressantes *a priori* (1).

J'ai eu l'occasion, dans notre séance du 13 janvier dernier (2), d'attirer votre attention sur la reprise, par les Américains, de cette vieille idée de construire des *maisons en béton coulé* ou moulé dans des coffres appropriés et dont le retrait final laisse à leur place une sorte de monolithe en béton.

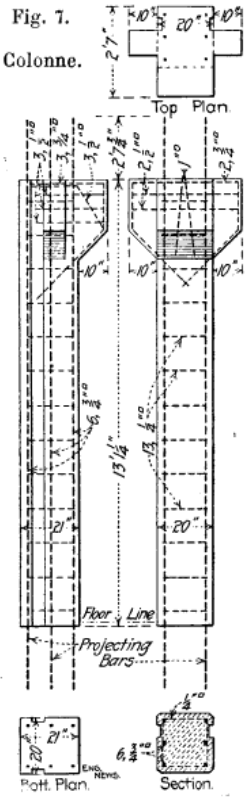
Je vous dirai ce soir quelques mots de la construction de maison, d'ateliers... dite *Unit System* en ciment armé ou plutôt en panneaux, poutres et pièces diverses de ciment armé, exécutées d'avance, apportées sur le chantier et assemblées de manière à constituer un édifice.

(1) *Times Engineering Supplement*, 9 août 1191.
(2) *Bulletin* de janvier 1911, p. 120.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le système de *M. Ransome* (1) dont voici une remarquable application aux ateliers de l'United Shoe, à Beverly, Mass., de trois étages et couvrant 8 hectares de planchers, les colonnes, en ciment armé comme les poutres et les poutrelles, sont percées (fig. 6) d'un trou longitudinal de 15 centimètres de diamètre, dans lequel on tasse du mortier autour des tiges en fer qui sortent de la colonne et l'unissent à l'élément suivant. Les poutres qui reposent sur ces éléments de colonnes, en recouvrant presque entièrement leur chapiteau de leurs extrémités agrandies à cet effet, reçoivent les poutrelles dans des encoches en queue d'hironde, et les fers de leurs armatures les

Fig. 7.
Colonne.



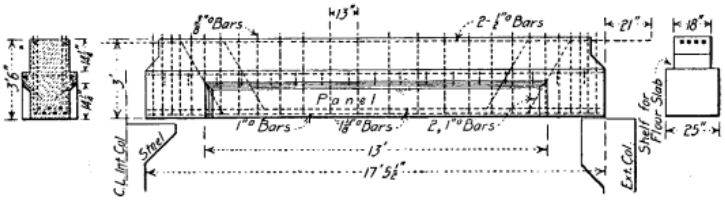


Fig. 8. — Poutre.

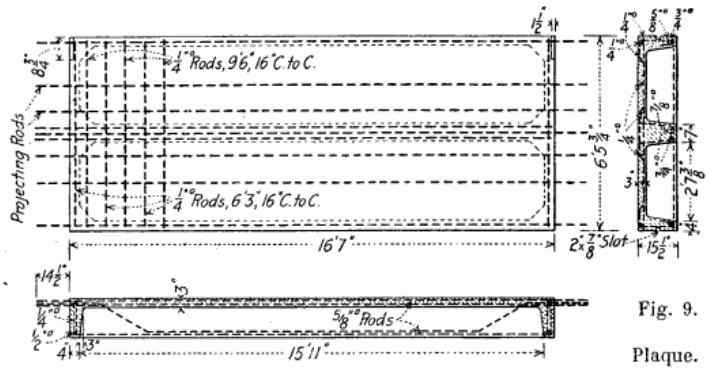


Fig. 9.
Plaque.

Fig. 7 à 9. — *Unit Construction C°.*

arrasent au-dessus du ciment, de sorte qu'elles pénètrent dans les plaques du plancher en ciment de 90 millimètres d'épaisseur, que l'on coule sur ces poutres, et entre les poutrelles écartées de 1m,20. On espère réaliser ainsi, dans ce système de poutres, poutrelles et plaques, une continuité le rendant presque aussi résistant que s'il était d'un seul bloc. Les projections que je fais passer sous vos yeux vous montrent avec quelle facilité on manipule ces éléments de maisons au moyen de grues très simples. Voici, par

(1) 90, West Street, New York.
(2) *Engineering News*, 15 juin 1911.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exemple, une de ces grues enlevant d'un coup une brochette de quatre poutrelles. Cette autre glisse un panneau de muraille entre deux colonnes. Ici c'est la pose, d'un coup,

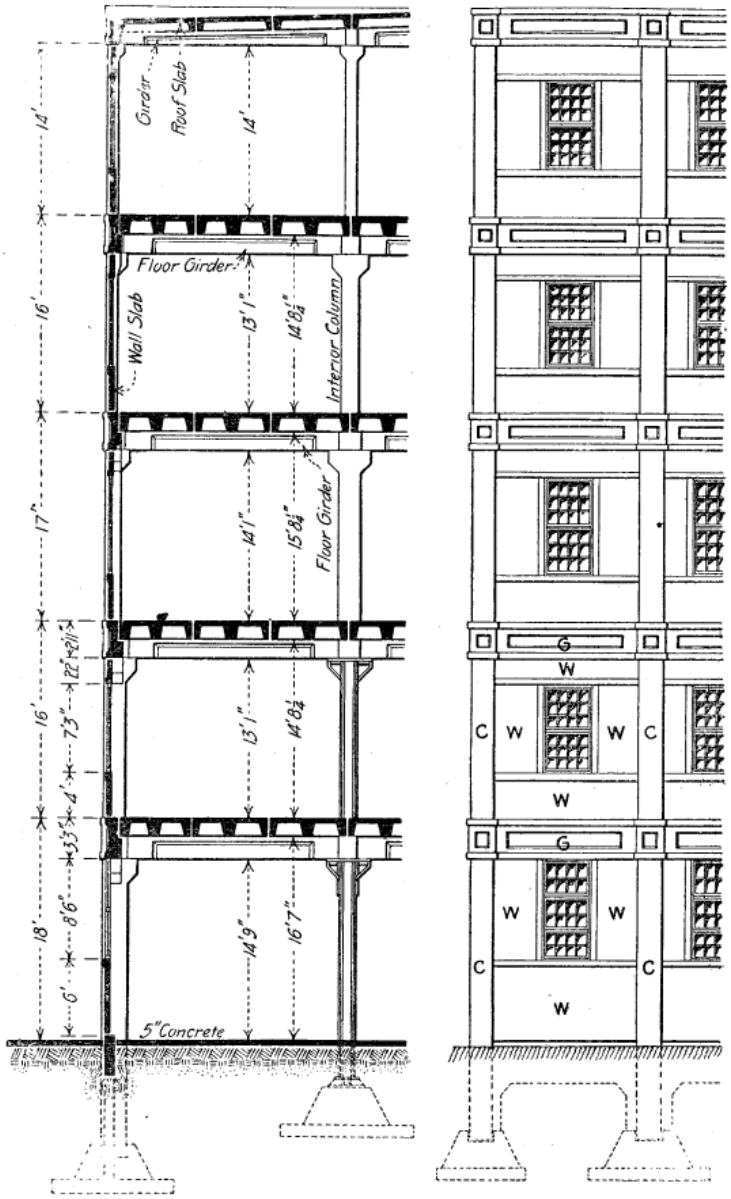


Fig. 10. — *Unit Construction C°*. — Magasins de la National Lead C°, Saint-Louis.
W, panneaux de murailles. — C, colonnes (fig. 7). — G, poutres (fig. 8).

de 10 marches d'escalier. Une seule de ces grues suffit aux manipulations des colonnes, entablements, poutres... sur un espace de 9 mètres sur 18. La dépense des bois et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moules est très faible. Il suffit, pour un bâtiment de 120 × 18 mètres, de quatre moules de chaque sorte pour les colonnes, panneaux et poutres. Les poutrelles sont coulées en séries de 20 d'un coup. Le prix de la manutention et pose des éléments ne dépasse guère 2 fr. 30 la tonne, et s'abaisse parfois à 1 fr. 50. Le mortier des joints, etc., revient à environ, comme frais supplémentaires, 0 fr. 50 du mètre carré de plancher. En un mot, on réalise, sur les constructions habituelles, une économie de 10 à 25 p. 100.

Dans le système de l'*Unit Construction C°*, de Saint-Louis, les extrémités de fers d'armature qui dépassent dans les colonnes et les poutres de ciment armé se prennent comme en figure 7 et 8 les unes dans les autres, et les plaques de plancher (fig. 9), dont les nervures reposent sur les saillies des poutres, dépassent légèrement le haut de ces poutres sur lesquelles vient affleurer le prolongement des fers d'armature des plaques. En outre, les nervures extérieures de ces plaques portent des cannelures [*Slot* (fig. 9)] entre les colonnes, les poutres et les plaques, de manière à constituer un ensemble aussi unifié que possible. Ce système a été appliqué à de nombreuses constructions, notamment à un bâtiment de la National Lead C° de Saint-Louis, à 5 étages, et d'une superficie de 30 × 37 × 28 mètres (fig. 10). Voici, sur ces projections, la pose d'un entablement puis celle d'un panneau entre colonnes. Il a suffi d'une grue roulante à volée de 18 mètres pour desservir toute cette construction, qui a absorbé 15 000 mètres cubes de ciment.

Voici un dernier exemple de ce genre de construction : une église dont le fronton, construit à plat sur une immense plate-forme, a été ensuite, comme vous le montre cette projection, relevé d'un seul coup par la poussée d'une rangée de 8 verrins à vis commandés par un moteur à pétrole.

Le difficile de ces constructions, c'est d'assurer l'aplomb, le raccordement et l'assemblage exact de tous leurs éléments en même temps que de les affermir de manière à leur assurer une solidarité suffisante pour que tout le bâtiment se tienne autant que possible d'une seule pièce. L'expérience seule montrera la solidité de ces constructions *a priori* des plus intéressantes.

Et, puisque je vous parle de constructions américaines plus ou moins singulières, laissez-moi vous présenter seulement le monument qui sera bientôt le plus élevé de New York, que vous voyez, sur cette projection, écrasant de ses 235 mètres de haut l'hôtel des postes de Broadway. Le bâtiment principal, de 46 mètres × 60, a 31 étages et 120 mètres de haut, puis vient la tour, de 25 × 27 m. jusqu'au 42e étage, 21 × 23 jusqu'au 47e, 18 + 18m,5 jusqu'au 50e, surmonté d'une pyramide de 16m,20 de côté.

Les colonnes principales, en acier de 75 × 1m,10, reposent directement ou par des poutres sur 69 piles en béton armé de 33 mètres de profondeur au-dessous du sol. L'ensemble comprend 20 000 tonnes d'acier avec remplissages en granit jusqu'au 5e étage puis en terres cuites ; pas de bois, et tous les fers recouverts d'une couche de 25 millimètres de ciment. Hauteur moyenne des étages 3m,75, desservis par 26 ascenseurs, et vous voyez, chose rare, que l'architecte, M. Gilbert, et l'ingénieur, M. Gunvald, ont su donner à leur colossal édifice un aspect assez élégant, sur cette projection du moins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOMINATIONS DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ

Sont nommés membres de la Société d'Encouragement :

M. Plisson, ingénieur, présenté par **M. Leblan** ;

M. Lucas, ingénieur agronome, présenté par **MM. Bénard** et **Hitier** ;

M. Radiguer, ancien Ingénieur du Génie maritime, Directeur de la Société anonyme des Établissements Delaunay-Belleville, présenté par **M. Bertin.**

RAPPORTS DES COMITÉS

M. Lafosse, au nom de la Commission des fonds, et **M. Legrand**, au nom des censeurs, présentent leurs rapports sur l'*exercice financier de 1910*. Ces rapports sont approuvés.

COMMUNICATIONS

Sont présentées les communications suivantes :

M. Ballu, sur un *Débrayage automatique pour moissonneuses et faucheuses.*

M. Roger, sur l'*Oscillateur à étincelles soufflées et électrodes tournantes* de MM. Ducretet et Roger.

M. le Président remercie MM. Ballu et Roger de leurs intéressantes communications qui sont renvoyées aux Comités d'*Agriculture* et des *Arts économiques.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Wolfram, par M. le docteur HEINRICH LEISER.
In-8 de x-223 p. Halle a. S., Wilhelm Knapp. (Prix : 15 francs.)

Le Wolfram ou Tungstène a pris une importance si grande (plus de 50 millions de lampes au tungstène sont aujourd'hui fabriquées en Allemagne chaque année) que lui consacrer une monographie est une entreprise des plus utiles. C'est ce qu'a compris et réalisé le docteur Heinrich Leiser, avec une grande érudition.

Une introduction historique montre sa découverte due en 1781 à Scheele, puis en 1786 à José et Fausto d'Elhinjar; son union avec le fer en 1815 à Hassenfratz; la préparation des bronzes en 1824 à Wöhler; la préparation industrielle du tungstate de sodium en 1848 à Oxland; son application comme matière incombustibilisante en 1857 à Oppenheim ; la préparation d'un ferro-tungstène à 80 p. 100; les lampes au tungstène de Just 1903, de Kuzel 1905. Les minerais de ce métal devenu si précieux se trouvent surtout en Australie, aux États-Unis; mais aussi un peu partout. La France en 1907 en a produit 61 tonnes; déjà en 1905, la production mondiale avait atteint près de 6 000 tonnes à 6 fr. 10 la tonne: le prix monta à 15 francs en 1907.

La préparation du tungstène pur, celle des ferro-tungstènes sont ensuite développées amplement, ainsi que les propriétés physiques et chimiques de ce corps, son analyse, ses alliages, ses propriétés colloïdales, enfin ses applications industrielles pour les filaments de lampes, pour les aciers spéciaux, etc.

Cet ouvrage, très documenté, finit par l'exposé des brevets allemands pris depuis celui de Just, 1903, pour les applications à l'éclairage.

Géologie du Bassin de Paris, par M. PAUL LEMOINE,
vice-président de la Société géologique de France.
In-8, 408 p. 130 fig. 9 pl. (Prix : 15 francs.) Hermann et fils, 6, rue de la Sorbonne.

Ce livre diffère des ouvrages antérieurs en ce qu'il embrasse la totalité du Bassin de Paris, aussi bien les terrains jurassiques et crétacés de sa bordure que les terrains tertiaires du centre.

On ne possédait sur cette région classique au point de vue géologique aucun travail d'ensemble, la multiplicité même et la diversité des études en rendant la compréhension difficile. Les mémoires détaillés si considérables qu'ils soient ne portent généralement que sur des points spéciaux et les lacunes sont nombreuses. La coordination des publications faites sur cette région depuis de longues années par plusieurs générations de géologues sera donc très utile *pour tous ceux qui s'intéressent aussi bien à la géologie pure qu'aux multiples questions qui relèvent de la géologie appliquée, Agriculture, Travaux publics, Hygiène, Recherche des eaux souterraines et des matériaux utiles.*

L'étude du Bassin de Paris est faite méthodiquement, terrain par terrain. C'est donc un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

travail essentiellement descriptif où les sujets sont traités dans leur entier. On y remarque un grand souci d'exactitude. Chacun des faits avancés est suivi du nom de l'auteur qui l'a observé; grâce à l'index bibliographique (plus de 800 numéros), on sait immédiatement où trouver des données complémentaires plus détaillées.

Mais bien souvent dans un livre de ce genre, c'est un renseignement que l'on veut avoir. Pour faciliter leur recherche, les tables ont été multipliées (noms d'auteurs, noms d'espèces fossiles, noms de localités, tables des matières), qui permettront d'avoir immédiatement le renseignement cherché.

L'ouvrage est très bien imprimé, et les figures excellentes et nombreuses contribuent à faciliter la lecture de ce livre qui comble une véritable lacune dans la littérature géologique française.

L'auteur est d'ailleurs bien connu par ses travaux sur Madagascar et le Maroc, qui ont été récemment couronnés par l'Académie des Sciences.

Agenda Aide-mémoire Agricole pour 1912, par M. G. WERY, sous-directeur de l'Institut national agronomique, avec un *Almanach agricole*. In-18 de 576 pages, dans un portefeuille en maroquin avec pochette et crayon (Prix : 3 francs). Paris, librairie J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille.

L'agriculteur moderne a sans cesse besoin de renseignements qui se traduisent par des chiffres dont les colonnes longues et ardues ne peuvent s'enregistrer dans son cerveau. Aussi lui faut-il un aide-mémoire qui puisse lui apporter instantanément ce qu'il réclame. Ce Manuel doit lui être présenté sous une forme particulière, celle de l'Agenda *de poche*. C'est peut-être sur son champ même que le cultivateur en aura subitement besoin. C'est ce qu'a bien compris M. G. Wery, directeur de l'*Encyclopédie agricole*. Son *Agenda Aide-mémoire* est une œuvre de fine précision scientifique et de solide pratique culturale.

On trouvera dans l'*Aide-mémoire* de M. Wery des tableaux pour la composition des produits agricoles et des engrais, pour les semailles et rendements des plantes cultivées, la création des prairies, la détermination de l'âge des animaux, de très importantes tables dressées par M. Mallèvre pour le rationnement des animaux domestiques, l'hygiène et le traitement des maladies du bétail, la laiterie et la basse-cour, la législation rurale, les constructions agricoles, enfin une étude très pratique des tarifs de transport applicables aux produits agricoles et les nouveaux tarifs de douane. A la suite viennent des *Tableaux de comptabilité* pour les assolements, les engrais, les ensemencements, les récoltes, l'état du bétail, le contrôle des produits, les achats, les ventes et les salaires. C'est une heureuse innovation qui n'existait pas jusqu'alors dans les agendas de poche. Bref, c'est une œuvre fort bien conçue et les services qu'elle rendra à ceux qui la consulteront lui assureront certainement une place unique au-dessus de toutes les publications de ce genre.

La technique cinématographique : projection, fabrication des films, par M. LÉOPOLD LOBEL, directeur de l'usine de la Société des phonographes et cinématographes *Lux*. Paris, H. Dunod et E. Pinat. (Prix : 10 francs.)

Toutes les branches de la technique photographique possèdent aujourd'hui une littérature très riche et variée. Seuls les ouvrages cinématographiques n'existent qu'en petit nombre. Les personnes qui voulaient se renseigner sur l'état actuel de l'art des projections vivantes ne trouvaient jusqu'ici aucun ouvrage qui satisfasse leur désir. On peut dire du livre de M. Lobel que c'est un ouvrage qui vient à son heure. L'auteur, qui possède une compétence indiscutable dans les questions cinématographiques, nous offre un travail de documentation qui sera très apprécié par tous ceux qui font ou qui veulent faire de la cinématographie.

Les opérateurs projectionnistes trouveront, dans la première partie de ce livre, une des-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cription essentiellement pratique des projections cinématographiques et nous ne pouvons que féliciter l'auteur pour l'art avec lequel il a su mettre ses connaissances techniques à la portée de tout le monde.

La deuxième partie de cet ouvrage apporte à l'ingénieur, ainsi qu'au praticien qui s'occupent de la fabrication des films, une description très complète des appareils utilisés dans cette industrie. C'est un travail considérable, travail à la fois de critique et de documentation, illustré d'un grand nombre de dessins schématiques. Il constituera une source très précieuse pour les chercheurs qui veulent se faire une idée de ce qui reste encore à faire sur ce terrain. Nous sommes donc certains que ce livre, qui répond si bien au but qu'il s'est proposé, trouvera, auprès de tous ceux que la cinématographie intéresse, par métier ou par curiosité, le succès auquel il a légitimement droit.

Aérostation, Aviation, par M. MAX DE NANSOUTY.
In-8 de 748 pages à 2 colonnes, 750 gravures, L. Boivin et Cie, éditeurs,
5, rue Palatine, Paris, 1911. (Prix : 15 fr.)

Le quatrième tome des *Merveilles de la science*, fondées par Louis Figuier, continuées et reconstituées en toute actualité par M. Max de Nansouty, vient de paraître; il est consacré à l'*Aérostation-Aviation* et mérite, plus que tout autre de la même série, son titre de « Merveilles ».

Après avoir repris sans s'y attarder l'historique, plus curieux que jamais, de l'*Aérostation*, l'auteur et vulgarisateur émérite arrive à la description actuelle des ballons libres et de leur gréement, des parachutes, des ballons captifs, des dirigeables, des aéroplanes, de leur matériel, de leurs accessoires et de leur emploi. On y trouve une revue très nette et vulgarisatrice des moteurs, si perfectionnés, des dirigeables et des aéroplanes, le résumé des admirables travaux auxquels ils ont donné lieu sur la résistance de l'air, la description des monoplans, des biplans, des hélicoptères, des cerfs-volants, le récit des grands records d'aéroplanes, des meetings d'aviation, des circuits, qui ont passionné le monde entier.

Ce bel ouvrage, vraiment luxueux, peut, tout à la fois, se feuilleter avec plaisir et se lire avec l'intérêt le plus instructif. La « vulgarisation », réalisée sous cette forme tout actuelle, montre plus que jamais sa véritable et gracieuse utilité pour ses innombrables adeptes.

Les aéroplanes de 1911, par M. R. DE GASTON, avec une préface du commandant Renard.
Étude descriptive avec plans des principaux aéroplanes actuels.
Paris, Librairie aéronautique, 40, rue de Seine. (Prix : 6 fr.)

Le commandant Renard, avec l'autorité et la science qui illustrent son nom, a bien voulu présenter au public *Les Aéroplanes de 1911*. Rappelant la précédente édition, il écrit : Ce volume eut un légitime succès et, je pourrais, en particulier, citer les services qu'il m'a rendus dans mon enseignement à l'École supérieure d'aéronautique; mes élèves et moi-même y avons fréquemment puisé, pour nous documenter sur les caractéristiques essentielles et les dispositifs de détail des aéroplanes existants.

Tous ceux qui s'intéressent aux progrès de l'aviation trouveront, dans le volume de M. de Gaston, un traité vulgarisateur en même temps que documentaire, leur permettant de connaître, dans leurs moindres détails, les merveilleux engins auxquels nous devons les sensationnelles prouesses de nos hommes-oiseaux.

Un chapitre important, accompagné de nombreuses photographies, est consacré à chaque appareil, et les Deperdussin, les Nieuport, les Farman, les Blériot, et combien d'autres, sont décrits clairement, sous une forme simple et agréable, exempte de toute aridité mathématique.

Deux chapitres : les moteurs et les hélices, terminent l'ouvrage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les huiles éthérées et les baumes de la pharmacie
(Die offizinellen aetherischen Oele und Balsame), par M. C. ROHDEN.
In-8 de 177 p. Berlin, Julius Springer, 1911.

M. C. Rohden, chimiste de la maison E. Sachsse und Co de Leipzig, l'une des fabriques de parfums que l'on cite, a eu la pensée, très utilitaire, de rassembler dans un même volume, lorsqu'elles sont différentes, les prescriptions sur les essences et les baumes que renferment les pharmacopées des quatorze principaux pays : Angleterre en 1890; États-Unis, Hollande, Espagne en 1905; Belgique, Autriche en 1906; Suisse, Danemark et Japon en 1907: France, Suède en 1908; Italie en 1909; Allemagne, Russie en 1910. Ce recueil présente un intérêt d'autant plus vif que les prescriptions des diverses pharmacopées différant parfois, il y a une fendance très sage à uniformiser les caractères analytiques et les réactions de pureté et à se mettre d'accord sur les constantes. Les produits sont présentés suivant l'ordre alphabétique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN NOVEMBRE 1911

Don de M. Lavalard, membre du Conseil.

OSLET (GUSTAVE). — **Traité de charpente en fer** (In-4). **14495**

Die grosse Berliner Strassenbahn 1872-1902 (In-4). **14496**

DUPUY (PAUL). — **La traction électrique** (In-8). **14497**

CHAILLON (ANTOINE). — **Tramways.** Principes d'organisation d'une exploitation de tramways (In-8). **14498**

BANDERALI (D.). — **Les chemins de fer métropolitaine à New-York et dans les grandes cités américaines** (In-8). **14499**

AUTOMOBILE-CLUB DE FRANCE. — **Concours des poids lourds, Versailles 1897.** Rapport de la Commission (In-8). **14500**

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'INDUSTRIE AUTOMOBILE EN FRANCE. — **Concours des voitures de place automobiles, Paris, 1898.** Rapport du jury. **14501**

BIANCHI (GIUSEPPE). — **L'impianto e l'esercizio dei tramways nella provincia di Milano** (In-8). **14502**

CLARK (D. KINNEAR). — **Tramways.** Construction et exploitation. Traduit de l'anglais par O. CHEMIN (In-8). **14503**

CLARK (D. KINNEAR). — **Tramways.** Their construction and working. Supplementary volume (In-8). **14504**

SÉRAFON (F.). — **Les chemins de fer métropolitains et les moyens de transport en commun à Londres, New-York, Berlin, Vienne et Paris** (In-8). **14505**

HAGUET (HENRY). — **Le rachat des chemins de fer suisses et ses conséquences.** 2e édition (In-8). **14506**

COMPAGNIE GÉNÉRALE DE TRACTION. — **Monographies succinctes des principales installations** (In-8). **14507**

WUSSOW. — **Die Haftpflicht der Strassenbahnen** (In-8). **14508**

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI. *Ufficio speciale delle ferrovie.* **Relazione sull' esercizio delle tramvie italiane per l'anno 1904** (In-4). **14509**

MINISTERO DI AGRICOLTURA, INDUSTRIA E COMMERCIO. *Divisione industria e commercio.* — **Notizie statistiche sugli impianti elettrici esistenti in Italia alla fine del 1898** e cenni sulle industrie elettriche in Italia, a tutto il 1900 (In-4). **14510**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMUNE DI MILANO. — **Note sull' esercizio delle tramvie urbane** (In-4). **14511**

HINSTIN FRÈRES. — **Frein à air comprimé, marque HB.** (In-8 oblong). **14512**

SÉRAFON (F.). — **Les tramways et les chemins de fer sur routes** (In-12).

DUFRESNE (P.-L.). — **Étude historique sur l'emploi de l'air comprimé comme agent de transmission du travail à distance** (In-8).

BOUDENOOT (L.). — **Mémoire sur la distribution de la force motrice à domicile au moyen de l'air raréfié** (*ex* Mémoires de la Société des Ingénieurs civils, 1885).

BONNEAU (H.) et DESROZIERS (E.). — **Étude sur la traction électrique des trains de chemin de fer** (In-8).

MARÉCHAL (HENRI). — **Les tramways électriques** (In-8).

PEREIRE (ISAAC). — **La question des chemins de fer** (In-8).

REYNIER (ÉMILE). — **Piles électriques et accumulateurs** (In-8).

GUÉDON (PIERRE). — **Traité pratique des chemins de fer d'intérêt local et des tramways** (In-8) et une cinquantaine de brochures sur les chemins de fer et les tramways.

UNION INTERNATIONALE DE TRAMWAYS ET DE CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL.

Congrès international de tramways et des chemins de fer d'intérêt local. 1900 (11e assemblée générale). Comptes rendus détaillés. Düsseldorf 1902, 1904 (Réponses aux questionnaires). Milan 1906 (14e assemblée générale) Comptes rendus détaillés. Munich 1908 (15e Congrès) Comptes rendus détaillés. Réponses. Bruxelles 1910 (16e Congrès).

Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. — **Inventaire général des richesses d'art de la France. Province : Monuments civils, Tome IV.** Paris. Plon-Nourrit et Cie, 1911. **14472**

TROUARD-RIOLLE (G.), BONJEAN (ED.), MAMELLE (H.) et SIXDENIER (M.). — **Recherches sur l'épuration des eaux d'égout effectuées à Grignon et à Chantepie.** In-8 (25 × 16) de 51 p., VI planches. Paris, Ch. Amat, 1911. **14473**

LEBON (ERNEST). — **Savants du jour.** Biographies, bibliographie analytique des écrits. — Gabriel Lippmann. In-8 (28 × 18) de VIII-80 p. Paris. Gauthier-Villars, 1911. **14474**

GUYOT (CHARLES). — **Cours de droit forestier.** Tome III, Fascicule 1. Paris, Lucien Laveur, 1912. **14475**

KRAIS (PAUL). — **Gewerbliche Materialkunde.** Band I : **Die Hölzer.** In-8 (24 × 16). Stuttgart. Félix Krais, 1910. **14476**

FRITSCH (J.). — **Fabrication du ciment.** In-8 (25 × 16) de VI-503p., 202 fig., III planches. Paris, Self-edition scientifique et industrielle, 1911. **14482**

GAUTIER (ARMAND).— **La chimie de la cellule vivante** (Encyclopédie des aide-mémoire Léauté) de 175 p , 11 fig. Paris, G. Masson et Gauthier-Villars, 1894. **14483**

VAN'T HOFF (J. H.). — **Leçons de chimie physique.** Traduit de l'allemand par M. CORVISY In-8 (25 × 16). Tomes I, II et III. Paris, A. Hermann, 1898, 1899 et 1900. **14484-5-6**

LEMOINE (PAUL). — **Géologie du bassin de Paris.** In-8 (26 × 17) de II-408 p., 136 fig., IX planches. Paris, A. Hermann et Fils, 1911. **14487**

SAMITCA (EM. R.). — **Notes sur la conservation des traverses en hêtre par l'imprégnation économique et spécialement par le procédé Rüping** (Extrait d'un rapport

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

adressé à la Direction générale des chemins de fer de l'État roumain). In-8 (23 × 16) de IV-77 p., 45 fig., XXXII planches. Paris. H. Dunod et E. Pinat, 1911. **14 488**

OSTWALD (W.). — **L'évolution de l'électrochimie.** Traduit de l'allemand par E. PHILIPPI. In-12 (19 × 12) de 266 p. Paris, Félix Alcan, 1912. **14 489**

FIGUIER (LOUIS) et NANSOUTY (MAX DE). — **Les merveilles de la Science.** Tome IV : **Aérostation et aviation,** de 758 p., 582 fig. Paris, Boivin et Cie. **14 490**

GASTON (R. DE). — **Les aéroplanes de 1911.** In-4 (27 × 22) de VI-130 p., 122 fig. I planche, Paris. Librairie aéronautique. **14 491**

Guide to the Library of the Patent Office. New Series. YN-ZB. — Subject list of works on chemical technology (including Oils, Fats, Soaps, Candles, and Perfumery; Paints, Varnishes, Gruns, Resins, India-rubber; Paper and Leather industries). 1911. **14 492**

DUBOIS (RAPHAEL). — **Contribution à l'étude des perles fines, de la nacre et des animaux qui les produisent.** In-8 (25 × 16) de 127 p., 10 fig., IV planches. Lyon, A. Rey et Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1909. **14 493**

NANSOUTY (MAX DE). — **Petites causeries d'un ingénieur.** In-8 (20 × 13) de 148 p., 80 fig. Paris, Armand Colin, 1911. **14 494**

FLAMANT (A.). — **Mécanique générale.** 2e édition. (Encyclopédie des travaux publics) de XII-620 p., 205 fig. Paris, Ch. Béranger. **14 513**

BELLENOUX (E.-S.). — **Soixante quintaux de blé à l'hectare.** In-8 (23 × 14) de V-88 p. (Nouvelles idées, nouveau système). Paris, Ch. Amat, 1907. **14 514**

BELLENOUX (E.-S.). — **Cent mille kilos de pommes de terre à l'hectare.** Nouveau système de culture à grand rendement. 2e édition. In-8 (23 × 14) de VIII-77 p. Paris, Ch. Amat. **14 515**

UNIVERSITÉ DE PARIS. Section des sciences et des lettres (Sorbonne). **Catalogue de la bibliothèque. I, Périodiques** et collections diverses. In-8 (24 × 16) de 103 p. Paris. C. Klincksieck, 1905. **14 516**

ADAM (PAUL). — **Rapport sur les opérations du service d'inspection des établissements classés dans le département de la Seine pendant l'année 1910.** In-4 (28 × 23) de 89 p. Paris. Imprimerie Chaix, 1911. **14 517**

GOLDBERG (B.). — **Primzahlen und Factoren-tafeln von 1 bis 251 647.** In-4 (28 × 19) de 285 p. Leipzig, Carl B. Lock, 1862 (Don de M. Prudhomme, membre du Conseil). **14 518.**

LEGENDRE (A.-M.). — **Théorie des nombres.** Tomes I et II, 4e édition. In-4 (29 × 22) Paris, A. Hermann, 1900 (Don de M. Prud'homme, membre du Conseil). **14 519-14 520**

COMITÉ CENTRAL DES HOUILLÈRES DE FRANCE. — **Codes miniers : Belgique,** par P. PLICHON, de VII-212 p. —**Russie,** de 396 p. Paris, Baudry et Cie, 1895. **14 521-2**

LÖBEL (LÉOPOLD). — **La technique cinématographique.** Projection, fabrication des films. In-8 (25 × 16) de XII-324 p., 332 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1912. **14 523**

Œuvres complètes d'AUGUSTIN CAUCHY, publiées sous les auspices de l'Académie des sciences et de M. le Ministre de l'Instruction publique 1re série, Tome III. Paris, Gauthier-Villars, 1911. **14 524**

HATON DE LA GOUPILLIÈRE. — **Cours d'exploitation des mines.** 3e édition. Tome III. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1911. **14 477**

CHEYSSON (ÉMILE). — **Œuvres choisies.** Tome II. Paris, Arthur Rousseau, 1911. **14 478.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ CENTRAL DES HOUILLÈRES DE FRANCE. — **Codes miniers : États-Unis du Mexique**, de 72 p. — **Espagne**, par A. STÉVENIN, de 141 p. Paris, 55, rue de Châteaudun, 1911.
14 479-14 480

SELTENSPERGER (CH.). — **Dictionnaire d'agriculture et de viticulture**. Fascicule VIII. Paris, J.-B. Baillière et Fils. **14 174**

Ministère de l'Agriculture. DIRECTION DES EAUX ET FORÊTS. Exposition universelle internationale de 1900. — **Notes sur les dunes de Gascogne**, par J. BERT. In-8 (27 × 18) de 314 p., VIII planches, XI photographies. Paris, Imprimerie Nationale, 1900. **14 481**

***

BERTIN (L.). — **Charles Tellier, le père du froid.** Lecture faite le 30 mars 1911, à la Société Industrielle d'Amiens (*ex* Bulletin de la Société Industrielle d'Amiens, 1911, n° 1, de 19 p., 3 fig.). **ex Pér. 82**

BOUCHARD (CH.). — **Pour la sécurité des aviateurs.** In-8 (26 × 17) de 39 p., 19 fig. Paris. G. Steinheil, 1911. **br**

DUBUC (E.). — **Notice hydrologique sur le territoire militaire de Tebessa** (Algérie). In-8 (26 × 16) de 20 p. 6 fig., II planches. Paris, Sevin et Sarrat. **br**

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR LE DÉVELOPPEMENT DES TRAVAUX PUBLICS. — Réunion générale du 20 juin 1911. 36 p. Paris, 19, rue Blanche. **br**

***

Journal and proceedings of the ROYAL SOCIETY OF NEW SOUTH WALES. Vol. XLIV (1910), parts II, III. **Pér. 29**

Transactions of the INSTITUTION OF NAVAL ARCHITECTS. Vol. LIII, 1911, part I. **br. 222**

Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES. Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes de Paris et des Départements tenu à Paris en 1910 (Section des sciences). Paris, Imprimerie Nationale, 1911. **Pér. 26**

Nouvelles archives des missions scientifiques et littéraires. Nouvelle série, fascicules 2 et 3. **Pér. 38**

Bibliographie française de H. LE SOUDIER. 2e série; Tome II; 1905-1909. Paris, H. Le Soudier, 1911. **Pér. 329**

CAISSE DES RECHERCHES SCIENTIFIQUES. — *Rapports scientifiques* sur les travaux entrepris en 1910 au moyen des subventions de la Caisse des recherches scientifiques. **Pér. 292**

PATENT OFFICE OF LONDON. — **Abridgments of specifications**. Period 1905-1908, Class 29, Cooling and ice-making. 34, Drying. 44, Fastenings, lock, latch, bolt, and other. 51, Furnaces and kilns. 65, Hinges, hinge-joints. 68, Hydranlic engineering. 78, Lifting, hauling, and loading. 79, Locomotives and motor vehicles for road and rail. 80, Mechanism and mill gearing. 81, Medicine, surgery, and dentistry. 82, Metals and alloys. 91, Oils. 95, Paints, colours, and varnishes. 101, Printing other than letterpress or lithographie. 102, Pumps and other means for raising. 103, Railway and tramway vehicles. 106, Registering, indicating, measuring and calculating. 108, Road vehicles. 109, Ropes and cords. 110, Rotary engines, pumps. 118, Signalling and indicating by signals. 120, Spinning. 126, Stoves, ranges, and fireplaces. 133, Trunks. portmanteaus. 136, Velocipedes. 138, Washing and cleaning. 142, Weaving and woven fabrics. 143, Weighing-apparatus. 146, Writing-instruments. **Pér. 49**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bulletin scientifique et industriel de la maison Roure-Bertrand fils, de Grasse. 3e série, n° 4, octobre 1911. **Pér. 179**

Conseil supérieur du Travail. — *Session de 1911.* — Le travail de nuit dans la boulangerie. Rapports de MM. Cleuet et L. Soulé. Procès-verbaux et documents. Paris, Imprimerie Nationale, 1911. **Pér. 295**

Société de secours des amis des sciences. — *Compte rendu* du cinquante-quatrième exercice (quarante-huitième séance publique annuelle tenue le 20 mai 1911, au Cercle de la Librairie). **Pér. 151**

Institut Égyptien. — *Bulletin.* 5e série, Tome IV (fascicule II). 1910. **Pér. 32**

Institut Égyptien. — **Livre d'or publié à l'occasion du cinquantenaire de sa fondation : 6 mai 1859-7 mai 1909.** **Pér. 32**

Agenda aide-mémoire agricole pour 1912, publié par M. G. Wery. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1912. **Pér. 133**

Revue du génie militaire. — Table générale alphabétique des matières contenues dans les Tomes XXXI à XL (1906-1910) suivie d'une table par ordre alphabétique des noms d'auteurs des Tomes I à XL (1887-1910). **Pér. 11**

Direction générale des douanes. — *Tableau général du commerce et de la navigation.* Année 1910. 1er volume : Commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères Paris, Imprimerie Nationale, 1911. **Pér. 34**

Bibliographie annuelle des travaux historiques et archéologiques publiés par les Sociétés savantes de la France, 1906-07. Paris, Imprimerie Nationale, 1909. **Pér. 271**

Ministère de l'agriculture. — *Annales. Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles.* Fascicule 38. **Pér. 9**

Bureau of american ethnology. Bulletins 44 et 51. **Pér. 25**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LITTÉRATURE

DES

PERIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Octobre au 15 Novembre 1911

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

Ac. . . . Annales de la Construction.
ACE . . . American Society of civil Engineers
ACP . . . Annales de Chimie et de Physique
ACS . . . American Chemical Society Journal
AIM. . . . American Institute of Mining Engineers.
AM. . . . Annales des Mines.
AMa . . . American Machinist.
Ap. . . . Journal d'Agriculture pratique.
APC . . . Annales des Ponts et Chaussées.
ASM. . . American Society of Mechanical Engineers. Journal.
ATp. . . . Annales des travaux publics de Belgique.
BAC . . . Bulletin de l'association des chimistes de sucrerie.
Bam. . . . Bulletin technologique des anciens élèves des Écoles des arts et métiers.
BCC. . . Bulletin du Congrès international des chemins de fer.
CG . . . . Colliery Guardian.
CN. . . . Chemical News (London).
Cs. . . . . Journal of the Society of Chemical Industry (London).
CR. . . . Comptes rendus de l'Académie des Sciences.
CZ . . . . Chemiker Zeitung.
E. . . . . Engineering.
E' . . . . The Engineer.
Eam. . . . Engineering and Mining Journal.
Elé. . . . L'Électricien.
Ef. . . . . Économiste français.
EM. . . . Engineering Magazine.
Fi . . . . Journal of the Franklin Institute (Philadelphie).
Gc. . . . . Génie civil.
Gm. . . . Revue du génie militaire.
IC. . . . . Ingénieurs civils de France (Bulletin).
Ie. . . . . Industrie électrique.
It. . . . . Industrie textile.
IoB. . . . Institution of Brewing (Journal)
Im . . . . Industrie minérale de St-Étienne.
JCS. . . . Chemical Society, Journal.
JEC. . . . Journal of Industrial and Engineering Chemistry.
JCP. . . . Journal de chimie-physique.
JdP. . . . Journal de Physique.
LE . . . . Lumière électrique.
Ms. . . . . Moniteur scientifique.
MC. . . . Revue générale des matières colorantes.
PC . . . . Journal de Pharmacie et de Chimie.
Pm. . . . Portefeuille économ. des machines.
PM. . . . Philosophical Magazine.
RCp . . . Revue générale de chimie pure et appliquée.
RdM. . . . Revue de métallurgie.
Rgc. . . . Revue générale des chemins de fer et tramways.
Ré . . . . Revue électrique.
Ri . . . . Revue industrielle.
RI . . . . Royal Institution of Great. Britain Proceedings.
RM. . . . Revue de mécanique.
Rmc. . . . Revue maritime et coloniale
Rso. . . . Réforme sociale.
RSL. . . . Royal Society London (Proceedings).
Ru. . . . . Revue universelle des mines et de la métallurgie.
SA. . . . . Society of Arts (Journal of the).
ScF. . . . Société chimique de France (Bull.).
Sie. . . . . Société internationale des Électriciens (Bulletin).
SiM. . . . Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.
SL. . . . . Bull. de statistique et de législation.
SNA. . . . Société nationale d'Agriculture de France (Bulletin).
SuE. . . . Stahl und Eisen.
Ta . . . . Technique automobile.
Tm. . . . . Technique moderne.
Va. . . . . La Vie automobile.
VDI. . . . Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.
ZaC. . . . Zeitschrift für angewandte Chemie.
ZOI. . . . Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieure und Architekten-Vereins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

Barradines (les) (Ringelmann). *Ap.* 19 *Oct.*, 497.

Batteuses. Accidents dus à leur botteleuse. Appareils Jonville. *Ap.* 2 *Nov.*, 561.

Betterave en 1911. *Ap.* 2 *Nov.*, 562, 584. Culture en Allemagne, Autriche et Belgique. *Ap.* 19 *Oct.*, 491.

Bétail. Marché de la Villette et dissémination des maladies contagieuses (Moussu). *Ap.* 19 *Oct.*, 494.

— Élevage en Tarn-et-Caronne. *Ap.* 19 *Oct.*, 500. Élevage et transhumance du bétail de Salers. *Ap.* 16 *Nov.*, 627.

— Tuberculose bovine. *Ap.* 26 *Oct.*, 523.

— Dishley mérinos. *Ap.* 2 *Nov.*, 560.

Bineuse automotrice Bauche. *Ap.* 19 *Oct.*, 498.

Boulangerie. Pétrin mécanique Frigerio. *E.* 27 *Oct.*, 563.

Cidre doux. Fabrication. *Ap.* 9 *Nov.*, 590.

Chêne-liège (le). *Ap.* 17 *Oct.*, 496.

Chicorée. Sa culture et le prix du café. *Ap.* 2 *Nov.*, 552.

Engrais. Phosphates. Solubilité dans le sol. Influence du colmatage (Fraps). *CN.* 20 *Oct.*, 191.

— Proportions d'aliments minéraux dans le sol (Engel). *American journal of Science. Nov.*, 350.

— Analyse physique du sol. Nouvelle méthode (Dumont). *CR.* 6 *Nov.*. 889.

Ensilage des fourrages, racines et pulpes. Emploi des ferments lactiques. *Ap.* 19 *Oct.*, 488.

Exploitation de Vitarelles et de Beguère (Haute-Garonne) (Hitier). *Ap.* 9-16 *Nov.*, 585-623.

Fruits. Production en grande culture. *Ap.* 9 *Nov.*, 589.

Hausse des produits agricoles en France et à l'étranger. *Ef.* 21 *Oct.*, 602.

Irrigations de Nikla, Égypte. *E'.* 17 *Nov.*, 512.

Lait. Hygiène de l'étable et de la traite. *Ap.* 26 *Oct.*, 530.

Maïs. Chlorose expérimentale (Mazé). *CR.* 6 *Nov.*, 902.

Olivier en Russie. *Ap.* 26 *Oct.*, 526. Olives en Picholine. *Ap.* 9 *Nov.* 592.

Olivier. Instructions pratiques pour la bonne extraction de l'huile d'olive. *Ap.* 16 *Nov.*, 622.

— Décrets pour primes et encouragements à sa culture. *Ap.*, 26 *Oct.*, 525.

Orme à petites feuilles. *Ap.* 2 *Nov.*, 555.

Pomme de terre. Maladie verruqueuse. *Ap.* 26 *Oct.*, 522.

Tracteur à pétrole Lefebvre. *Va.* 28 *Oct.*, 681.

CHEMINS DE FER

Chemins de fer argentins. *E.* 27 *Oct.*, 572. Prussiens 1911-1912. *Rgc. Nov.* 339. Belges. (*id.*), 344.

— Arica-La Paz. *E'.* 4 *Nov.*, 452.

— Lotchsberg-Simplon. *E'.* 10 *Nov.*, 477.

— Grand Trunk Pacific. *EM. Nov.*, 161.

— du Brésil (Wiener). *Rgc. Nov.*, 273.

— anglais. La grève. *Rgc. Nov.*, 327.

— Exploitation des. Facteurs du rendement (Morrisson). *EM. Nov.*, 241.

— Métropolitain. Paris. Ligne n° 4. *AC. Nov.*, 161.

Électriques. État prussien. Nord-Sud parisien. *Gc.* 21 *Oct.*, 501.

— Pontedecimo-Busalla. *Elé.* 21-28 *Oct.*, 257-273. 4-11 *Nov.*, 289, 305.

— — les (Scheiel). *ZOI.* 20-27 *Oct.*, 657, 676.

— — Locomotives d'Oerlikon. *LE.* 21 *Oct.*, 67.

Freins continus. Avaries des accouplements. *Rgc. Nov.*, 355.

Locomotives à l'exposition de Turin. *E'.* 20 *Oct.*, 402; 17 *Nov.*, 505.

— à 4 cylindres égaux Flamme. *E.* 4 *Nov.*, 593.

— Compound, 3 cylindres North Eastern Ry. *E.* 4 *Nov.*, 455. Type Adriatic. Etat autrichien. *Ri.* 11 *Nov.*, 441.

— Surchauffe et réchauffage de l'eau d'alimentation. *E.* 20 *Oct.*, 517; 10 *Nov.*, 617.

— Surchauffeur Clifford. *E'.* 20 *Oct.*, 411.

Rails. Usure des. *E.* 10 *Nov.* Graisseur de boudins Elliot. *E.* 10, n° 631.

Signaux. Revision du code des (Trevières). *Gc.* 4 *Nov.*, 9.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Signaux. Annonce des trains aux passages à niveau. (Goupil). *APc. Oct.*, 417.
Voie. Millorat. Chemin de fer du Chan-si. *Gc.* 28 *Oct.*, 531.
Wagons de 20 tonnes avec frein Mestre. *Rgc. Nov.*, 302.

TRANSPORTS DIVERS

Automobiles à l'Olympia. *E'.* 4 10 *Nov.*, 465-626. *E.* 17 *Nov.*, 678.
— à pétrole. Benz. 8-12 ch. *Va.* 18 *Nov.*, 740.
— — Wolseley. *E.* 20 *Oct.*, 527. Sizaire et Naudin 12 ch. *Va.* 4 *Nov.*, 691.
— — Argyll. Moteur de 25 ch. *E.* 3 *Nov.*, 590. *Va.* 4 *Nov.*, 698-715.
— — Crossley 20 ch. *E'.* 4 *Nov.* 465. Arrol Johnston. Sunbeam Vauxhall. Austin. Daimler. Napier Rolls-Royes. *Va.* 4 *Nov.*, 700-713. Darracq. *E.* 10 *Nov.*, 627.
— — Voiturette à 3 roues « Cyclonette ». *Ri.* 21 *Oct.*, 418.
— Compteur kilométrique spédomètre Stewart. *Va.* 28 *Oct.*, 680.
— Manivelle de sûreté Morland. *Bam. Oct.*, 912.
— Freins (les). *Va.* 21 *Ot.*, 657. Freinage sur roues avant (Faroux). *Va.* 4 *Nov.*, 718.
— Pneus. Leur usure. *Ta.* 15 *Nov.*, 173.
— Refroidissement des moteurs. *Va.* 28 *Oct.*, 676.
— Ressorts et amortisseurs de suspension (Leenhard). *Ta.* 15 *Nov.*, 167.
Motocyclette (la) (Sharp). *Va.* 21 *Oct.*, 669. 18 *Nov.*, 750.
Tramways. Chasse-corps Knorr. *Gc.* 4 *Nov.*, 14.

CHIMIE ET PHYSIQUE

Acides Chlorhydrique. Gazéification Rançon. *Bam. Sept.*, 912. Évacuation (Kingsbury. *Metallurgical. Nov.*, 611.
Alcool. Mécanisme de la fermentation alcoolique. Lebedeff. *Cs.* 5 *Nov.*, 953.
Ammoniaque liquide. Emploi dans les réactions chimiques. Recherches sur les alcoolates (Chablay). *CR.* 30 *Oct.*, 849.
Anémomètre Davis. *E.* 20 *Oct.*, 511.
Azote pur. Fabrication industrielle (Claude). *CR.* 24 *Oct.*, 764.
Calorimètre Wright. *CN.* 27 *Oct.*, 201. Roger pour gaz. *RCp. Nov.*, 325.
Caoutchouc. Ses substituts. *ZAC.* 30 *Oct.*, 2198. Vulcanisé, *Cs.* 15 *Nov.*, 1267.
Carburendum et graphite (Acheson). *E.* 17 *Nov.*, 673.
Celluloïd tiré de l'acétyl-cellulose. *CN.* 27 *Oct.*, 203.
Céramique. Briques de Dinas. Causes de leur dilatation (Holmquist). *Cs.* 31 *Oct.*, 1213. Céramique de Copenhague. *Sprechsaal*, 26 *Oct.*, 623.
— Dents en porcelaine. Coloration. *Cs.* 15 *Nov.*, 1253.
Chaux et ciments. Ciment Portland. Influence de l'acide sulfurique. *Le Ciment. Oct.*, 181.
— Fabrication en Allemagne (Schott). (*Id.*) 183.
— Essais de chaux aux chantiers (Girard). *Gm. Oct.*, 323.
— Régression dans la résistance du ciment (O. Hara). *ACE. Oct.*, 1059.
— Spécification des chaux. *Cs.* 15 *Nov.*, 1255.
Chlore, brome et sodium ; détermination des équivalents (Goldbaum). *CN.* 3 *Nov.*, 212.
Complexité moléculaire dans l'état liquide (P. Guye). *JCP.* 28 *Oct.*, 505.
Cristal de roche et ses applications (Tutton). *SA.* 20, 27 *Oct.*, 1076, 1091.
Cryoscopie dans l'hyposulfite de sodium fondu (Boutaric). *CR. 6 No.*, 876.
Cellulose très concentrée de la Compagnie française des applications de la cellulose. *MC.* 1er *Nov.*, 320.
Blanchisserie mécanique Flori. *Gc.* 28 *Oct.*, 530.
Brasserie. Divers. *Cs.* 31 *Oct.*, 1226.
— Influence de l'acidité sur la stabilité des bières (Sconfeldt et Hirt). *Cs. Nov.*, 1274.
Dissolutions solides. Leur nature (Edwards). *E.* 17 *Nov.*, 680.
Eau de seltz. Action sur le métal des siphons (Barrillé). *PC.* 1er *Nov.*, 390.
Essences et parfums. Divers. *Cs.* 31 *Oct.*, 1229 ; 15 *Nov.*, 1277.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Évaporateur à vide Fager. *Cs.* 15 *Nov.*, 1239.

Étain. Maladie de l'—. et l'allotropie. *E.* 4 *Nov.*, 601.

Explosifs. Essai d'Abel. Sa signification pour le coton poudre et la nitroglycérine (Robertson et Saar). *Ms. Nov.*, 724.

— Gaz dégagés par l'explosion des mines (Mann). *Cs.* 15 *Nov.*, 1281.

— Fabrication des matières détonantes (Hagen). *Ms. Nov.*, 734.

— Stabilité des nitrocelluloses. *Ri.* 11 *Nov.*, 443.

— Amorçage des. (Taffanel et Dautriche). *CR.* 30 *Oct.*, 823.

Extraits de viande. Changements dans la composition de leurs constituants nitrogénés (Wright). *Cs.* 31 *Oct.*, 1197.

Gaz d'éclairage. Sous-produits. Progrès récents (Gerbel). *Gc.* 21-28 *Oct.*, 505, 525. Préparation directe de l'ammoniaque *J. F. Gasb.* 26 *Oct.*, 1030.

— Compteur Rotomètre. *Ri.* 21 *Oct.*, 411.

Gaz. Appareils de mesures (Thomas). *Fi. Nov.*, 411.

Grisous. Gaz rares des. (Moureu et Lepape). *CR.* 30 *Oct.*, 847.

Laboratoire. Progrès de la chimie analytique (Dorfurit). *Ms. Nov.*, 756.

— Entonnoir pour filtres Blackman. *CN.* 3 *Nov.*, 211.

— Eudiomètre à explosion. Campbell. *CN.* 17 *Nov.*, 235.

— Filtre continu Dehne. *Cs.* 15 *Nov.*, 1241.

Analyse des ferro-zirconium et ferro-uranium (Trautmann). *Ms. Nov.*, 762, 763.

— Nouvelle méthode d'analyse (J.-J. Thomson). *Revue scientifique*, 4 *Nov.*, 577.

— électrolytique rapide. *Cs.* 15 *Nov.*, 1282.

— des sucres et mélanges sucrés au laboratoire du ministère des finances (Vallier). *RCp.* 5 *Nov.*, 317.

Dosage de l'humidité des charbons (Crisfeld). *Fi. Nov.*, 495.

— des nitrates (L. Wahler). *ZAC.* 27 et 30 *Oct.*, 2046, 2099.

— colorimétrique du vanadium dans les aciers (Mac Cobe). *CN.* 20-27 *Oct.*, 194, 202.

Dosage du silicium dans le vanadium et le molybodène métallique et dans leurs alliages avec le fer (Trautmann). *Ms. Nov.*, 761.

— de l'iode dans les composés organiques et sa séparation des autres halogènes (Seeker et Mathewson). *Ms. Nov.*, 763.

— volumétrique physico-chimique, précipitations suivies par les différences de potentiel. Dosages du cuivre et de l'argent. Des halogénures (Ducroit et von Weise). *JCP.* 28 *Oct.*, 578, 608, 630.

— du méthane dans le gaz à l'eau (Worrell). *Metallurgical. Nov.*, 576.

— du nickel (Ibbotson). *CN.* 10 *Nov.*, 224.

— des nitrates dans l'eau par l'acide phénosulphonique (Johnson). *CN.* 17 *Nov.*, 255.

Lithium. Persulfate de. (Otin). *Cs.* 15 *Nov.*, 1250.

Médicaments organiques chimiques (Damberger). *ScF.* 20 *Nov.*, 990.

Néon. Diffusion au travers du quartz chauffé (Richardson et Ditto). *PM. Nov.*, 704.

Optique. Harmonie des couleurs réalisée par les camaïeux complémentaires (Rosensthiel). *CR.* 16 *Oct.*, 715.

— Propagation de la lumière dans les corps fluorescents (J. Becquerel). *CR.* 13 *Nov.*, 936.

— Séparation des spectres dans les gaz composés (Stead). *Pm. Nov.*, 727.

Ordures ménagères. Destructeur Horsfall aux docks de la Mersey. *E.* 17 *Nov.*, 667.

Oxyde de barium comme réducteur. *Cs.* 21 *Oct.*, 1202.

Photographie. Divers. *Cs.* 31 *Oct.*, 1231.

— Problème général de la reproduction photographique et révélation de traits naturellement invisibles (Lord Rayleigh). *PM. Oct.*, 734.

— Perfectionnement des méthodes de développement des images après fixage et obtention de contretypes par ce développement (Lumière et Segewetz). *RCp.* 22 *Oct.*, 310, 313.

Poids atomique du calcium (Richards et Honigschmid). *CN.* 20 *Oct.*, 190.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Poids atomique des éléments dominants (Hinrichs). *CR.* 30 *Oct.*, 817.
Pétroles. Action des agents catalytiques. *Cs.* 15 *Nov.*, 1242.
Pression intérieure des fluides et détermination du zéro absolu (Amagat). *CR.* 6 *Nov.*, 851.
Points d'ébullition de l'eau (Berkeley et Appleby). *RSL.* 18 *Oct.*, 477.
— de quelques dissolutions aqueuses. (*id.*). 489.
Papiers parcheminés. Essais d'imitations de. comme résistance à la graisse (Schadt). *Cs.* 31 *Oct.*, 1206.
Paraffine. Application du froid à sa préparation. *Ri.* 4 *Nov.*, 433.
— Coloration en surface. *Tm. Nov.*, 644.
Radio-activité aux températures élevées (Carter). *Pm. Nov.*, 805.
Résines et vernis. Divers. *Cs.* 15 *Nov.*, 1266.
Sel marin. Usine de Weston-Point, Cheshire. *E'.* 27 *Oct.*, 424.
Systèmes binaires dont un composant est un corps organique et l'autre un sel minéral (Menschutkin). *JCP.* 28 *Oct.*, 538.
Solutions. Théorie des. (Colson). *CR.* 16 *Oct.*, 719; 30 *Oct.*, 812. État moléculaire (Girard et Henri). *CR.* 13 *Nov.*, 946.
— Solubilité des sels difficilement solubles (M. Prudhomme). *JCP.* 28 *Oct.*, 519.
Sucrerie. Divers. *Cs.* 31 *Oct.*, 1225.
— Pertes indéterminées dans les sucreries (Pellet). *Cs.* 15 *Nov.*, 1273.
Soufre. Composés sulfurés, volatilité (Delépine). *CR.* 16 *Oct.*, 725.
Tannage. Extraits de tannins des celluloses au sulfite (Eitner). *Cs.* 15 *Nov.*, 1269.
— Examen microscopique (Grasser). *Cs.* 31 *Oct.*, 1225.
— Fabrication (Meunier). *Tm. Nov.*, 625.
Teinture. Divers. *Cs.* 31 *Oct.*, 1207; 15 *Nov.*, 1245, 1249.
— Article crépon noir sur tissu de coton (Mueller). *ScM. Août*, 203.
— Évaluation des matières colorantes artificielles (Sansone). *MC.* 1er *Nov.*, 305.
— Article réserve grasse sur soie avec suppression du toluène ou de la benzine (J. Depierre). *ScM. Août*, 205.
Teinture. Blanchiment, teinture et impression à l'exposition de Roubaix (Duhem). *MC.* 1er *Nov.*, 309.
— Blanchiment des tissus de coton (Beltzer). *It. Nov.*, 429.
— Teinture des bois. Applications des réactions colloïdales (Keghel). *RCp.* 5 *Nov.*, 329.
— Couleurs nouvelles. *MC.* 1er *Nov.*, 315.
— Impression des colorants sulfurés. Méthode nouvelle (C. Favre). *SeM. Août*, 207.
— Teinture de nuance non uniforme Clément-Marot. *Mc.* 1er *Nov.*, 321.
— Impression sur étoffes. Krokert (*id.*), 325.
— Teinture et lavage de la laine en cuve. Merrera (*id.*), 323.
Terpènes et camphres. Progrès de leur chimie (J.-S. Hepburn). *Ms. Nov.*, 705.
Thermo-couple Darting. *E'.* 27 *Oct.*, 432.
Tube de Pitot avec grandes et faibles vitesses d'air (Kneeland). *ASM. Nov.*, 1407.
Titane. Composés de. *Cs.* 15 *Nov.*, 1261.
Volume moléculaire et points d'ébullition des composés organiques (Le Bas). *CN.* 20-27 *Oct.*, 187, 199.
Verre. Fabrication des grandes pièces creuses (Granger). *Tm. Nov.*, 597.
Xénon. Dosage spectrophotométrique. Constante des rapports xénon-argon et xénon-crypton dans les mélanges gazeux naturels (Moureu et Lepape). *CR.* 16 *Oct.*, 740.
Ytrium. Fractionnement des terres d'. par les succinates (Benner). *CN.* 27 *Oct.*, 203.

COMMERCE, ÉCONOMIE POLITIQUE

Allemagne. Budget de l'Empire et des États particuliers. 1901-1910. *SL. Sept.*, 356-358.
— Commerce extérieur, 1er semestre, 1911. *SL. Sept.*, 360.
— Charges de l'industrie. *Ef.* 28 *Oct.*, 635.
— Œuvres de préservation morale et de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

formation sociale en Prusse (Collard). *Rso.* 1er-16 *Nov.*, 497, 577.

Allemagne. Industrie mécanique. *E'.* 17 *Nov.*, 519.

Angleterre. Banques en 1910. *SL. Sept.*, 363.

— Commerce extérieur. 1er semestre, 1901 (*id.*). 368.

— Conciliation et arbitrage des chemins de fer. *E.* 27 *Oct.*, 567.

— Assurances ouvrières. *E.* 4 *Nov.*, 599.

— La « Society of Arts » de Londres (Trueman Wood). *SA.* 3 *Nov.*, 2108.

Chine. Situation actuelle. *Ef.* 11 *Nov.*, 711.

Enseignement professionnel en Allemagne et aux États-Unis. *Ef.* 21 *Oct.*, 595.

— La culture classique (H. Le Chatelier). *Revue scientifique.* 21 *Oct.*, 513.

— Enseignement ménager des adolescents (Beaufreton). *RSo.* 16 *Nov.*, 561.

Étain. Production, consommation et prix. *Ef.* 11 *Nov.*, 713.

États-Unis. Production et consommation du coton. *Ef.* 4 *Nov.*, 674.

France. Port des fardeaux dans le commerce et l'industrie. *Ri.* 21 *Oct.*, 412.

— Budget de 1912. *SL. Sept.*, 260.

— Foyer de la jeune fille à Nancy. *RSo.* 1er *Nov.*, 508.

— Projets gouvernementaux et municipalisme industriel. *Ef.* 4 *Nov.*, 669.

— Remontrances de la Cour des comptes sur les irrégularités de la comptabilité publique. *Ef.* 4 *Nov.*, 671.

— Repos hebdomadaire dans la pratique. *Ef.* 4 *Nov.*, 676.

— Conventions franco-allemandes. Maroc et Congo. *Ef.* 11 *Nov.*, 705, 714, 741.

— Essor de l'Afrique occidentale. *Ef.* 18 *Nov.*, 745.

— Caisses d'épargne et retraites ouvrières. *Ef.* 18 *Nov.*, 743.

Italie. Budget 1911-1912. *SL. Sept.*, 374.

Renchérissement de la vie depuis le milieu du XIXe siècle. *Ef.* 21-28 *Oct.*, 593, 633.

— Influence de la production de l'or. *Ef.* 18 *Nov.*, 747.

Suisse. Monopole de l'alcool en 1910. *SL. Sept.*, 381.

Union postale universelle. Résultats en 1909. *SL. Sept.*, 354.

CONSTRUCTIONS TRAVAUX PUBLICS

Barrages de San Diego. *ACE. Oct.*, 1123. Réservoirs barrages à effets multiples (Dumas). *APC. Oct.*, 356.

— Catastrophe d'Austin) *VDI.* 21 *Oct.*, 1773. *Gc.* 28 *Oct.*, 521.

Béton. Résistance. Détermination par la méthode Emperger. *Le Ciment. Oct.*, 187.

Chauffage et ventilation. Chauffage par stations centrales. *Ri.* 21 *Nov.*, 417. 4 *Nov.*, 436.

— au gaz, par circulation d'eau chaude. Ramassol. *Ri.* 18 *Nov.*, 457.

— Poêle calorifère Poulin. *Gc.* 4 *Nov.*, 14.

Ciment armé. Instructions britanniques pour les constructions en. *Le Ciment. Oct.*, 193.

— Emploi dans les travaux de chemins de fer. *E'.* 27 *Oct.*, 421. 4 *Nov.*, 450.

— Applications électrotechniques. *Re.* 18 *Nov.*, 403.

— Armatures diverses. *Ac. Nov.*, 173.

Drague pour le canal de Kiel. *VDI.* 18 *Nov.*, 1823.

Immeubles à bon marché de Paris. *Gc.* 18 *Nov.*, 41.

Murs de soutènement. Calcul (Moreau). *Ac. Nov.*, 165.

Pieux. Résistance des (Benabenq). *APC. Oct.*, 263. Pieux armés Frankignont. *Ri.* 18 *Nov.*, 449.

Planchette topographique Montréolo. *Ru. Août.*, 136.

Ponts sur la Towy, à Carmarthein. *E'.* 4 *Nov.*, 459.

— sur le Weser, à Brême. *VDI.* 11 *Nov.*, 1873.

— Viaduc en béton armé de l'Eguille (Alexandre). *APC. Oct.*, 375.

Tampon en bois armé. *Ri.* 11 *Nov.*, 446.

Théâtres. Aménagement. Zeh. *Gc.* 4 *Nov.*, 13.

Tunnels de l'Hudson. *Gc.* 21-28 *Oct.*, 508, 526.

— Application de l'air comprimé (Villetard) *Tm. Nov.*, 622.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉLECTRICITÉ

Accumulateurs au plomb et alcalins. *Ri.* 21 *Oct.*, 410.

— stationnaires et transportables. *LE.* 11 *Nov.*, 173.

Bobine d'induction (la). (Taylor Jones). *Pm. Nov.*, 706.

— Interrupteur constitué par l'arc primaire (Guillet). *CR.* 6 *Nov.*, 866.

Conductibilité des alliages (Guerther). *E.* 20 *Oct.*, 545.

— des flammes et rayonnement corpusculaire (Moreau). *ACP. Nov.*, 289.

Décharges électriques dans les gaz et les vapeurs. Effets spectraux (Millochau). *CR.* 30 *Oct.*, 808.

Distributions. Tivoli-Rome et Subiaco-Rome. *LE.* 14 *Oct.*, 35.

— Protection des lignes (Creighton). *LE.* 21 *Oct.*, 78. *Tm. Nov.*, 610.

— Limiteurs de courant pour tarif à forfait. Meyer. *Re.* 27 *Oct.*, 365.

— Poteaux en ciment armé. *E'.* 27 *Oct.*, 442.

— dans les régions houillères d'Angleterre et d'Allemagne (Leprince-Ringuet). *Tm. Oct.*, 245.

Dynamos. Turbo-dynamo de Laval de 750 kilowatts à engrenages. *E.* 20 *Oct.*, 524; de 3 000 kw. Oerlikon (*Id.*). 530. Alternateur à inducteur cylindrique et ses caractéristiques (Smith). *Re.* 27 *Oct.*, 353.

— Isolement des sections des machines à haute tension (Perlewizt). *LE.* 4 *Nov.*, 143.

— Échauffement et ventilation des dynamos et des salles de machines (Kyser). *E.* 4 *Nov.*, 145.

— Action chimique dans les enroulements des dynamos à haute tension (Fleming et Johnson). *Re.* 10 *Nov.*, 399.

— à l'exposition de Bruxelles (Kubler). *VDI.* 11 *Nov.*, 1885.

Moteurs à courant continu. Mise en train automatique (Henry). *Ie.* 25 *Oct.*, 477. Réglage de la vitesse. Siemens et Halske. *LE.* 4 *Nov.*, 152.

— — Contrôle automatique Thomson-Houston. *E'.* 17 *Nov.*, 509.

Éclairage. Tubes à néon. Volatilisation des électrodes (Claude). *CR.* 16 *Oct.*, 713.

— *Arc.* Durée des électrodes. *Ri.* 21 *Oct.*, 409.

— Électrodes à oxydes métalliques (Escard). *Re.* 27 *Oct.*, 370.

— Fabrication des crayons. *Tm. Nov.*, 636.

— *Incandescence* pour courant alternatif de basse fréquence. *Re.* 27 *Oct.*, 374.

— Lampes à filaments métalliques (Vallet). *Elé.* 11-18 *Nov.*, 309, 321.

Électro-chimie du chlorate. Influence de la concentration du courant (Foester et Muller). *Re.* 27 *Oct.*, 375.

— Récupération de l'étain des déchets de fer-blanc. *Re.* 27 *Oct.*, 380.

— Electrolyseur Hougardy pour le raffinage rapide du cuivre. *Re.* 27 *Oct.*, 381.

— Raffinage électrolytique à la Monnaie de San-Francisco (Durbam). *AIM. Oct.*, 811.

— Ionisation positive des sels chauds (Richardson). *PM. Nov.*, 669.

— Mobilité des ions positifs dans les flammes (Lusby) et de ceux produits par le phosphate d'aluminium chauffé dans des gaz à basse pression (Todd). *PM. Nov.*, 775-791.

— Électrolyses du chlorure de sodium avec électrode en mercure (Peters). *American Journal of Sciences. Nov.*, 365, 386.

— Raffinage électrochimique de l'argent (Durham). *Eam.* 4 *Nov.*, 901.

Isolateurs des stations aériennes. Fixation Mahaut. *Re.* 27 *Oct.*, 361.

Mesures. Couples électriques des électromètres (Villey). *CR.* 23 *Oct.*, 767.

— Théorie du pont de Wheatstone (Banneux). *Ru. Aout.*, 117.

— des résistances. *Re.* 10 *Nov.*, 422.

— en courant alternatif. Inductances, fréquence. *Re.* 10 *Nov.*, 426; de haute fréquence. *id.* 430.

— Appareil universel Nadir. *Re.* 10 *Nov.*, 432.

Métaux alcalins. Rhodium et iridium. Propriétés électriques (Broniewski et Hackspill). *CR.* 30 *Oct.*, 814.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Redresseur de courant alternatif Soulier. *Re.* 27 *Oct.*, 355.

Stations centrales. Station hydro-électrique d'Alt-Oels. *Ri.* 28 *Oct.*, 424.

— Services auxiliaires des stations centrales à vapeur. *Re.* 27 *Oct.*, 356.

— Statistique de France et ses colonies, fin 1911. *Ie.* 10 *Nov.*

— de la Compagnie parisienne d'électricité. *Tm. Nov.*, 608.

Télégraphie sans fil. Mesures d'orientation en ondes hertziennes (Blondel). *LE.* 4 *Nov.*, 131.

Téléphonie. Utilisation du pont de Wheatstone dans les transmissions de (Sabatier). *LE.* 11 *Nov.*, 163.

Transformation de la fréquence. Problème de la (Bunet). *Ie.* 25 *Oct.*, 482.

— Pertes dans les transformations (Stone et Atkenson). *LE.* 21 *Oct.*, 75.

— Économiseur automatique Berry pour postes de transformateurs. *Re.* 27 *Oct.*, 368.

HYDRAULIQUE

Barrage automatique. *Gc.* 18 *Nov.*, 54.

Conduites d'eau en acier de Coolgardie. Corrosion. *E.* 21 *Oct.*, 444.

— cylindriques. Écoulement de l'eau. (Reeve). *ACE. Oct.*, 1113.

Distributions d'eau. Londres. Réservoir de Barn. *E.* 20 *Nov.*, 637.

Filtration mécanique. Ruberi-Owen. *E'.* 10 *Nov.*, 495.

Pompes à gaz Humphrey : Théorie et fonctionnement (Lorenz). *VDI.* 4 *Nov.*, 1852.

— à vapeur directe. Davy et Horne. *E'.* 17 *Nov.*, 524.

— Clapets Read. *E'.* 20 *Oct.*, 410.

Pont de la rivière Sainte-Croix (Turner). *ACE. Oct.*, 1107.

Tuyaux en bois. Écoulement de l'eau dans les (Moritz). *ACE. Oct.*, 1065.

MARINE, NAVIGATION

Commande à distance des bateaux automobiles. *Cosmos.* 4 *Nov.*, 510.

Compas gyroscopique, théorie (Lemaire). *Rmc. Sept.*, 600.

Grands lacs américains. Leur trafic (Bonnin). *La Nature*, 28 *Oct.*, 339.

Hélice. Travail en fonction de la force vive (Legrand). *Ru. Août*, 164.

Machines marines au pétrole. *E'.* 28 *Oct.*, 436.

— Progrès des (Hall Brown). *E'.* 28 *Oct.*, 441. 4 *Nov.*, 460.

Marines de guerre. Française. Cuirassés Jean-Bart et Courbet. *E'.* 20 *Oct.*, 412. Explosion du cuirassé « Liberté ». *La Nature.* 21 *Oct.*, 330. *E.* 4 *Nov.*, 600. (Meunier). *Gc.* 18 *Nov.*, 45.

— anglaise. Croiseur australien. *E.* 27 *Oct.*, 570.

— Sous-marins. Holland. *E.* 17 *Nov.*, 655, 673. Dock de sauvetage des chantiers de la Loire. *E'.* 4 *Nov.*, 455.

Paquebot à turbines Newhaven. *E.* 10 *Nov.*, 642. « Riviera » pour le Pas de Calais. *E'.* 17 *Nov.*, 520.

Port du Havre en 1910. *Ef.* 28 *Oct.*, 639.

Propulseurs à jets. *E.* 27 *Oct.*, 569. 4 *Nov.*, 596.

Résistance résiduaire et formes des navires (White). *E.* 4 *Nov.*, 611.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Accidents aux machines motrices (Longridge). *E.* 20 *Oct.*, 533.

— Appareils de sécurité. *VDI.* 28 *Oct.*, 4-11 *Nov.*, 1789, 1833, 1880.

Aéronautique. Essais de l'Institut de Göttingue. *E.* 20 *Oct.*, 548.

— Congrès international à Turin. *Gc.* 18 *Nov.*, 52.

— Fabrication électrolytique de l'hydrogène Oerlikon. *E.* 4 *Nov.*, 583.

— Hélices. Expériences (Scheidt). *VDI.* 4 *Nov.*, 1840.

— Gazéificateur pour moteurs d'explosion. *Ri.* 4 *Nov.*, 433.

— *Aéroplanes*. Action des empennages horizontaux (de Bothezat). *RM. Oct.*, 305.

— *Dirigeables*. Hangar à dirigeables militaires de Belfort. *Gc.* 4 *Nov.*, 1.

Air comprimé trompe Taylor. *E'.* 10 *Nov.*, 482. Compresseurs centrifuges (Lemale). *Tm. Nov.*, 600.

Bascule dosimétrique Avery. *E.* 10 *Nov.*, 652.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Broyeur Drion. *Pm. Nov.*, 173.
Chaudières. Accidents en 1909. *APc. Oct.*, 491.
— à tubes d'eau Strickland. *E'.* 20 *Oct.*, 410. Stirling de 2300 ch. Essais (Jacobus). *ASM. Nov.*, 1439.
— Fatigue sous pressions statiques (Howard). *ASM. Nov.*, 1365.
— Compteurs de vapeur Gehre Parenty. Storer Sargent. Lindmark. *Ri.* 4 *Nov.*, 429.
— Manomètre absolu. *E'.* 17 *Nov.*, 522.
— Emulseur Bourdet. *Ri.* 28 *Oct.*, 421.
— Explosion par coup d'eau. *E.* 4 *Nov.*, 614.
— Fonds des chaudières type du Lancashire (Crosland). *E.* 17 *Nov.*, 685.
— Foyers au gaz naturel. *VDI.* 28 *Oct.*, 1807.
— — au charbon pulvérisé Worth. *Tm. Nov.*, 640. Au naphte Akman (*id*), 641.
— Tirage rationnel (Izart). *Tm. Nov.*, 604.
Courroies en acier (Selberberg). *VDI.* 21 *Oct.*, 1768.
Dynamomètres. Torsiomètre Denny-Edgecombe. *E'.* 21 *Oct.*, 399. Johnson. *E.* 4 *Nov.*, 605.
Graissage des machines à vapeur à carter Burenac. *Bam. Sept.*, 921.
— au graphite. *Ri.* 11 *Nov.*, 443.
Horlogerie. Erreurs des horloges à pendules (Mallok). *RSL.* 18 *Oct.*, 505.
Levage. Ascenseur électrique Etchells. *E.* 20 *Oct.*, 536. Américains. *Ie.* 25 *Oct.*, 485.
— Convoyeur de mottes à la fonderie de Mammouth. *Eam.* 11 *Nov.*, 932.
— Cableway Otto Bleichert. Mines de fer d'Orconera, Espagne. *E.* 27 *Oct.*, 553.
— — (les) (Thiery et Cretin). *RM. Oct.*, 314-352.
— — Calcul des tables. *Eam.* 4 *Nov.*, 833.
— Grues. Spécifications. *E.* 20 *Oct.*, 517.
— — Derrick à rotation totale. Perral. *Pm. Nov.*, 161.
— Manivelle de sûreté Morland. *Bam. Oct.*, 912.
— Transbordeurs pour navires (Giraud). *Gc.* 4-11 *Nov.*, 4, 29.
Machines-outils. Ateliers. Appareils de sécurité (Schlesinger). *VDI.* 28 *Oct.*, 4 *Nov.*, 1789, 1833. Lunettes d'atelier (Schlesinger). *VDI.* 25 *Oct.*, 1789.
Machines-outils. Foreuse taraudeuse à 3 broches Newton. *Ri.* 18 *Nov.*, 453.
— Outils. Vitesse de coupe et puissance. *Ri.* 27 *Oct.*, 421. Fonctionnement des (D. Smith). *E'.* 4 *Nov.*, 471.
— Soudure électrique (Loewenhertz). *VDI*, 21 *Oct.*, 1763. *Ri.* 21 *Oct.*, 413.
— Tour pour essayer les outils et les forets. Armstrong. *E'.* 10 *Nov.*, 498.
Moteurs à gaz à 2 temps (Wells). *E.* 4 *Nov.*, 585.
— Brun alterno-rotatif reversible. *Ta.* 15 *Nov.*, 161.
— modernes (Streeter). *EM. Nov.*, 185.
— Diagrammes de. *E'.* 20 *Oct.*, 413. 4-10 *Nov.*, 469, 623.
— Laminage dans la distribution (Gueret). *Ta.* 15 *Nov.*, 163.
— Turbines (Langer). *SuE.* 19 *Oct.*, 1701.
Moteurs à pétrole. De La Vergne de 85 chevaux. Essais (Towe). *ASM. Nov.*, 1351.
— Diesel. 1000 chevaux. Fiat. *Industria.* 29 *Oct.*, 690. De Deutz. *Gc.* 28 *Oct.* 529. Du « Vulcanus » normand. Carels et Schneider. Sulzer. *RM. Oct.*, 381-385.
— Blakstone Schiemann. Sabathé Willans et Robinson. *RM. Oct.*, 385.
— Mises en train Daimler. Sulzer. Remington. *RM. Oct.*, 392.
— Carburateurs Barley, Belleville, Bollée, Carter. Claudel. Every Folberth Daimler. Davis. *RM. Oct.*, 394.
Moteurs à vapeur. Van den Kerkove et à uni-courant. *VDI.* 21 *Oct.*, 1758.
— de filatures. *E'.* 4 *Nov.*, 465.
— Lentz. *ZOI.* 10 *Nov.*, 705.
— Condenseurs. Séparation électrolytique de l'huile. *Ri.* 4 *Nov.*, 431.
— — Maurice Leblanc. Day et Dexter Rees, Thysen et Pfeiderer. *RM. Oct.*, 362-371.
Turbines (les). *E.* 27 *Oct.*, 551. 17 *Nov.*, 660. A étages de vitesses et de pressions. Comparaison (Karrer). *Gc.* 4 *Nov.*, 7.
— Réglage Sulzer. *VDI.* 28 *Oct.* 4 *Nov.*, 1794, 1847. Willans. *E'.* 27 *Oct.*, 430. VDG. *RM. Oct.*, 370.
— marines AEG. Brown, Boveri, Bergmann, *Rm. Oct.*, 372. Réducteur de vitesse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Westinghouse de 4 000 chevaux. *E.* 17 *Nov.*, 663. *E'* 17 *Nov.*, 518.

Poulies. Cônes de (Tliffe). *E'.* 4 *Nov.*, 465.

Réducteur Glaenzer. *Va.* 4 *Nov.*, 695.

Ressorts à boudins en groupes.

Résistance des matériaux (la) (Unwin). *E.* 10 *Nov.*, 635, 643.

— Zinc. Action de la chaleur sur sa ductilité (Hames). *RSL.* 18 *Oct.*, 526.

— Fatigue à l'écrasement (Karman). *VDI.* 21 *Oct.*, 1749 (Robin). *Im. Oct.*, 411.

— Endurance des métaux (Eden, Rose et Cunningham). *E.* 27 *Oct.*, 556, 575; 4 *Nov.*, 612.

— Fers à T et en U (Martens). *VDI.* 28 *Oct.*, 1811.

— Tension et torsion. Rapports de. (Houstoun). *Pm. Nov.*, 740.

— Tôles plates (Bryson). *Ri.* 4 *Nov.*, 435.

— Fontes. Essais des : théorie. *SuE.* 2 *Nov.*, 1785.

Roulements à billes Skefko. *E.* 4 *Nov.*, 590.

Serrure Chubb sans ressort. *E'.* 20 *Oct.*, 415.

Textiles. Humidification de l'air dans les filatures (Luhr). *It.* 15 *Nov.*, 427.

MÉTALLURGIE

Alliages. Cuivre-Étain. Changements de volume (Haughton et Turner). *E.* 3-10 *Nov.*, 609, 647.

— Aluminium-cobalt légers (Schermeister). *Métallurgie.* 22 *Oct.*, 650.

— binaires (Bornemann). *Métallurgie.* 8 *Nov.*, 676.

Aluminium. Électrométallurgie à Vigeland, Norvège. *E'.* 20 *Oct.*, 396.

Minerais sulfurés. Traitement par l'acide nitrique. Procédé Rankin. *Metallurgical. Nov.*, 571.

Plomb. Coupellation. *Eam.* 14 *Oct.*, 757.

Sidérurgie en Italie. *E'.* 20 *Oct.*, 395.

Aciers. Transformations dans les limites des températures usitées dans leurs traitements thermiques (Grenet). *E.* 20 *Oct.*, 541.

— Cémentation par l'oxyde de carbone et le carbone (Giolitti). *Metallurgical. Nov.*, 588. *E.* 10 *Nov.*, 649.

Laminage (Le) (Herrmann). *SuE.* 19 *Oct.*, 1706.

— à l'Illinois Steel Co. *SuE.* 19 *Oct.* 1711.

Laminage à Gary. *SuE.* 9 *Nov.*, 1839.

— Duo réversible à 800 × 1m,90 de table.

— Puissance des moteurs (Garcuel). *Bam. Oct.*, 916.

Fonderie. Installation et machinerie (Horner). *E.* 20 *Oct.*, 519; 4 *Nov.*, 621.

— Changement automatique des tuyères Neufany et Bestenbostel. *Gc.* 21 *Oct.*, 515.

— Tuyaux. Moulage continu à Coshoeton. *Gc.* 18 *Nov.*, 49.

Trempe. Fours de (Bragshaw). *EM. Nov.*, 233.

Électrosidérurgie (Mac Cabe). *CN.* 20 *Oct.*, 190.

— Four Nathusius. *Ri.* 28 *Oct.*, 423. Gronwall. *Metallurgical. Nov.*, 573. Paragon. (*id.*) 595.

— Réduction probable de la puissance (Heering). *Metallurgical. Nov.*, 591.

Zinc. Grillage de la blende (Schutz). *Métallurgie.* 22 *Oct.*, 635.

MINES

Aérage. Action pathogénique de l'atmosphère des mines (Chanu). *Fi. Nov.*, 461.

Bains douches pour les ouvriers mineurs en Belgique (Kuss). *Im. Oct.*, 349.

Bulgarie. Législation minière (Aguillon). *Im. Oct.*, 337.

Belgique. Industrie minérale en 1909. *AM. Oct.*, 357.

Dépôts de minerais. Genèse des. (Soper). *Eam.* 4 *Nov.*, 897.

Étain et or en Bolivie (Armas). *AM. Sept.*, 149.

Extraction. Machine Corliss. de 5 500 ch. de la Sandycroft Foundry. *E.* 27 *Oct.*, 560.

— Machine électrique aux mines de Liévin. *Re.* 10 *Nov.*, 409.

— Machines électriques et à vapeur *Gluckampf.* 21 *Oct.*, 1629 et 1675, 1709, 1711.

Fer. Mines de Cheever, Port Henry. N. Y. *Eam.* 21 *Oct.*, 809.

— Mines du monde (S. Brown). *EM. Nov.*, 212.

Fonçage par congélation en Campine (Bregre). *Tm. Nov.*, 614.

Grèce. Mines de (Georgiadis). *Gc.* 21 *Oct.*, 512.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Gisements. Genèse des (Super). *Eam.* 11 *Nov.*, 947.
Houillères. Ankiostomiase dans les mines de Belgique. *Tm. Oct.*
— Préparation de l'anthracite (Sterling). *AIM. Oct.*, 749.
— Distribution de l'énergie dans les régions houillères d'Angleterre et d'Allemagne (Leprince-Ringuet). *AM. Oct.*, 245.
Katanga, Congo. Richesse minérale. *E.* 27 *Oct.*, 570.
Or. Mine de Brakpan, Transvaal. *Eam.* 14 *Oct.*, 783.
— de l'Oriental Consolidated, Corée. *Eam.* 11 *Nov.*, 889.
Or. Mine de Huntington, Nicaragua (Semple). *AIM. Oct.*, 799.
— Placers en Bolivie. *Eam.* 28 *Oct.*, 855.
Préparation mécanique à Tonopah. *Eam.* 14-28 *Oct.*, 761, 836.
— Classeur Hyetman. *Eam.* 21 *Oct.*, 788.
— Mac Kesson, à sec. *Metallurgical. Nov.*, 577.
— Bocards avec moteurs à pétrole (Seager). *Eam.*, 28 *Oct.*, 851.
— Broyeurs à tubes. *Metallurgical. Nov.* 605.
— Filtration des slimes. *Eam.* 4 *Nov.*, 885.
Sondages exacts. Nouveaux dispositifs pour. *Ru. Août*, 194.

Le Gérant : Gustave Richard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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

NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR **M. Émile Cheysson**, *président du Comité du Commerce*, par **M. E. Gruner** (1)

MESSIEURS,

Notre Société ne pouvait laisser disparaître Cheysson sans lui rendre un suprême hommage. Votre Comité du Commerce m'a fait l'honneur de me charger de ce pieux devoir. Je l'ai accepté d'autant plus volontiers qu'il m'était aussi donné de rappeler les services de celui qui fut mon maître et mon ami.

Jusqu'au terme fatal, la tombe,
Résolument tu dois marcher...

Marche en fécondant ton chemin
Marche aujourd'hui, marche demain,
Marche en semeur, marche en apôtre.

(1) Émile Cheysson : Né à Nîmes le 18 mai 1836; Élève à l'École polytechnique (1854-1856); Élève à l'École des Ponts et Chaussées (1856-1859); Ingénieur des Ponts et Chaussées à Reims (1859-1864); Ingénieur, puis Directeur du service des machines à l'Exposition de 1867 (1864-1870); Professeur à l'École des Ponts et Chaussées (1868-1871); Chef du service de la Meunerie pendant le siège de Paris (1870-1871); Directeur du Creusot (1871-1874); Ingénieur des Ponts, chargé de la navigation de la Seine à Vernon (1874-1876); Ingénieur des Ponts, chargé de la navigation de la Seine à Paris (1876-1877); Ingénieur en chef des Ponts, Directeur des Cartes et Plans au ministère des Travaux publics (1877-1884); Président de la Société de Statistique (1881); Professeur d'économie industrielle à l'École des Mines (1885-1906); Professeur à l'École des Sciences politiques (1887-1910); Inspecteur général des Ponts et Chaussées; Commandeur de la Légion d'honneur; Membre de l'Académie des Sciences morales et politiques (1901).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette règle, qu'il exprimait en strophes si vibrantes presque au début de sa carrière, Cheysson lui est resté invariablement fidèle jusqu'à son dernier jour.

Marcher en semeur,
Marcher en apôtre,

Ce fut toute la vie de cet homme de bien, que notre Société s'honore d'avoir possédé pendant vingt-huit ans dans son Conseil.

S'il eut, malgré de cruelles épreuves et de fréquentes déceptions, la force de ne jamais s'arrêter mais de toujours lutter, c'est qu'il avait donné à sa vie ce noble programme :

Sans peur de plaire ou de déplaire,
En mettant là-Haut son espoir,
Avoir la passion de faire
Toujours et partout son devoir.

« Faire son devoir » ne consistait pas pour lui à suivre paisiblement le sillon d'une carrière que lui avaient ouverte de brillants succès universitaires et d'École.

« Faire son devoir », c'était pour lui tenir haut et ferme le drapeau, sans se préoccuper des difficultés que rencontre tout précurseur.

Jeune ingénieur des Ponts, il réalisa ce tour de force de livrer à la circulation un chemin de fer de 30 kilomètres deux mois et demi après le décret de concession, à une époque, déjà lointaine, où n'existait aucun de ces puissants engins qui depuis ont permis de remuer en quelques heures des masses de terres, mais où déjà il fallait savoir tirer parti d'ouvriers agités par des meneurs irresponsables.

Entre tant d'industries diverses dont il avait pénétré les secrets, — alors qu'il était dans l'année 1867 l'ingénieur chargé de l'installation de la Galerie des Machines, — il en était une qu'un esprit moins curieux eût sans doute négligée, et pourtant c'est cette industrie de la Meunerie, que Cheysson fut heureux d'avoir étudiée, quand il fut, par le gouvernement de la Défense Nationale, chargé d'installer les moulins qui firent vivre Paris pendant les longs mois du siège.

Monter meules et blutoirs au milieu d'usines les plus dissemblables, approprier les moteurs les plus divers à la mise en marche de ces moulins, assurer chaque jour, plusieurs semaines encore après la capitulation,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'approvisionnement en combustible de chaudières de tous les types; recevoir des grains de nature sans cesse différente et aussitôt modifier les dispositifs de l'installation de façon à livrer, sans retard aucun, ces sacs de farine qui faisaient vivre défenseurs et assiégés, telle fut l'œuvre de Cheysson.

Il n'avait point encore achevé la liquidation de cette vaste entreprise que M. Schneider l'emmenait au Creusot et le chargeait de réorganiser ces vastes établissements que la guerre avait surpris en pleine crise sociale, profondément agités par les meneurs de l'Internationale.

Au bout de trois ans, la mort subite d'Eugène Schneider mit fin à cette période d'intense activité, que Cheysson aimait à rappeler. Pendant quelque temps, il semblait que l'expérience acquise au contact de deux maîtres, Le Play et Eugène Schneider, resterait désormais sans emploi.

Mais il n'est pas de poste, quelque modeste qu'il soit, où un ingénieur de la valeur de Cheysson ne puisse trouver occasion de faire valoir son mérite : il améliore, dans son service restreint, les conditions de navigabilité de la Seine et en même temps étudie les moyens d'obtenir le tirant d'eau de $3^{m},20$ sur tout le parcours Rouen-Paris.

Avant même que les études définitives aient pu être achevées, il est appelé à Paris et, peu de mois après, il est chargé au ministère des Travaux publics de la direction des Cartes et Plans (1877-1884).

C'est à cette époque qu'il entre au Conseil de notre Société et, aussitôt, nos séances bénéficient de son active collaboration.

Un jour il s'adresse aux agriculteurs et leur fait connaître le rôle du sulfure de carbone pour atténuer les dégâts du phylloxera et, quelques jours après, il entretient nos collègues de divers procédés de photozincographie.

La création de l'Album de statistique graphique du ministère des Travaux publics le passionne et il en fait de suite une œuvre magistrale, que des préoccupations budgétaires ont arrêtée dans son développement et malheureusement fait disparaître.

Au contact de Le Play, les préoccupations sociales avaient envahi de bonne heure le cœur de Cheysson :

> Il faut faire la guerre à tout ce qui divise,
> Dompter la haine, avoir la paix pour devise,
> Combler d'amour l'abîme et rapprocher les cœurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces pensées qu'exprime si bien Cheysson, il leur consacre désormais le meilleur de sa vie, et pendant plus d'un quart de siècle il n'y a point d'œuvre qui fasse en vain appel à son active collaboration.

Professeur à l'École des Sciences politiques, membre et plusieurs fois président de la Société d'Économie sociale, promoteur du premier des Congrès des Accidents du travail et l'un des inspirateurs des lois sociales, qu'il eût voulu réalisées dans des vues plus larges et moins étroitement politiques, Cheysson fut sans cesse sur la brèche.

Sa parole élégante et précise charmait les auditoires partout où le hasard des Congrès l'amenait à intervenir pour faire triompher ses généreuses visées. Jamais il ne se contentait d'un succès de tribune, et chaque fois il s'efforçait, par un ordre du jour net et précis, de cristalliser l'idée qu'il avait développée ou d'extraire l'idée juste que peut contenir un projet plus ou moins utopiste qu'un autre a exposé.

Alors que l'été apportait à d'autres repos et détente, pour Cheysson c'était la période de l'apostolat, c'était bien pour lui que :

L'existence est sans charmes
Quand on met bas les armes.
Vivre, c'est se raidir,
Lutter et conquérir.

Conquérir un peu plus de bien-être pour le travailleur, inspirer un peu plus de prévoyance à l'ouvrier, combattre l'alcoolisme, améliorer le logement de la famille ouvrière, généraliser les institutions d'épargne, consolider la famille et lui assurer un bien inaliénable : toutes ces questions passionnent Cheysson.

Il ne veut pas qu'on se paye de mots et qu'on se contente d'apparences. L' « imprévoyance dans les institutions de prévoyance » le préoccupe constamment, et peu d'hommes ont plus contribué que Cheysson à développer le rôle de l'actuaire dans les œuvres sociales.

Le Musée social, qu'il a tant contribué à créer et à organiser, doit, pour rester fidèle à sa pensée, être le centre des études méthodiques et raisonnées sur toutes les questions sociales.

Membre, puis Président de notre Comité du Commerce, Cheysson s'efforçait sans relâche de féconder son activité par des enquêtes et des études nouvelles.

Peu d'hommes vibraient autant que Cheysson en face des souffrances humaines; mais, maître de lui, il savait, en toutes circonstances, arrêter les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

impulsions imprévoyantes et montrer la voie à suivre pour soulager efficacement et d'une façon durable.

Si Cheysson a fait œuvre utile, s'il a laissé une mémoire bénie par beaucoup, c'est qu'il se donnait pour règle :

Suivre intrépidement sa route
En se guidant sur le fanal
Non du Scepticisme et du Doute,
Mais d'un radieux idéal.

Signé : E. GRUNER.

Lu et approuvé en séance, le 8 décembre 1911.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

RAPPORT présenté par **M. E. Sauvage**, au nom du *Comité des Arts mécaniques*, sur un système de ranchet articulé présenté par **M. Jacquemain-Compas.**

Pour transporter sur un chariot de longues pièces de bois, telles que des troncs d'arbres, on les fait reposer sur deux traverses installées au-dessus des deux essieux du chariot et munies chacune, latéralement, de deux barres verticales ou légèrement inclinées dites *ranchets*. Ces ranchets maintiennent latéralement les pièces de bois et permettent de les empiler les unes sur les autres ; ils sont engagés à leur extrémité inférieure dans un guide suffisamment profond et portent un talon qui en limite l'enfoncement dans ce guide.

A considérer seulement la sécurité pendant le transport, il est clair que ce système est très efficace, si les ranchets sont suffisamment solides et bien encastrés à leur base ; il est très simple et a dû se présenter à l'esprit dès qu'on a voulu faire des transports de ce genre.

Mais le déchargement des pièces de bois rendues à destination est souvent difficile. En général, on ne dispose pas d'engin de levage permettant de soulever les pièces empilées entre les ranchets; il faut les faire tomber à terre latéralement, en retirant deux ranchets. Il faut, pour cela, soulever ces ranchets pour les sortir de leur guide, ce qui se fait à l'aide d'un levier engagé sous le talon d'arrêt du ranchet. Mais cette manœuvre peut être gênée par la poussée des pièces de bois contre les ranchets; elle est en outre dangereuse, car, dès que le ranchet se dégage, les pièces de bois peuvent tomber. Il faut donc faire une manœuvre de force souvent longue et pénible et s'esquiver à l'instant même si elle se termine.

Frappé de ces difficultés et de ces dangers dont il avait été maintes fois témoin, M. Jacquemain-Compas a cherché à disposer les ranchets de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manière à en faciliter le démontage, et il a trouvé (fig. 1) une solution simple et ingénieuse du problème.

Le guide dans lequel s'encastre le ranchet doit résister à des poussées transversales, c'est-à-dire perpendiculaires à l'axe du chariot ; donc, au lieu d'un guide rectangulaire complètement fermé, on peut faire usage d'un guide ouvert sur un de ses côtés perpendiculaires à l'axe du chariot. On articule sur un boulon le ranchet à son extrémité inférieure ; une rotation d'un demi-tour sur cet axe permet de l'effacer complètement.

Un système de calage très simple le maintient en position pendant le transport, car les efforts qui pourraient tendre à le faire basculer sont

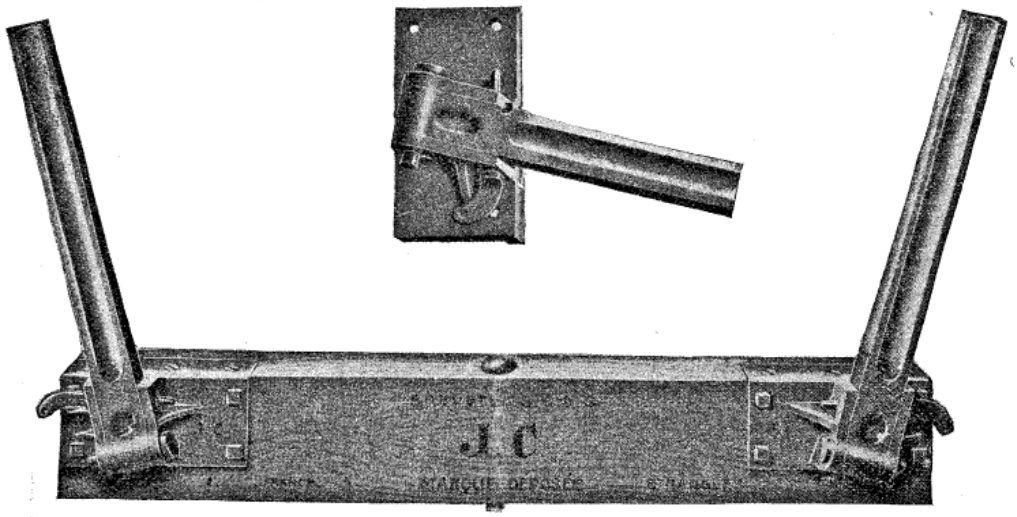


Fig. 1. — Ranchets *Jacquemain-Compas* pour chariots

minimes et d'ailleurs contrariés par le frottement dû à la poussée latérale de la charge.

Toutefois, et c'est un détail intéressant du système, l'orientation du boulon d'articulation du ranchet doit être telle qu'en tournant il s'éloigne de la charge ; si cet axe était perpendiculaire à la direction du ranchet, la rotation serait très difficile ou impossible : un ranchet vertical resterait dans un plan vertical et frotterait contre les bois ; avec l'inclinaison vers l'extérieur qu'on leur donne généralement, le plan décrit pénétrerait dans la charge. Grâce à une légère obliquité de l'axe de rotation sur la perpendiculaire au ranchet, celui-ci décrit (fig. 2) un cône obtus, qui l'écarte suffisamment des pièces de bois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour caler le ranchet dans sa position de service, M. Jacquemain-Compas a prévu trois dispositions différentes : ou bien une clavette verticale s'engage à mi-épaisseur dans le ranchet et dans son guide ; ou bien (fig. 1) une grosse goupille traverse le ranchet et les deux joues du guide ; ou enfin (fig. 2) un loqueteau articulé vient appuyer contre la face libre du ranchet.

Quel que soit le mécanisme de calage employé, la manœuvre lors d'un déchargement en est facile et sans danger : d'une part, la poussée des bois

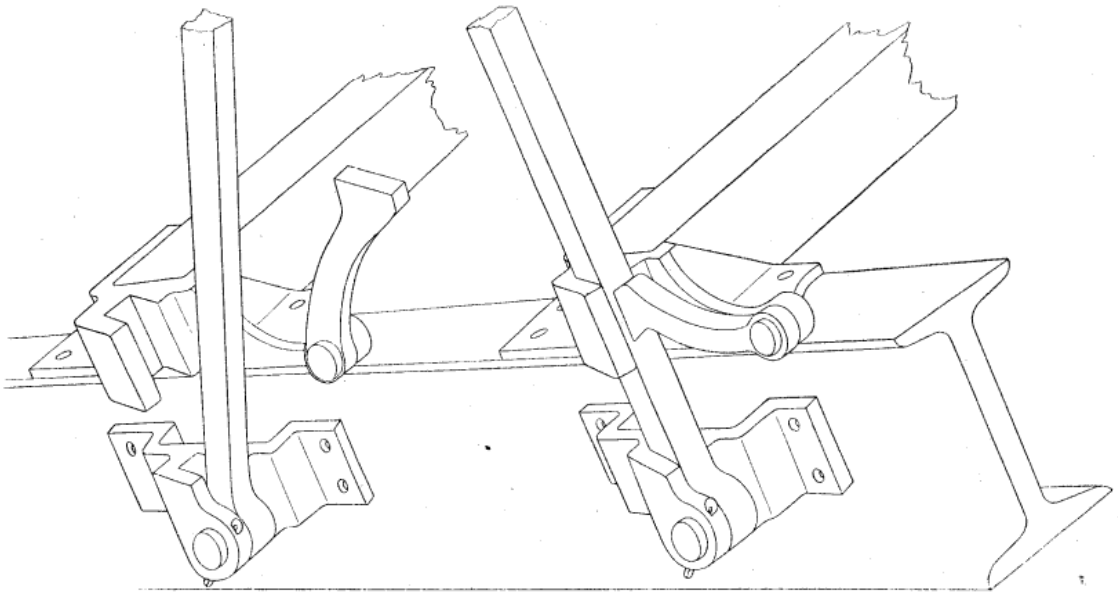


Fig. 2. — Ranchet *Jacquemain-Compas* pour wagon de chemin de fer.

ne tend pas à coincer l'organe de calage, qui résiste dans une direction perpendiculaire à cette poussée ; d'autre part, malgré l'enlèvement du calage, le ranchet restera certainement immobile.

Pour le faire tourner, il faut un effort à son extrémité supérieure ; mais, vu le bras de levier dont on dispose, cet effort n'est pas très grand et peut être exercé facilement à distance, par exemple à l'aide d'une barre un peu longue ou d'une corde attachée au ranchet. Il est bon que la manœuvre des deux ranchets soit simultanée.

Malgré l'orientation de l'axe de rotation du ranchet qui l'éloigne du chargement, il peut se faire qu'une saillie sur une pièce de bois irrégulière rende cette rotation impossible. Pour parer à cette difficulté, l'axe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de rotation du ranchet est facilement démontable; il suffit de le retirer pour que le ranchet tombe sous l'action d'un choc léger.

Le système ne comporte qu'un petit nombre de pièces faciles à exécuter en acier moulé; toutefois l'ajustage doit en être précis.

Le mécanisme qui vient d'être décrit a trouvé un très bon accueil auprès de ceux qui ont à faire des transports de bois. Bien que son brevet ne remonte qu'à l'année 1910, M. Jacquemain a déjà reçu un grand nombre de commandes provenant de tous les points de la France ; il m'a communiqué un volumineux dossier de ces lettres de commande émanant de marchands de bois et de cultivateurs. Quelques commandes sont réitérées.

Des lettres assez nombreuses contiennent de chaleureux témoignages de satisfaction.

Jusqu'ici, le système a été appliqué aux chariots circulant sur routes; mais il est clair qu'avec les modifications de détail convenables il est applicable au matériel des chemins de fer. Un point remarquable, dans les lettres de marchands de bois que m'a montrées M. Jacquemain, c'est le vœu fréquemment exprimé que le système soit appliqué au matériel de transport par voies ferrées. Une lettre émanant du syndicat de ces marchands de bois déclare que, dans une réunion du syndicat, ce vœu a reçu l'approbation unanime des membres présents.

Le matériel usité sur les chemins de fer pour les transports de bois présente en effet au déchargement les mêmes difficultés que les chariots. Ce matériel comprend soit de petits wagons jumelés, portant chacun une traverse munie de deux ranchets et articulée en son centre sur une cheville ouvrière, soit, et c'est une disposition plus moderne, de longues plates-formes sur bogies munies sur leurs deux côtés d'une série de ranchets (28 ranchets sur un type de ces plates-formes).

Pour cette application, la question de la sécurité pendant le transport prend une importance capitale. Avec un chariot sur route, il ne semble guère possible qu'un ranchet bascule intempestivement; le matériel des chemins de fer n'est pas dans les mêmes conditions Aussi M. Jacquemain propose-t-il de rétablir le talon qui empêcherait la chute du ranchet en cas de rupture de son axe d'articulation ; d'autre part, le mécanisme de calage peut être assez robuste pour offrir une résistance largement suffisante. Le seul danger proviendrait d'une négligence à replacer cet organe de calage lors d'un chargement, et d'un défaut de surveillance. Il ne nous appartient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas d'apprécier quel peut être ce risque, en tout cas très faible; surtout avec les plates-formes à nombreux ranchets, la chute du chargement ne paraît guère possible; toutefois, un ranchet basculé atteindrait peut-être quelques pièces basses de la voie, s'il sortait de l'enveloppe inférieure du gabarit.

M. Jacquemain vient, du reste, de recevoir d'un chemin de fer secondaire une commande de ses appareils.

En résumé, l'invention de M. Jacquemain est intéressante en supprimant un danger dans les manœuvres de déchargement des pièces de bois, manœuvres qu'elle rend d'ailleurs plus faciles et plus rapides : aussi votre Comité nous propose de remercier cet inventeur de son intéressante communication et de publier dans le *Bulletin* de la Société le présent rapport avec les figures qui l'accompagnent.

Signé : E. Sauvage, *rapporteur.*

Lu et approuvé en séance, le 8 décembre 1911.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

RAPPORT fait, au nom du *Comité d'Agriculture*, sur L'ÉPURATION DES FIBRES DE KAPOK par les appareils de **MM. Grandel** et **Gouverneur**, par **M. Léon Lindet**, membre du Conseil.

Depuis quelques années, on utilise dans le monde, pour la fabrication des objets de literie, des coussins, des bouées de sauvetage, etc., les fibres que fournissent les fruits de certains *Bombacés*, désignés communément, d'après l'appellation que cette fibre a reçue en Malaisie, sous le nom d'arbres à kapok ou kapokiers, et quelquefois sous le nom plus inattendu d'arbres fromagers.

C'est le port de Rotterdam qui reçoit la plus grande partie des fibres de kapok importées en Europe (2 687 tonnes en 1910) ; les Indes Néerlandaises en ont importé pour leur part en Europe 1 800 tonnes, dont 350 tonnes sont entrées en France ; le complément a été fourni par les Indes anglaises, l'Indo-Chine (Cambodge), le Vénézuéla, les Antilles, et même l'Afrique occidentale, où l'on commence l'exploitation des kapokiers. (Renseignements fournis par M. Paul Ammann, professeur de technologie au Jardin Colonial.)

La remarquable étude que M. Calvet, docteur en pharmacie (Imprimerie Firmin, Montana et Sicardi, à Montpellier) a consacré à ces kapokiers et à leurs produits, nous permet d'exposer tout d'abord le côté scientifique de la question.

Le kapokier que l'on cultive à Java, qui fournit au monde la plus grande partie des fibres utilisées, et les meilleures fibres, est le *Ceiba pentandra* ou *Eriodendron anfractuosum ;* il pousse également en Afrique occidentale, dans les Indes anglaises, dans les Antilles et l'Amérique tropicale (Vénézuéla). Il se reproduit par graines ou par boutures. C'est un arbre de végétation rapide ; il mesure 2 mètres après la première année, 4 à 5 mètres après la seconde, fournit déjà des fruits après la troisième, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parvient en quelques années à atteindre une trentaine de mètres ; son port rappelle celui du cèdre ou du sapin. Son écorce est irrégulière, souvent hérissée d'épines ou d'aiguillons. Ses feuilles sont palmatilobées et garnies de 7 à 10 folioles, qu'il change deux fois par an, en mars et en octobre. Les fruits que porte un arbre adulte peuvent s'élever jusqu'au nombre de 300, mais en général se limitent à celui de 200 ; ce sont des capsules oblongues, de 10 à 15 centimètres de long, qui s'ouvrent par éclatement suivant cinq sections longitudinales, formant cinq valves qui s'écartent de plus en plus. A l'intérieur se trouvent les graines, au nombre de 150 environ, entourées de fibres ; les graines ont moulé leur contour sur la paroi interne des valves. Une fois la capsule éclatée, les fibrilles sortent et bouffent de plus en plus, écartant les parois, à la façon des fibres de coton dans les fruits des *Gossypium ;* le poids des fibres est à peu près égal à celui des graines, c'est-à-dire 6 à 7 grammes par capsule. Un hectare de Ceiba pentandra fournit environ 300 kilogrammes de fibres de kapok.

Parmi les autres arbres à kapok, il convient de citer, à côté du Ceiba pentandra, le *Bombax Ceiba*, cultivé dans les Indes et les Antilles, le *Bombax buonopozenze*, cultivé en Afrique occidentale, l'*Ochroma lagopus*, cultivé dans les Antilles et dans la partie chaude de l'Amérique du Sud.

Les graines des différents kapokiers renferment, d'après M. Paul Ammann, de 18 à 25 p. 100 d'une huile analogue à l'huile de coton, mais d'un goût extraordinairement âpre ; elles renferment en outre de 15 à 26 p. 100 de matières azotées, et sont par conséquent susceptibles de fournir un tourteau riche en produits fertilisants. Les graines valent 6 francs les 100 kilogrammes.

M. Calvet a fait également une étude approfondie des fibres fournies par les différents kapokiers, et spécialement par le Ceiba pentandra. Ces dernières mesurent de 20 à 35 millimètres de long et $0^{mm},02$ d'épaisseur. Elles sont unicellulaires, à membranes minces, à surface régulière et cylindrique ; leurs extrémités présentent une pointe émoussée ; l'extrémité basilaire est plus large et quelquefois recourbée ; les fibres sont ondulées, quelquefois réunies à leur base par des cellules parenchymateuses ; elles sont exceptionnellement bifurquées et ramifiées. D'après M. Calvet, on trouve, à l'intérieur des cavités, une substance jaune, d'aspect gras et cireux. Les fibres, fortement cutinisées, sont recouvertes d'un enduit cireux, dont nous allons constater le rôle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est à la présence de cette substance cireuse extérieure et en même temps à l'existence d'un canalicule rempli d'air que la fibre doit d'être difficilement mouillée par l'eau, d'être insubmersible, et par conséquent de se prêter à la confection des bouées de sauvetage. La différence que l'on constate, à ce dernier point de vue, entre les kapoks du commerce tient à ce que le kapok n'est pas toujours recueilli dans des conditions identiques de maturité, et que les extrémités des fibres restent ouvertes tant que cette maturité n'est pas atteinte ; elle tient aussi à ce que, au cours des manipulations que le kapok subit, au moment de sa décortication, de son épuration, de son emballage, on brise souvent la fibre et on permet à l'eau de pénétrer dans le canalicule. Quand les fibres sont de bonne qualité, quand elles sont convenablement comprimées dans une enveloppe de toile, elles peuvent, d'après M. Calvet, rester immergées dans l'eau, en y supportant 25 à 35 fois leur poids. Dans cet ordre d'idées, j'ai eu l'occasion de constater une application fort intéressante du kapok dans la confection des objets de sauvetage : les oreillers des couchettes d'un bateau norvégien, qui faisait croisière au Spitzberg, étaient bourrés de kapok et munis en outre de sangles susceptibles d'être attachées aux épaules et à la ceinture des passagers ; une instruction, accompagnée de figures et placardée dans les cabines, leur indiquait sur la façon dont ils devaient, en cas de naufrage, se servir de leurs oreillers.

C'est également à la légèreté des fibres de kapok, et à la facilité avec laquelle elles foisonnent en se frisant spontanément, que l'on doit leur utile application dans la confection des objets de literie, matelas, oreillers, coussins, etc. Là encore, il convient d'éviter que, pendant les manipulations, les fibres ne se brisent et ne se réduisent en poussière. D'après M. Grandel et Gouverneur, un matelas de $1^{m},90$ sur $0^{m},80$, garni de kapok, pèse $8^{kg},300$, tandis qu'un matelas de même dimension et de même épaisseur, garni de laine, pèserait 12 kilogrammes ; le poids d'un matelas de $1^{m},90$ sur $1^{m},20$ est de $10^{kg},300$ ou de 18 kilogrammes, suivant qu'il est bourré de kapok ou de laine. Le prix du kapok épuré reste assez fixe et se maintient à environ 3 fr. 15 le kilogramme, tandis que le prix de la laine à matelas varie entre 3 fr. 85 et 5 fr. 50 ; par conséquent, l'avantage de la substitution du kapok à la laine ne porte pas seulement sur le poids du matelas confectionné, et par conséquent sur la facilité avec laquelle on le retourne sur le sommier, mais encore sur son prix marchand. Il convient cependant de dire que les fibres de kapok tendent à se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

déplacer trop facilement en glissant les unes sur les autres ; on est donc obligé, quand on confectionne un matelas en kapok, de rapprocher les capitons beaucoup plus que si le matelas était confectionné avec de la laine, sous peine de voir les fibres s'écarter par suite de la pesée qu'y imprime le dormeur ; cet inconvénient se traduit, pendant les premières nuits, par une dureté du matelas dont il faut tenir compte. Mais, en revanche, quand le matelas est aplati, on n'a pas à faire intervenir le cardeur ; il suffit d'exposer le matelas au soleil, après avoir, au besoin, défait les capitons ; la fibre se frise d'elle-même et bouffe sous l'action de la chaleur. Enfin je signalerai un dernier avantage des matelas en kapok : c'est qu'ils ne sont pas, comme les matelas de laine, exposés à l'envahissement des insectes ; les fibres végétales ne *se mitent* pas.

Les essais qui ont été faits jusqu'ici pour filer et tisser le kapok n'ont donné aucun résultat acceptable ; il en est de même des tentatives faites en vue de le substituer au coton hydrophile pour les pansements ; la facilité avec laquelle les fibres se tordent et se séparent les unes des autres laisse supposer que le kapok ne trouvera pas là de nouvelles applications.

Les fibres de kapok que nous recevons en Europe sont simplement débarrassées de la plus grande partie de leurs graines ; à Java, on parvient à ce résultat en battant le produit de la décortication des gousses, au moyen de bambous, sur des claies à travers lesquelles les graines passent ; on tend également à substituer à cet outillage primitif des égréneuses, formées par un tambour à broches tournant dans l'intérieur d'un cylindre également armé de broches.

En cet état, la fibre n'est pas assez pure pour entrer dans les usages industriels, et c'est en Hollande surtout que s'en fait l'épuration.

MM. Grandel et Gouverneur ont eu l'initiative d'enlever aux manufacturiers hollandais l'avantage qu'ils retirent de ce travail d'épuration, d'introduire ces fibres brutes et de les épurer dans une usine qu'ils ont montée, et que j'ai visitée, aux *Rouges-Barres*, près de Lille.

Leurs mérites ne se bornent pas à cette initiative ; ils ont imaginé un appareil d'épuration, qu'ils ont soumis au jugement de notre Société et qui fait l'objet de ce rapport. On s'étonnera peut-être que nous abordions si tardivement notre sujet ; mais nous avons pensé que la Société aurait intérêt à connaître ce produit nouveau dans ses origines et dans ses applications.

Le problème de l'épuration du kapok revient à le carder en évitant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(et nous en avons donné ci-dessus la raison) de briser les fibres. MM. Grandel et Gouverneur ont eu, en outre, l'idée d'exécuter au moins une partie de ce cardage, en présence de l'air chaud, qui, comme nous l'avons dit déjà, a la propriété de retordre les fibres et par conséquent de les faire bouffer. Le kapok est légèrement désagrégé à la main, puis passe successivement dans deux caisses cylindriques, l'une horizontale, l'autre verticale, où il chemine de haut en bas ; dans chacune de ces caisses est un batteur, c'est-à-dire un arbre parallèle à l'axe de la caisse, armé de fiches perpendiculaires en bois ; la seconde caisse est chauffée par une double enveloppe de vapeur. Les fibres, ainsi cardées, sont continuellement appelées, par l'action d'un ventilateur, dans une autre caisse où elles s'accumulent. Quand cette caisse est pleine, on procède à l'ensachage des fibres ; mais, au lieu de les sortir et de les comprimer à la main dans un sac, MM. Grandel et Gouverneur ont eu l'idée de couper, au moyen d'une trappe, la communication du ventilateur avec les caisses à carder, puis de pousser, avec ce même ventilateur fonctionnant comme compresseur, les fibres cardées dans un sac disposé horizontalement.

La fibre ainsi épurée est dans un état de torsion et d'élasticité tel qu'elle se prête dorénavant à la confection des objets de literie ; pour donner une idée du travail effectué, nous ferons remarquer qu'un sac de 1 mètre cube ne renferme que 25 kilogrammes de fibres foisonnées, tandis que les ballots de fibres brutes, comprimées à la presse hydraulique et pesant 130 kilogrammes mesurent un volume de 750 à 775 décimètres cubes. Le volume occupé par les fibres sortant de l'appareil de MM. Grandel et Gouverneur ne représente donc pas même le cinquième du volume qu'elles occupent dans l'état où on les importe.

Votre Comité vous propose de remercier MM. Grandel et Gouverneur de leur communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé : Léon Lindet, *rapporteur*.

Lu et approuvé en séance, le 8 décembre 1911.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

RAPPORT présenté par **M. Pillet**, au nom du *Comité des Constructions et Beaux-Arts*, sur l'ouvrage de **MM. Gautier** et **Capelle**, intitulé TRAITÉ DE COMPOSITION DÉCORATIVE.

La composition décorative après avoir, même aux époques presque géologiques de l'âge de la pierre et du renne, constitué comme une nécessité de l'âme humaine, n'a été pendant des siècles que le patrimoine d'artistes d'élite qui créaient des éléments de décoration, que leur génie finissait par imposer à leurs contemporains. Ce que l'on nomme aujourd'hui le *style* de telle ou telle époque a été la conséquence de ces travaux et de ces créations. On dit souvent que les styles sont, au point de vue artistique, la caractéristique et comme la conséquence d'un siècle et de sa civilisation; peut-être conviendrait-il mieux de reconnaître qu'ils sont l'émanation de quelques grands artistes, bien souvent ignorés, qui, à force de produire de belles œuvres, ont fait, sans le chercher, l'éducation de leur époque.

Aujourd'hui, nous sommes moins disposés qu'autrefois à subir l'ascendant de ceux de nos contemporains qui ont reçu l'étincelle du génie ; nous le subissons néanmoins, mais nous n'aimons pas à le reconnaître et beaucoup de nos contemporains se croient aptes à créer une œuvre décorative, même sans avoir fait les études préparatoires voulues. L'art *nouveau* semble être né de ce que l'on pourrait appeler la fatuité générale et de l'idée que, sans posséder de documentation, sans connaître la nature et ses richesses infinies, sans rien savoir de la géométrie, en ignorant tout de l'industrie, sans avoir cherché à dégager aucun des principes qui ont guidé les maîtres anciens, on pourrait faire de la décoration en trouvant en soi-même tous ses éléments.

La pauvreté de tant d'œuvres modernes a fini par convaincre le public que la décoration peut et doit s'enseigner comme toute autre chose et, de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tous côtés, ont été créés des cours d'art décoratif et nommés des professeurs chargés de les tenir. De grands efforts souvent couronnés de succès ont été tentés. Mais la pédagogie de ces enseignements nouveaux était loin d'être faite. On savait vaguement qu'un grand artiste, feu Galand, l'avait presque créée, mais seulement pour ses rares élèves; on disait que c'était à la nature et souvent à ses plus modestes productions qu'il empruntait, en les stylisant (le mot est aujourd'hui consacré, non sans abus peut-être), les éléments de ses compositions On savait qu'un simple copeau, sorti du rabot du menuisier, devenait avec lui un délicieux motif d'encadrement;... et chaque professeur cherchait à faire comme le maître. De nombreux traités d'art décoratif ont été la conséquence de ces efforts. Dans presque tous, une bonne récolte pédagogique est à glaner.

Un des derniers ouvrages parus : celui que nous analysons et qui est dû à la collaboration de MM Joseph Garnier et Louis Capelle, tous deux professeurs à la très prospère École des Beaux-Arts de Nantes, semble, tout en restant très original et très personnel, devoir faire profiter ses lecteurs de tout ce qui est bien dans tous les livres composés avant lui.

C'est réellement un *Traité*, c'est-à-dire un ouvrage après la lecture et l'étude duquel on est solidement armé pour la production personnelle.

A le lire, on reconnaît avec évidence que ce livre a été vécu, c'est-à-dire, en l'espèce, que ses matières ont été, à maintes reprises, professées devant des élèves et expérimentées sur eux. C'est la première de toutes les qualités.

A l'étudier plus attentivement, on en admire le plan général.

Le livre I[er], sous le titre de *Sources décoratives*, parle de la géométrie, de la flore, de la faune, de la figure humaine, du paysage décoratif, de l'invention et des objets. Tout cela est un peu de la science, mais ce que l'on pourrait appeler de la science aimable, celle qui ne fatigue pas le lecteur et dont on voit tout de suite le côté concret, grâce à des applications que l'on en fait entrevoir.

Le livre II, *Lois de la Composition décorative*, étudie, dans trois parties successives : les systèmes décoratifs, la répartition du décor et le relief.

En réalité, il constitue la théorie de la composition décorative.

Utilisant les sources, étudiées dans le livre I[er], les auteurs montrent comment les maîtres anciens ou modernes se sont servis des richesses qu'elles fournissent; ils discutent le mérite de leurs compositions, ils

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

montrent pourquoi les unes sont belles et les autres moins bonnes, et ils dégagent de cette large critique les *lois* de la composition.

Comme conclusion, ils montrent aux élèves comment, en utilisant des éléments nouveaux et en obéissant aux mêmes lois, ils pourront, à leur tour, produire de belles œuvres.

Qu'on ne croie pas que cette manière de faire conduise les auteurs à établir des formules, ce qui serait la mort de l'art. Leur enseignement reste très éclectique: ils guident l'élève, ils ne l'asservissent pas.

Enfin, dans une troisième partie intitulée : *les Applications décoratives*, les auteurs étudient : la pierre et le marbre, le fer forgé, les arts du métal, la céramique, la verrerie, le vitrail et la mosaïque; — le cuir, le bois, le papier peint et la peinture décorative; — les tissus; — la tapisserie, les dentelles et les broderies; — les incrustations, les nielles et la marqueterie; — la couleur; c'est-à-dire presque toutes les industries qui, à l'heure actuelle, vivent en quelque sorte de l'art décoratif. Il convient d'ajouter que l'ouvrage est accompagné de très nombreuses figures et de planches; que la typographie en est admirable et digne, en tous points, de sa grande maison d'édition dont l'habitude est de ne laisser sortir de ses presses que des chefs-d'œuvre.

Cette analyse succincte suffira, nous le pensons, pour faire apprécier le caractère du livre de MM. J. Gauthier et L. Capelle et pour justifier ce que votre rapporteur disait: C'est un traité dans la réelle acception du mot ; c'est un livre à la fois de documentation et d'enseignement, dont la place semble marquée, non seulement dans les écoles de beaux-arts et de dessin, dans certaines écoles primaires, mais encore à l'atelier et même au foyer familial, là où l'on voit tant de femmes, dont le goût inné ne demande qu'à être discipliné et documenté, pour être prêtes à produire des œuvres charmantes.

Nous avons l'honneur de vous proposer, Messieurs, de remercier MM. J. Gauthier et L. Capelle de l'ouvrage qu'ils ont offert à la Société, de les féliciter de leur travail, et d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin*.

Signé : Léon Pillet, *rapporteur*.

Lu et approuvé en séance, le 8 décembre 1911.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES

ÉTUDE SUR LA PRODUCTION DU VIDE ET SES APPLICATIONS,

par **M. Maurice Leblanc** (1)

I. — Origine de cette étude

Il y a plusieurs années déjà, nous avons pensé qu'il serait intéressant de faire un *frigorifère* capable de refroidir et surtout de sécher l'air de nos habitations. Sa réalisation pratique permettrait à l'homme de vivre dans les pays tropicaux, pendant la saison chaude et pluvieuse, aussi bien que dans les pays septentrionaux, où les appareils de chauffage le protègent contre le froid et l'humidité.

Mais les machines frigorifiques dont on disposait convenaient peu à un usage domestique. Il ne fallait pas se servir de fluides nocifs tels que l'ammoniaque et l'acide sulfureux, ni de fluides à pression très élevée tels que l'acide carbonique.

Il fallait réaliser une machine frigorifique employant l'air ou l'eau comme agent de transformation. Un examen rapide de la question nous montra que des machines à air seraient toujours encombrantes et de mauvais rendement. Il fallait donc faire une machine à vapeur d'eau : les difficultés de sa réalisation paraissaient grandes, mais non insolubles.

Non seulement l'eau était un corps essentiellement pratique, mais le vide devait régner dans toutes les parties d'une machine frigorifique à vapeur d'eau, dont l'emploi devenait ainsi d'une innocuité absolue.

Pour produire du froid, on n'avait qu'à faire s'évaporer de l'eau dans une enceinte fermée où la pression serait maintenue au plus égale à la tension de la vapeur saturée de l'eau à la basse température à obtenir.

Un compresseur enlèverait la vapeur dégagée, à mesure de sa production, et la refoulerait non dans l'atmosphère, parce que l'opération eût coûté trop de travail, mais dans un condenseur refroidi par un courant d'eau et où l'on maintiendrait une pression aussi faible que possible.

(1) Conférence du 27 octobre 1911.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'extraordinaire faiblesse de densité de la vapeur d'eau, aux basses températures, prohibait l'emploi des pompes comme compresseurs. Elles auraient eu à engendrer des volumes énormes, en ne surmontant que des différences de pressions minimes. Leur encombrement eût été démesuré et leur rendement illusoire.

Pour aspirer et comprimer les très grands volumes de vapeur émis, il fallait des appareils qu'elle pût traverser avec des vitesses de centaines de mètres par seconde.

Seuls convenaient les éjecteurs à vapeur ou des compresseurs rotatifs du genre Rateau.

Mais il fallait adapter les éjecteurs aux conditions spéciales de ce nouvel emploi et améliorer beaucoup leur rendement. Quant aux compresseurs rotatifs, on déduisait du dimensionnement des appareils Rateau qu'il faudrait communiquer à leurs plus grandes ailes une vitesse périphérique de 500 mètres par seconde environ, et, pour des appareils de puissance moyenne, adopter une vitesse de rotation de 30 000 tours par minute, alors que le même arbre porterait un assez grand nombre de roues.

Enfin il était indispensable de disposer d'un condenseur donnant le vide théorique pour que la machine pût avoir un bon rendement.

Le problème posé nécessitait donc la solution préalable de problèmes plus généraux. Nous ne pouvions les aborder qu'avec un concours puissant et éclairé. Nous avons eu la chance de le rencontrer dans la Société anonyme Westinghouse.

Elle nous demanda seulement de les sérier en étudiant successivement :

1° Un condenseur produisant le vide théorique ;

2° Un éjecteur du meilleur rendement possible, spécialement destiné à accroître le vide d'un condenseur de vapeur d'eau ;

3° Un compresseur rotatif à très grandes vitesses périphérique et angulaire.

Les études et essais nécessaires ont été faits dans l'usine du Havre de cette société, avec l'aide constante de M. Buss, ingénieur en chef de ses services mécaniques, en qui nous avons trouvé le plus intelligent et plus dévoué des collaborateurs.

Nous allons exposer rapidement les principaux résultats auxquels nous sommes parvenus, à l'heure actuelle, dans ces diverses voies.

II. — CONDENSEURS

Nous nous occuperons exclusivement de la condensation de la vapeur d'eau.

On dit qu'un condenseur donne le vide théorique lorsque la pression res-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tante est égale à la tension de vapeur de l'eau à la température où est rejetée l'eau de refroidissement.

Il rentre continuellement de l'air dans un condenseur sous l'influence du vide. De plus, lorsque la vapeur à condenser provient d'appareils à cuire dans le vide, elle entraîne avec elle une grande quantité de gaz non condensables provenant de la fermentation des substances soumises à la cuisson.

Il faut donc, pour maintenir le vide, extraire du condenseur, au moyen d'une pompe spéciale, dite pompe à air, l'air ou ces gaz, au fur et à mesure qu'ils y affluent.

Leur pression propre s'ajoute à celle de la vapeur, et il serait impossible d'obtenir le vide théorique si la pression de la vapeur était la même en tous les points du condenseur.

Mais il est toujours possible de ménager, dans un condenseur, un espace que traverse d'abord l'eau de refroidissement, en entrant dans l'appareil, et où la vapeur ne puisse affluer qu'après avoir traversé tout le reste du condenseur et s'y être condensée. Cet espace demeure plus froid que la région où s'opère la condensation. La pression y demeure la même, mais l'air s'y accumule naturellement, et c'est là qu'il convient de le puiser.

De cette manière, on peut rendre la pression propre de l'air nulle dans la partie chaude du condenseur, tout en n'ayant à en extraire, par seconde, qu'un volume fini d'un mélange d'air et de vapeur.

On peut donc toujours obtenir le vide théorique.

Or, il ne l'était jamais, à moins que l'eau de refroidissement ne s'échauffât d'une trentaine de degrés en traversant le condenseur. Les pompes à air n'aspiraient donc pas un volume assez grand.

Cependant on extrayait séparément l'eau et l'air d'un condenseur et on avait combiné des pompes dites *à air sec*, où les clapets étaient remplacés par une distribution à tiroir et où des dispositions très ingénieuses supprimaient l'influence des espaces nuisibles.

Des constructeurs garantissaient que leurs pompes pouvaient réduire à 2 millimètres de mercure la pression dans une enceinte où elles faisaient le vide, et qu'elles avaient un rendement volumétrique de 90 p. 100 lorsque la pression du fluide aspiré atteignait 30 millimètres.

On attribuait la faiblesse du vide obtenu en pratique au défaut d'étanchéité des canalisations, que l'on considérait comme inévitable.

Des observations faites sur un condenseur dont nous avions reconnu l'étanchéité et dans lequel nous lancions de la vapeur vive nous convainquirent que cette explication était inexacte et que la faiblesse du vide tenait au défaut de rendement volumétrique des pompes, *dans leurs conditions réelles d'emploi*.

C'est que, pour étudier une pompe à air, on lui fait généralement aspirer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'air provenant directement de l'atmosphère par un ajutage convergent bien calibré. Dès que la pression, en aval de l'ajutage, devient inférieure à la moitié de la pression d'amont, une formule très simple (1) nous permet de connaître avec une grande précision la masse d'air qui franchit l'ajutage, par seconde. Nous en déduisons le volume réellement aspiré par la pompe. C'est ainsi que l'on obtient les nombres rappelés plus haut.

Mais ils sont obtenus lorsque la pompe aspire de l'air provenant directement de l'atmosphère, et ils ne le sont plus lorsque l'air provient d'un condenseur.

L'air provenant de l'atmosphère est très sec lorsqu'il arrive dans la pompe, tandis que c'est un véritable brouillard, contenant de nombreuses gouttelettes d'eau en suspension, que la pompe aspire dans un condenseur.

Il n'en peut être autrement, même avec les condenseurs à surface, car la vapeur y arrive avec une grande vitesse, qui est, le plus souvent, de 70 mètres par seconde. Sa force vive ne peut s'amortir qu'en créant des remous et en faisant voltiger, dans tout l'appareil, des gouttelettes d'eau déjà condensée.

(1) Lorsqu'un fluide s'écoule à travers un ajutage convergent dans un milieu où la pression est inférieure à la moitié de la pression initiale, la pression, dans le col de l'ajutage, est indépendante de la pression d'aval et ne dépend que de la pression d'amont. La vitesse avec laquelle le fluide traverse le col est égale à la vitesse du son dans ce fluide correspondant à la température qu'il possède à ce moment. Le poids de fluide débité par seconde ne dépend que de sa pression et de sa température initiales.

Si l'on désigne par :

Q la masse en grammes du fluide débité par seconde et par chaque centimètre carré de la section du col;

W la vitesse en mètres par seconde, que possède le fluide en traversant le col;

P la pression initiale du fluide en kilogrammes-force par centimètre carré;

T sa température absolue initiale;

p la pression dans le col en kilogrammes-force par centimètre carré;

v le volume en mètres cubes de 1 kilogramme du fluide, lorsqu'il traverse le col;

K le rapport des chaleurs spécifiques à pression constante et à volume constant du fluide;

g l'accélération de la pesanteur.

On a les relations :

$$Q = 10\sqrt{g\,K\,\frac{p}{v}} \qquad W = 100\sqrt{g\,K\,p\,v} \qquad p = P\left(\frac{2}{1+K}\right)^{\frac{K}{K-1}}$$

On a d'ailleurs pour l'air :

$$p\,v = 0{,}0029772\,T, \qquad K = 1{,}41.$$

On en déduit :

$$\frac{p}{P} = 0{,}52 \qquad Q = 384\,\frac{T}{\sqrt{T}} \qquad W = 18{,}3\,\sqrt{T}$$

Si la pression, dans le milieu où débouche l'ajutage, est plus petite que 0,52 P, les valeurs du débit Q et de la vitesse W sont indépendantes de cette pression.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La pompe à air n'a donc plus à aspirer et comprimer de l'air sec, mais un mélange d'air, de vapeur et d'eau entraînée mécaniquement.

L'air demeure très humide pendant toute la course du piston, et cela détermine des échanges de chaleur notables entre la masse fluide et les parois du cylindre de la pompe. Ces parois s'échauffent, pendant la compression, et la chaleur emmagasinée sert à vaporiser, pendant l'aspiration, une partie des gouttelettes d'eau entraînées. La vapeur produite remplit une partie du volume engendré d'autant plus grande que la pression du fluide aspiré est plus petite.

Il est impossible d'éviter la production de ce phénomène dans une pompe alternative, et il convient de la remplacer par une pompe à débit continu : un compresseur rotatif, par exemple.

Mais la pompe à air d'un condenseur est toujours un appareil de petite puissance, par rapport à celle des machines, dont elle n'est qu'un accessoire. Il y a intérêt à la simplifier autant que possible, quitte à sacrifier son rendement.

C'est pourquoi, en place d'un compresseur rotatif, nous utilisons des appareils à jet, tels qu'une trompe à eau ou un éjecteur à vapeur.

Nous employons la trompe à eau de préférence, parce que le mélange d'air et de vapeur s'y trouve mis en contact intime avec une grande masse d'eau froide, avant d'être comprimé. Cela dispense d'avoir à produire, dans le condenseur, des différences de températures aussi grandes que si le mélange fluide extrait devait être aussitôt comprimé.

Il en résulte une grande simplification pour les condenseurs à injection.

Dans les condenseurs à surface, cela permet de diminuer la pression propre de l'air dans les parties les plus froides, au grand bénéfice de leur utilisation. En effet, la présence de l'air (1), dans un condenseur, diminue beaucoup la masse de vapeur condensée par heure et mètre carré, à égalité de différence de températures.

A moins de disposer d'une chute d'eau naturelle, il faut élever artificiellement l'eau d'alimentation d'une trompe, ce que l'on fait, d'ordinaire, au moyen d'une pompe centrifuge.

Or, dans cette pompe, une grande quantité de force vive est transformée en travail de compression au moyen d'un diffuseur, et ce travail doit être, ensuite, retransformé en force vive dans les tuyères de la trompe. Cette double transformation ne peut se faire qu'au prix d'un rendement médiocre ; il est

(1) Considérons un condenseur à surface.

Si l'on désigne par θ_e la différence de la température de la région du condenseur où s'opère la condensation, température que nous supposerons constante, et de celle de l'eau de refroidissement à l'entrée des tubes, et par θ cette différence à la sortie, la différence de température moyenne, qui déterminerait l'écoulement de la même quantité de chaleur, pen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donc naturel de la supprimer et de lancer directement l'eau dans le diffuseur de la trompe, en ne lui communiquant du travail que sous forme de force vive.

Dans une turbine motrice, l'eau perd de la vitesse en la traversant. Il n'y a qu'à changer le sens de la rotation de la turbine, en la mouvant, pour que l'eau en gagne, au contraire. Il faut, bien entendu, changer le profil des aubes, suivant les indications du triangle des vitesses, pour éviter les chocs.

L'eau lancée par la turbine peut parcourir une série de diffuseurs disposés en couronne.

Mais le rendement d'un diffuseur est d'autant plus élevé qu'il est plus long. Il est impossible de leur donner une grande longueur sans faire un appareil très encombrant, car ils doivent rayonner tout autour de la turbine.

D'autre part, dans un appareil à jet, il convient d'établir un rapport déterminé entre les masses des fluides entraînant et entraîné.

La masse d'eau nécessaire étant projetée tout autour de la turbine, on doit donner à celle-ci des aubes nombreuses et très rapprochées. Les eaux de refroidissement étant généralement malpropres, des obstructions sont à craindre.

Pour ces raisons, nous n'employons qu'un seul diffuseur de grandes dimensions et y lançons de l'eau au moyen d'une turbine à injection partielle.

La figure 1 montre un modèle coupé d'une de ces pompes. La figure 2 représente la coupe des pompes à air du contre-torpilleur *Voltigeur* avec diffuseur en A, turbine en B et distributeur partiel en E. A l'entrée du diffuseur est disposé un éjecteur à vapeur annulaire D (fig. 2). Il sert à amorcer la pompe lorsqu'elle doit aspirer l'eau. Dès qu'on y envoie la vapeur, elle fait le vide der-

dant le même temps, à travers les tubes d'un condenseur de même surface, est donnée par la formule de Grashof :

$$\theta_m = \theta_e \frac{\frac{\theta_s}{\theta_e} - 1}{\log_e \frac{\theta_s}{\theta_e}}.$$

Si on désigne maintenant par Q la quantité de chaleur absorbée en une heure par l'eau de refroidissement, en calories k. gr. degré;

Par S la surface des tubes en mètres carrés mesurée en les supposant infiniment minces et d'un diamètre égal à la moyenne de leurs diamètres intérieur et extérieur;

W la vitesse moyenne, en mètres par seconde, de l'eau des tubes, en la supposant constante pour les tubes;

p la pression de la vapeur correspondant à la température intérieure du condenseur;

P la pression totale dans le condenseur, somme de la précédente et de la pression de l'air.

La quantité Q est donnée par la formule empirique suivante :

$$Q = 2500\, S\, \theta_m \left(\frac{p}{P}\right)^5 \sqrt{W}$$

La grandeur de l'exposant 5 montre l'intérêt qu'il y a à réduire autant que possible la pression propre de l'air dans un condenseur à surface.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rière elle : l'eau aspirée afflue dans la turbine, qui la projette dans le diffuseur. Le vide continue à s'élever, et on ferme aussitôt la valve de vapeur.

Si on dispose d'eau élevée de quelques décimètres, l'éjecteur est inutile. Il suffit d'envoyer l'eau dans la pompe qui s'amorce d'elle-même, dès qu'on fait tourner sa turbine.

Il importe peu, avec ces pompes, où l'écoulement des fluides est continu, que l'air aspiré soit plus ou moins humide ou chargé de gouttelettes d'eau. Quand on les ferme sur une enceinte close, la pression restante est égale à la

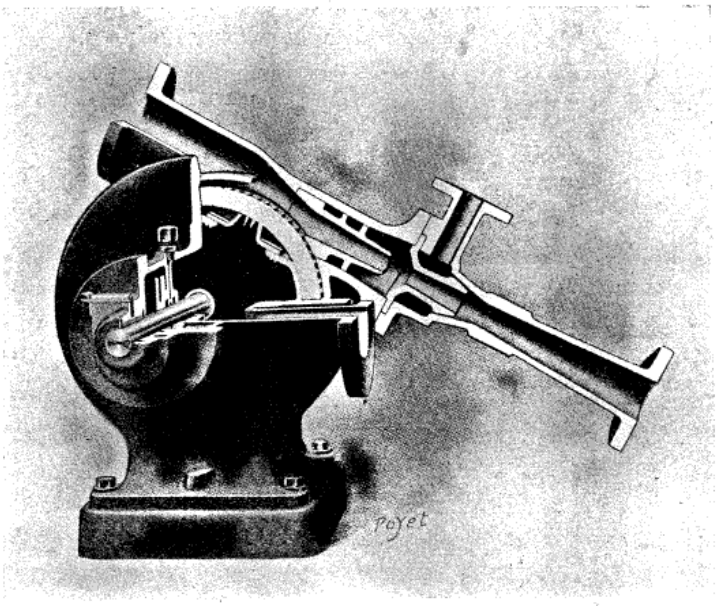


Fig. 1.

tension de vapeur correspondant à la température de l'eau à sa sortie de la turbine.

Dans nos premières pompes, telles que celles représentées sur la figure 1, chaque litre d'eau entraînait trois litres d'air, lorsque la pression propre de l'air était de 100 millimètres de mercure. Le volume entraîné par litre d'eau augmentait, lorsque cette pression diminuait, et devenait égal à 4,4 litres, lorsqu'elle était réduite à 15 millimètres. Il continuait à grandir lorsque cette pression tendait vers zéro.

Ainsi le débit volumétrique de ces pompes croissait, lorsque la pression de l'air aspiré diminuait, à l'inverse de ce qui se passait dans les pompes à piston.

Les nombres précédents ont été bien dépassés dans nos dernières pompes,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais le rendement mécanique des premières était déjà quatre fois plus grand que celui des meilleures trompes à eau du commerce, desservies par des pompes centrifuges. Autrement dit, à égalité de travail dépensé par litre d'eau, chacun d'eux entraînait quatre fois plus d'air pris à la même pression, dans notre pompe que dans les trompes.

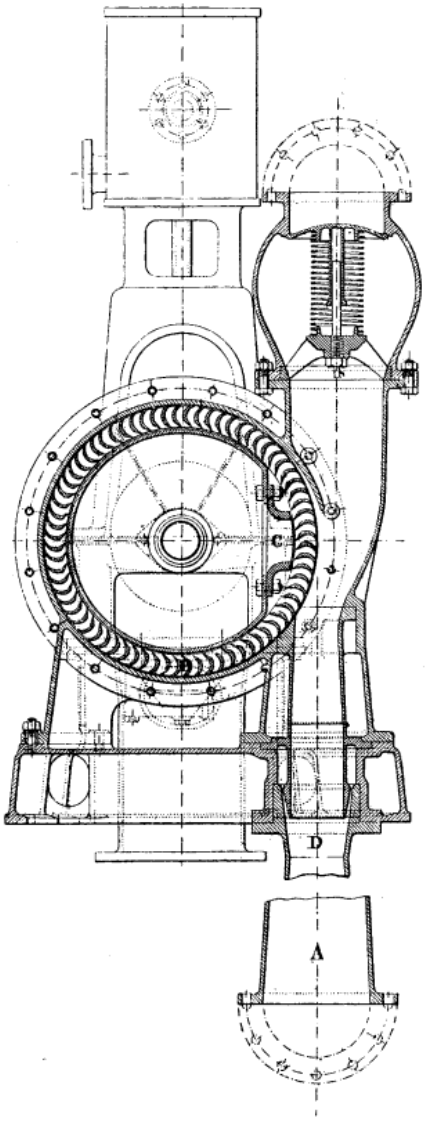


Fig. 2. — Pompe à air du contre-torpilleur *Voltigeur*. — A, diffuseur avec éjecteur amorceur D. B. turbine avec distributeur partiel C.

L'eau s'étale sur les aubes de la turbine et s'écoule en lames minces.

L'écoulement se fait pendant que l'aube se déplace devant le distributeur. Il est ensuite interrompu.

Les lames d'eau vont en s'élargissant, leurs molécules étant lancées dans des directions divergentes. Elles rejoignent donc les parois du diffuseur.

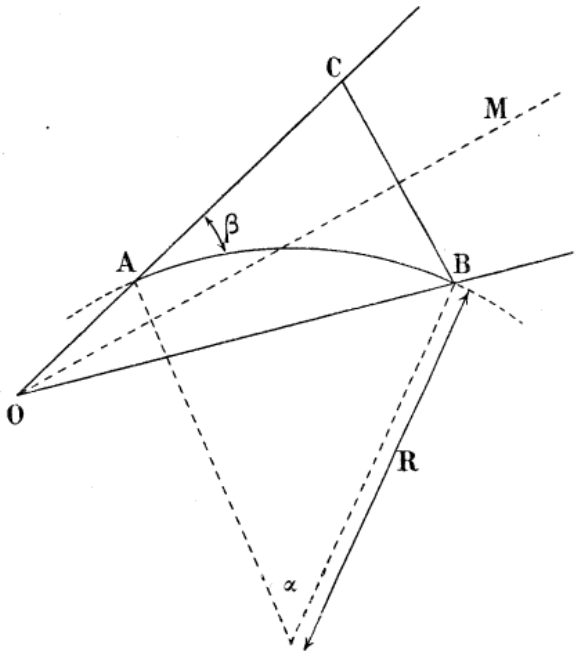


Fig. 3.

Ces lames d'eau se résolvaient-elles immédiatement en pluie ou constituaient-elles de véritables pistons à l'intérieur du diffuseur?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le premier cas, il y avait intérêt à les rendre très minces, pour qu'elles pussent se résoudre en gouttelettes très fines et exercer une plus grande friction contre l'air.

Dans le second, il y avait lieu d'augmenter l'épaisseur des lames, en diminuant leur nombre, afin de retarder la crevaison des pistons.

Pour élucider cette question, nous fîmes des roues ayant les unes un grand nombre, les autres un petit nombre d'aubes de même profit, pour le même diamètre de roue. Les secondes fournirent de meilleurs résultats que les premières.

Mais si, comme il paraissait, les lames d'eau formaient de véritables pistons, il convenait que leur surface demeurât normale à l'axe du diffuseur.

Or, les plans des lames d'eau lancées dans le diffuseur de notre première pompe faisaient un angle aigu avec son axe.

Il y avait des chances d'augmenter son rendement en rendant droit cet angle.

Une étude géométrique (1) nous montra que, pour cela, il fallait communiquer à la turbine une vitesse périphérique plus grande que la vitesse à imprimer à l'eau.

Au contraire, dans notre première pompe, la vitesse périphérique n'était que de 16 mètres par seconde, tandis que celle communiquée à l'eau était de 36 m″.

Nous hésitions à entrer dans cette voie parce que l'accroissement des frottements de l'eau contre les aubes pouvait compenser, et au delà, l'influence du changement d'orientation des pistons d'eau.

Mais, en Amérique, on se refusait à adopter nos pompes parce qu'elles devaient tourner à la vitesse des dynamos, alors qu'on ne voulait employer que des turbines comme moteurs. Il fallait porter leur vitesse à 2500 ou 3000 tours par minute.

Il était impossible de faire tourner aussi vite une grande pompe, en conservant une vitesse périphérique de 16 m″. Il fallait la porter à 50 m″ environ, en ne communiquant toujours qu'une vitesse de 36 m″ à l'eau.

Cela leva nos hésitations, et nous construisîmes une première pompe à 2500 tours, en donnant une vitesse périphérique de 50 m″ à la turbine. Les

(1) Désignons (fig. 3) par :

R, le rayon de la turbine;

V, sa vitesse périphérique;

W, la vitesse absolue de l'eau, à la sortie des aubes;

α, l'angle décrit par une aube, pendant qu'elle projette de l'eau, en passant devant le distributeur;

β, l'angle de la direction de la vitesse absolue W avec un plan tangent à la périphérie de la turbine, passant par le point A d'émergence de l'eau.

Soit AB l'arc que décrit l'extrémité d'une aube pendant qu'elle déverse de l'eau. La

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plans des pistons d'eau devenaient naturellement normaux à l'axe du diffuseur.

Nous dûmes modifier complètement le profil des aubes et changer le diffuseur de place.

section faite dans la gerbe d'eau, par un plan perpendiculaire à l'axe de la turbine, sera comprise entre les droites OA et OB, qui font toutes les deux un angle β avec la circonférence de rayon R passant par les points A et B.

Traçons la bissectrice OM de l'angle $\widehat{AOB}$ et menons, par le point B, la perpendiculaire BC sur cette bissectrice. Elle rencontre en C la droite OA. La bissectrice OM est parallèle à l'axe de la gerbe.

Pour que le plan des lames d'eau soit normal à l'axe du diffuseur, il faut que l'eau lancée par une aube, lorsque celle-ci est en A, arrive au point C, lorsque l'aube arrive au point B.

On a les relations suivantes :

$$\widehat{AOB} = \alpha, \qquad \widehat{CAB} = \beta + \frac{\alpha}{2}, \qquad \widehat{CBA} = \widehat{CBO} - \widehat{ABO} \qquad \widehat{CBO} = \frac{\pi}{2} - \frac{\alpha}{2}, \qquad \widehat{ABO} = \beta - \frac{\alpha}{2}$$

d'où :

$$CBA = \frac{\pi}{2} - \beta.$$

Le triangle ACB nous donne :

$$\overline{AC} \cos\left(\beta + \frac{\alpha}{2}\right) + \overline{BC} \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = \overline{AB}$$

$$\frac{\overline{AC}}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right)} = \frac{\overline{BC}}{\sin\left(\beta + \frac{\alpha}{2}\right)}$$

d'où

$$\overline{AC} = \overline{AB} \frac{\cos\beta}{\cos\frac{\alpha}{2}}.$$

Mais nous avons

$$\overline{AB} = 2R \sin\frac{\alpha}{2}$$

d'où

$$\overline{AC} = 2R \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} \cos\beta.$$

Le temps que met l'eau à parcourir la distance $\overline{AC}$ est égal à $\frac{\overline{AC}}{W}$. Le temps que met une aube à parcourir l'arc $\overline{AB}$ est égal à $\frac{R\alpha}{V}$.

Nous devons donc avoir la relation :

$$\frac{\overline{AC}}{W} = \frac{R\alpha}{V}$$

ou

$$\frac{2R \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} \cos\beta}{W} = \frac{R\alpha}{V}$$

L'angle α étant toujours très petit, on peut écrire sans erreur sensible :

$$\alpha = 2 \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}$$

d'où

$$W = V \cos\beta.$$

Il faut donc que la vitesse périphérique de la turbine soit plus grande que la vitesse à communiquer à l'eau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le rendement de la pompe fut sensiblement doublé. Depuis, nous avons amélioré le tracé de l'entrée du diffuseur et sommes parvenus à faire des pompes, dans lesquelles on communique toujours à l'eau une vitesse de 36 m″, mais où chaque litre d'eau aspire et refoule 10 litres d'air pris à la pression absolue de 15 millimètres de mercure.

La figure 4 représente une de ces nouvelles pompes.

Actuellement, le rendement de nos pompes est le même que celui des bonnes machines à piston, lorsque la pression dans le condenseur est égale à

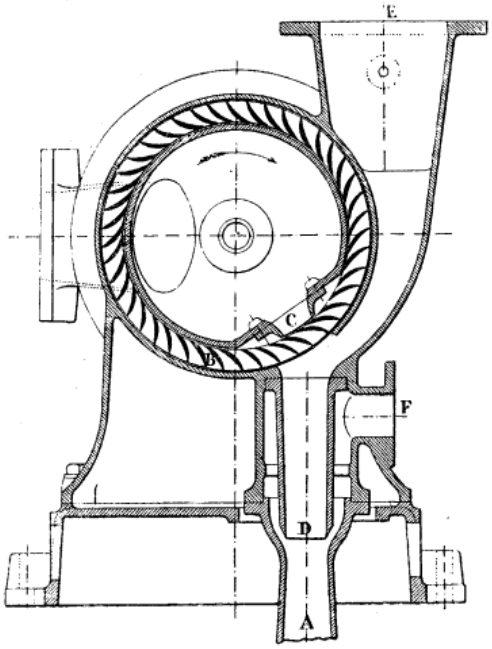


Fig. 4. — Nouvelle pompe à air *Maurice Leblanc* avec diffuseur A, amorceur D, turbine B à distributeur partiel C.

70 millimètres. Il est supérieur pour les pressions plus petites, inférieur pour les pressions plus grandes.

Ces bons résultats ont été confirmés par l'excellent accueil qu'elles ont reçu dans l'industrie; les premières applications datent de quatre ans et, aujourd'hui, près de 1800 condenseurs de toute puissance, répartis dans le monde entier, sont équipés avec elles.

Je dois dire que ce succès revient en grande partie à notre collaborateur M. Delas, en qui nous avons trouvé un apôtre convaincu et remarquablement actif.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toutefois ces pompes ne paraissaient pas convenir aux appareils à cuire dans le vide, à effets multiples, tels que ceux que l'on emploie dans les sucreries. Le volume des gaz non condensables à extraire est alors très grand et on cherche un rendement élevé, mais le vide demandé est beaucoup plus faible que pour les turbines à vapeur.

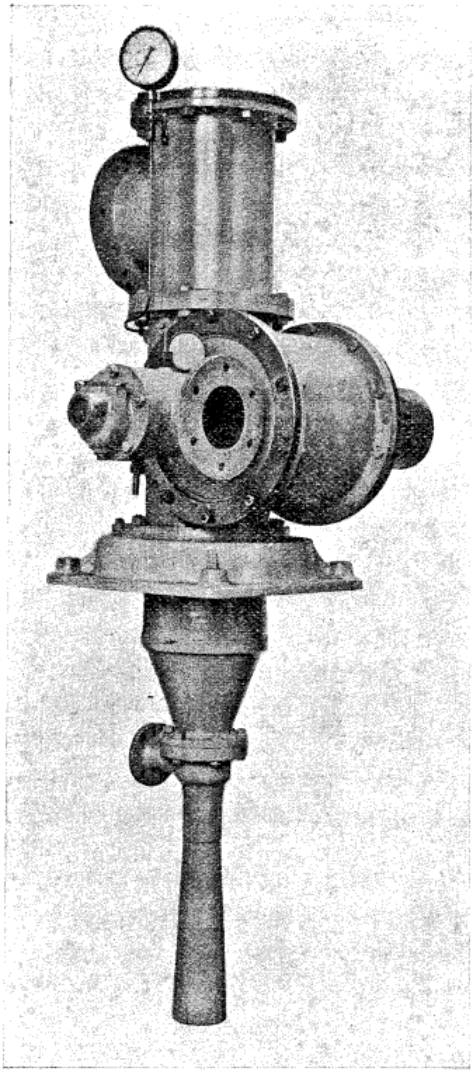


Fig. 5.

M. Buss a très simplement résolu ce nouveau problème. Il a remarqué qu'une fois la pompe en route, on pouvait lui faire aspirer, par la coupure de son éjecteur annulaire, un volume de fluide au moins égal à celui qu'elle aspirait par le haut, pourvu qu'il fût extrait d'un milieu à pression plus élevée.

Dans ces conditions, ayant à adapter une de ces pompes à un grand appareil à sextuple effet, dans la sucrerie de M. de Patzenhoffer en Hongrie, il envoya dans l'orifice de l'éjecteur les gaz provenant des quatre premiers bouilleurs et ceux provenant des deux derniers dans l'orifice d'entrée de la pompe.

Le vide ainsi obtenu fut plus élevé qu'avec une excellente pompe à piston de la même puissance.

Nous avons transformé ces pompes en éjecto-condenseurs en élargissant le canal compris entre la turbine et l'entrée du diffuseur, afin que la vapeur pût y affluer sans prendre une vitesse excessive. Elle s'y condense, au contact de la gerbe d'eau, en même temps que l'air est entraîné.

Ces appareils sont très simples, ne comportent qu'une roue et nous préconisons leur emploi, tant que la masse de vapeur à condenser à l'heure est inférieure à 2 000 kilos.

La figure 5 donne la vue extérieure de l'un d'eux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les puissances supérieures, nous nous servons du condenseur à injection suivant (fig. 6).

L'appareil devant être le plus souvent installé dans une cave, au-dessous de la machine desservie, il y avait intérêt à faire pénétrer la vapeur par le haut, en même temps que l'eau, c'est-à-dire à faire un condenseur parallèle au lieu d'un condenseur à contre-courant, bien que celui-ci fût naturellement le siège des différences de températures nécessaires pour la production du vide théorique.

Afin de pouvoir obtenir le vide théorique avec un condenseur parallèle, nous avons disposé, à sa partie supérieure, un véritable éjecto-condenseur qui débouche dans le condenseur proprement dit.

Dans ce but, l'eau est projetée par des tuyères à giration qui la résolvent en pluie dans un cône graduellement rétréci.

L'air qui se dégage de l'eau est entraîné avec elle et retarde la condensation si bien que la température de l'eau et la tension de vapeur, dans l'éjecto-condenseur, sont plus petites que dans le condenseur proprement dit. Il y a établissement d'une différence de pressions entre le haut et le bas de l'appareil, où s'achève la condensation. L'éjecto-condenseur utilise la force vive de l'eau et de la vapeur pour faire surmonter cette différence de pressions aux fluides qui affluent dans le condenseur.

Nous arrivons ainsi à avoir le vide théorique à l'endroit où arrive la vapeur. Il ne l'est pas dans la partie inférieure, où puise la pompe à air, mais cela importe peu ; une grande masse de vapeur doit être entraînée avec l'air, mais elle se condense dans la pompe et ne gêne pas son fonctionnement.

L'eau de refroidissement est reprise, dans le bas, par une pompe centrifuge qui la rejette à l'extérieur : les deux pompes sont montées sur le même arbre.

Les plus grands condenseurs de ce système construits jusqu'à présent sont ceux de la station centrale de Nysden, qui dessert le métropolitain de Londres.

Ils ne condensent que 35 000 kilos de vapeur à l'heure, provenant de turbo-alternateurs de 5 000 k. w., mais l'eau de refroidissement est simplement rafraîchie dans une tour au contact de l'air. Elle devait arriver dans le condenseur à la température de 27° et ne s'y échauffer que de 8°. Cela a conduit à l'emploi de condenseurs très puissants.

Le volume d'eau employé à l'heure est de 2 450 mètres cubes.

La pompe à air peut extraire à l'heure 2 500 mètres cubes d'air pris sous la pression propre de 17 millimètres de mercure.

Enfin les pompes, conduites par une machine à vapeur spéciale, tournent à la vitesse de 380 tours par minute et absorbent une puissance de 375 chevaux. Ces condenseurs donnent le vide théorique. Ils pourraient condenser trois fois plus de vapeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

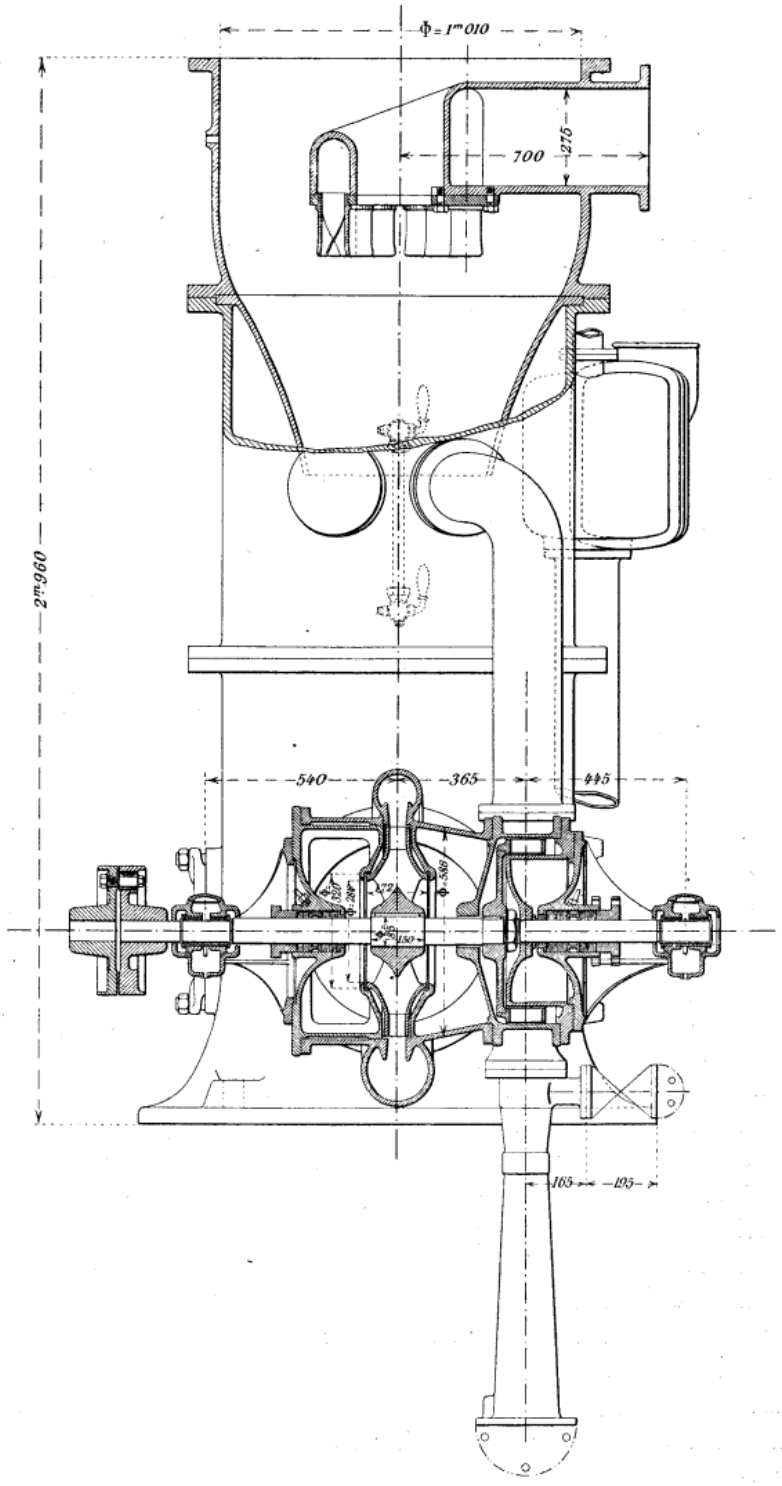


Fig. 6. — Condenseur à injection *Maurice Leblanc*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 7 est une vue extérieure d'un condenseur à mélange de ce système, dont les pompes doivent être conduites par une turbine.

La figure 8 représente un condenseur spécial pour machines d'extraction installé aux mines d'Anzin. On augmente le débit d'eau, au moment où la machine se met en route, on le réduit lorsqu'elle s'arrête. On a donné au con-

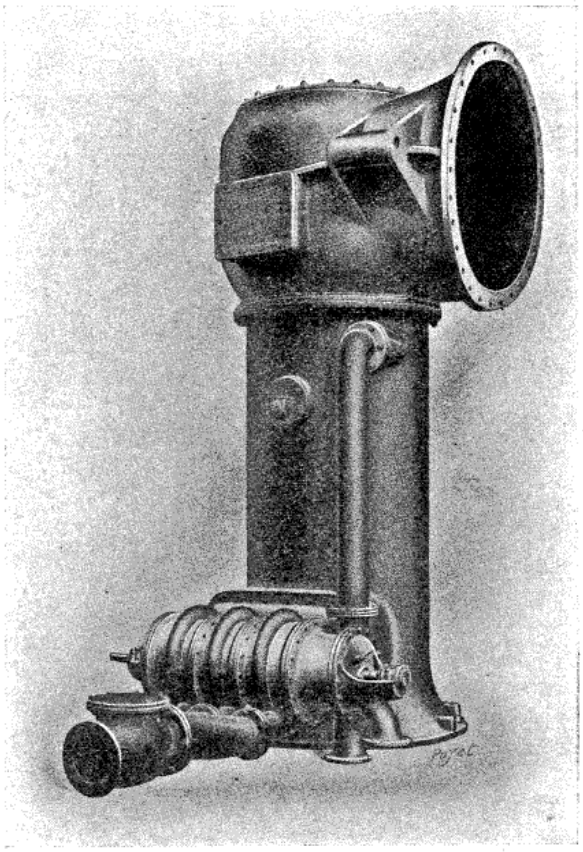


Fig. 7. — Condenseur à mélange *Maurice Leblanc*.

denseur une forme ventrue pour que l'eau puisse s'y accumuler pendant que le débit est maximum.

La figure 9 représente un groupe de pompes à eau et à air de condenseur à injection destiné à être monté sur le prolongement de l'arbre de la turbine à vapeur desservie par le condenseur. Les pompes tournent à la vitesse de 1 500 tours par minute. Le débit d'eau de refroidissement est de 170 litres par seconde. Pour l'obtenir, il a fallu donner à la pompe centrifuge trois roues associées en parallèle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

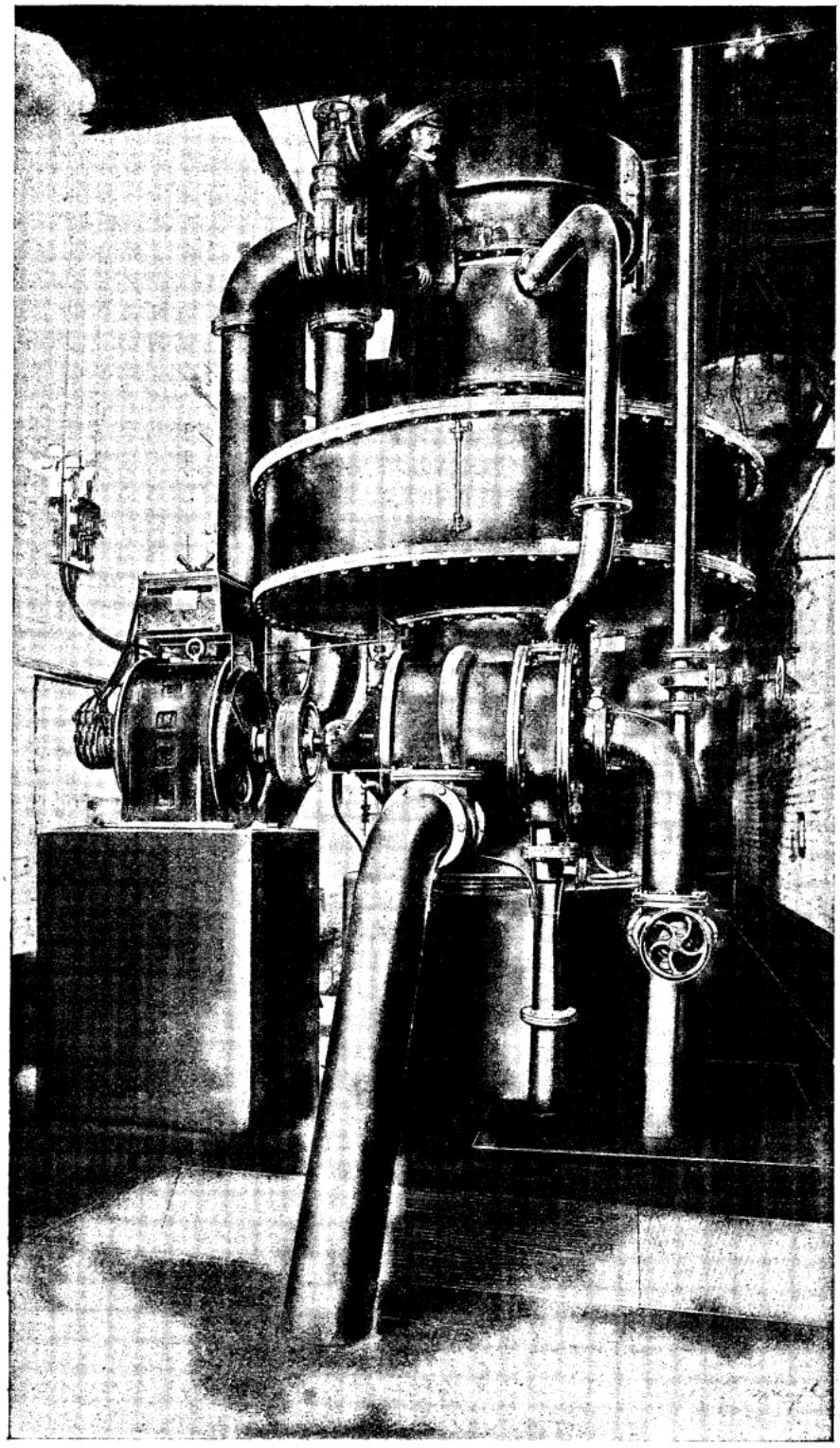


Fig. 8. — Condenseur *Maurice Leblanc*.
Machine d'extraction des mines d'Anzin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 10 représente un groupe de pompes destiné à un condenseur à surface. Sur le même arbre sont montées la pompe de circulation, la pompe à air et la pompe d'extraction d'eau condensée.

Les figures 11 et 12 représentent des groupes de turbines, pompe à air et pompe d'extraction d'eau condensée destinés à un contre-torpilleur. La vitesse de rotation est de 2 500 tours par minute.

Le débit de la pompe d'extraction d'eau condensée est de 65 mètres cubes à

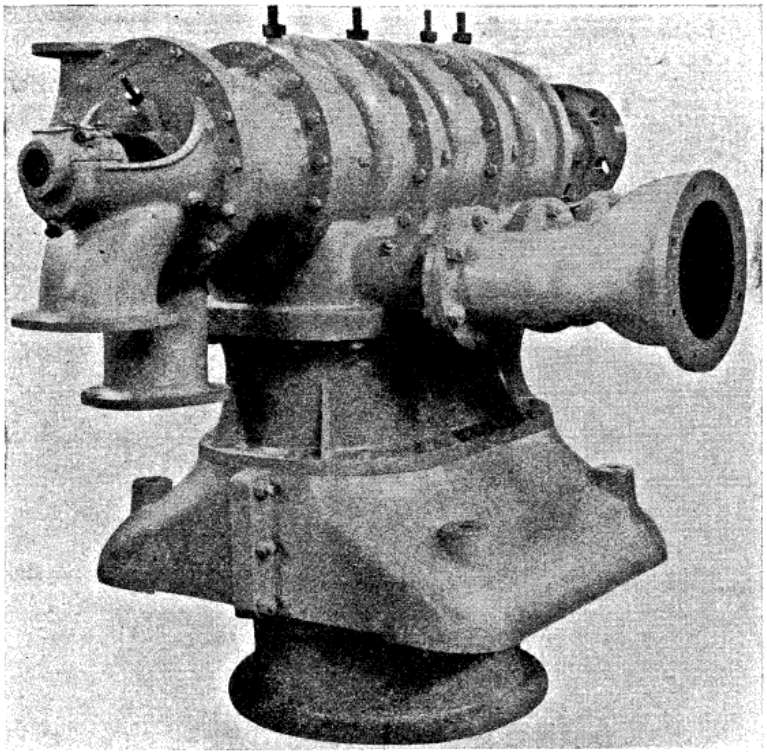


Fig. 9. — Groupe de pompes à eau et à air pour condenseur à injection.

l'heure. Cependant les deux pompes ne pèsent ensemble que 285 kilogrammes.

Pour une machine frigorifique à vapeur d'eau, un condenseur produisant un grand vide est encore plus nécessaire que pour une turbine à vapeur. Il convient que la température correspondant à la pression du condenseur diffère le moins possible de celle de l'eau de refroidissement, à son entrée. Il faut donc employer beaucoup d'eau par kilogramme de vapeur, quitte à dépenser plus de travail pour l'extraire, s'il s'agit d'un condenseur à injection, ou pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la faire circuler, s'il s'agit d'un condenseur à surface. En pratique, toutes les fois que nous disposons d'eau en quantité illimitée, comme dans les installations à bord, nous limitons à 2° ou 3° l'échauffement de l'eau de refroidissement.

Cela est d'autant plus indiqué qu'à bord, il n'y a pas à élever cette eau : on n'a qu'à la faire circuler.

Mais, si l'on arrivait à n'avoir qu'un écart de 5° par exemple entre la température correspondant à la pression du condenseur et celle de l'eau de refroidissement à son entrée, les différences de température, dans le condenseur,

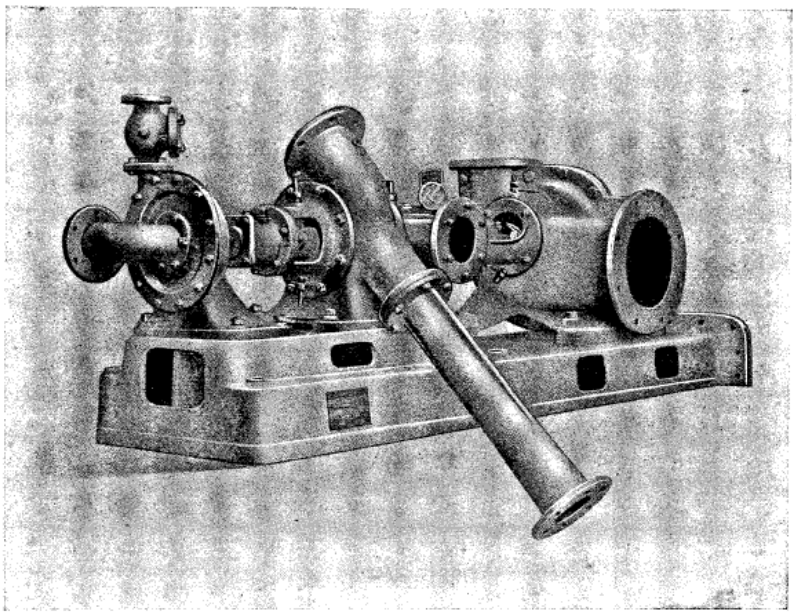


Fig. 10. — Groupe de pompes pour condenseur à surface.

étant très petites, l'air ne pourrait acquérir qu'une pression propre très faible, même dans la partie la plus froide où on le puiserait, si le vide théorique était obtenu. On pourrait donc craindre que le bénéfice dû à l'emploi d'une très grande masse d'eau de condensation fût rendu illusoire par l'impossibilité d'obtenir le vide théorique.

Mais nous n'avons qu'à alimenter notre pompe à air avec de l'eau préalablement refroidie par la machine frigorifique. La vapeur entraînée avec l'air se condense dans la pompe et l'air y acquiert une pression propre suffisante.

Avec les condenseurs à surface, la masse d'air à extraire est assez faible pour que le nombre de frigories perdues par suite du séchage préalable de l'air soit négligeable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'en serait pas ainsi avec les condenseurs à injection. Nous avons alors résolu le problème en faisant séjourner l'eau de refroidissement dans une enceinte où l'on maintient un vide de 8 mètres d'eau environ au moyen d'un éjecteur ordinaire, qui débouche dans l'atmosphère, mais dont on recueille la vapeur pour l'employer au réchauffage de l'eau d'alimentation.

L'eau se trouve ainsi purgée des 4 cinquièmes de son air, ce qui réduit d'autant le volume à sécher.

Cette disposition a fourni de très bons résultats. Elle est appliquée à la machine frigorifique de l'usine des Colles et Gélatines françaises, à Nanterre.

Nous avons appris dernièrement que cette disposition avait déjà été imaginée par M. Brown.

III. — ÉJECTEUR POUR MACHINES FRIGORIFIQUES A VAPEUR D'EAU

En possession d'un condenseur capable de donner le vide théorique, dans tous les cas, nous avons abordé l'étude de l'éjecteur, en nous proposant d'en faire un compresseur de machine frigorifique à vapeur d'eau.

L'industrie mettait à notre disposition des éjecteurs produisant un vide de 8 mètres d'eau environ, en débouchant dans l'atmosphère et produisant, par suite, un rapport de compression sensiblement égal à 5.

Nous voulions réaliser des éjecteurs aspirant de la vapeur d'eau et faisant un vide très supérieur à celui de nos condenseurs dans lesquels ils déboucheraient.

Mais il fallait que la pression restante, en amont de l'éjecteur, pût devenir égale au 1/15 ou au 1/20, suivant les cas, de la pression en aval.

Nous devions donc réaliser des appareils complètement différents de ceux qui existaient et capables de produire des rapports de compression de 3 à 4 fois plus grands.

L'éjecteur est d'une simplicité incomparable puisqu'il se résume en un assemblage de tuyaux et remplace à la fois un compresseur et sa machine motrice. Il convient aussi admirablement à l'extraction et à la compression de fluides de densité très faible, car ceux-ci le traversent avec une vitesse voisine de 1000 mètres par seconde.

1° Le fluide moteur entraîne par friction le fluide aspiré et la vitesse du fluide entraînant est maxima, lorsque celle du fluide aspiré est minima. Il en résulte un très grand glissement d'un fluide par rapport à l'autre, si bien que le rapport du travail de compression communiqué au fluide aspiré au travail disponible dans le fluide entraînant, au moment où ils entrent en contact, a pour limite supérieure 25 p. 100.

Ce défaut de rendement est heureusement compensé, en grande partie, dans le cas qui nous intéresse, par les propriétés de la vapeur d'eau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous refroidissons l'eau douce ou salée en l'évaporant partiellement elle-même. Cela évite l'emploi d'un échangeur de chaleur et, par suite, diminue de 5° environ la différence de températures à produire.

Les condenseurs de vapeur d'eau, qui n'ont que le vide à supporter, peuvent recevoir des dispositions beaucoup plus rationnelles que les condenseurs d'ammoniaque, d'acide sulfureux et surtout d'acide carbonique, qui ont à supporter des différences de pression très élevées.

Si on dispose d'eau de refroidissement en quantité suffisante, on peut, sans donner des dimensions exagérées au condenseur, y maintenir une température différant seulement de 5° de celle de l'eau de refroidissement à son entrée. Avec les machines à corps chimique, cette différence de température est d'au moins 10°.

Ainsi, nous gagnons une dizaine de degrés sur la différence de température à produire réellement du fait que nous remplaçons les corps chimiques employés d'habitude par de l'eau.

Enfin le cycle d'une machine frigorifique n'est pas un cycle de Carnot. Son rendement dépend de la nature de l'agent de transformation. Il est meilleur avec l'eau qu'avec tout autre corps, surtout qu'avec l'acide carbonique, lorsque la température, dans le condenseur, dépasse celle de son point critique, qui est de 31°,35.

2° Si l'on associe un éjecteur à un condenseur ordinaire de manière à produire un vide plus grand que celui du condenseur, il ne convient pas d'associer plusieurs éjecteurs en série, pour avoir une somme d'effets.

C'est qu'on n'a aucun moyen de condenser la vapeur motrice du premier. Il faut la faire enlever par le second, en même temps que celle entraînée par le premier. La dépense de vapeur motrice de chacun d'eux, au lieu de demeurer constante, croît en progression géométrique avec son rang.

Au contraire, si on avait affaire à des compresseurs rotatifs, on pourrait indéfiniment augmenter le nombre de leurs roues sans avoir à augmenter la masse de fluide qu'elles auraient à comprimer successivement.

Mais, avec un seul éjecteur, on peut produire utilement une différence de températures de 45°, ce qui est suffisant dans la plupart des cas.

3° Voici le plus grand défaut de l'éjecteur, à notre point de vue : les fluides moteur et aspiré s'y mélangent intimement et l'on ne peut condenser l'un sans condenser l'autre.

Or, si nous aspirions, par exemple, de la vapeur avec un compresseur rotatif et l'envoyions dans un condenseur, nous n'aurions qu'elle à condenser et nous pourrions utiliser ensuite la même eau de refroidissement pour condenser, à une température plus élevée, dans un autre condenseur, la vapeur qui aurait actionné la turbine motrice du compresseur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il en résulte qu'il faut ou bien admettre une température beaucoup plus élevée dans le condenseur de la machine à éjecteur que dans celui d'une machine à compresseur, ce qui met la première dans des conditions très défavorables, ou bien dépenser beaucoup plus d'eau de refroidissement, quatre fois plus ou moins, si l'on veut maintenir la même température dans le condenseur.

Cela n'a pas d'importance si l'on se sert d'eaux superficielles ou fournies par une tour de condensation, mais interdit l'emploi des eaux de couche, qui sont plus froides en été de 12° environ que les eaux superficielles. C'est qu'elles sont rares, proviennent de puits profonds et qu'il faut élever à une grande hauteur.

C'est là une cause d'infériorité grave dans les installations centrales de froid faites exclusivement pour produire de la glace ou refroidir les magasins à vivres, où, par économie, l'on cherche à employer des eaux de couche.

Il convient alors de substituer à l'éjecteur un compresseur rotatif.

Cette cause d'infériorité disparaît, en particulier, dans les installations à bord, où l'on ne dispose pas d'eau de couche, mais d'eau superficielle en quantité indéfinie, et qu'on n'a pas à élever.

La machine frigorifique à éjecteur convenait dans ce cas, d'autant plus que les machines à ammoniaque et à acide sulfureux étaient alors prohibées, à cause de la nocivité de ces fluides, et que l'on se servait exclusivement de machines à acide carbonique.

Or, l'eau de mer est généralement assez chaude et, dans beaucoup de régions, sa température atteint 32° en été. Il est donc impossible de liquéfier l'acide carbonique dans le condenseur ; le cycle réalisé dans la machine devient très différent de celui de Carnot et son rendement devient mauvais. Nous devions en obtenir un meilleur.

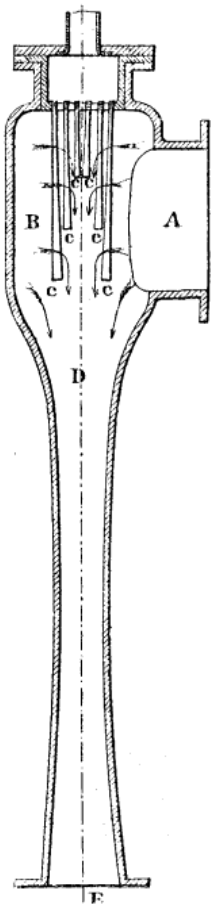


Fig. 11.

D'autre part, l'éjecteur est plus simple qu'un compresseur conduit par une turbine à vapeur et, à bord, où l'on dispose toujours d'une très grande puissance, pour l'appareil de propulsion, la simplicité l'emporte sur l'économie de vapeur.

Dans un éjecteur (fig. 11), il convient de distinguer les tuyères *c*, *c*... où la vapeur transforme en force vive son travail disponible, l'entraîneur B où les gerbes issues des tuyères arrivent au contact du fluide aspiré et l'entraînent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec elles, et enfin le diffuseur D, où la force vive des fluides se transforme en travail de compression.

Nous avons reconnu la nécessité de diviser la vapeur motrice en un grand nombre de gerbes distinctes pour augmenter la surface de friction. Cela nous conduisait à employer des tuyères multiples, comme on le voit sur la figure 11 ; mais, lorsque les orifices des tuyères étaient situés sur un même plan, les gerbes extérieures, en s'épanouissant, formaient écran et empêchaient le fluide aspiré d'arriver au contact des gerbes intérieures.

C'est pourquoi nous avons disposé nos tuyères en couronnes concentriques

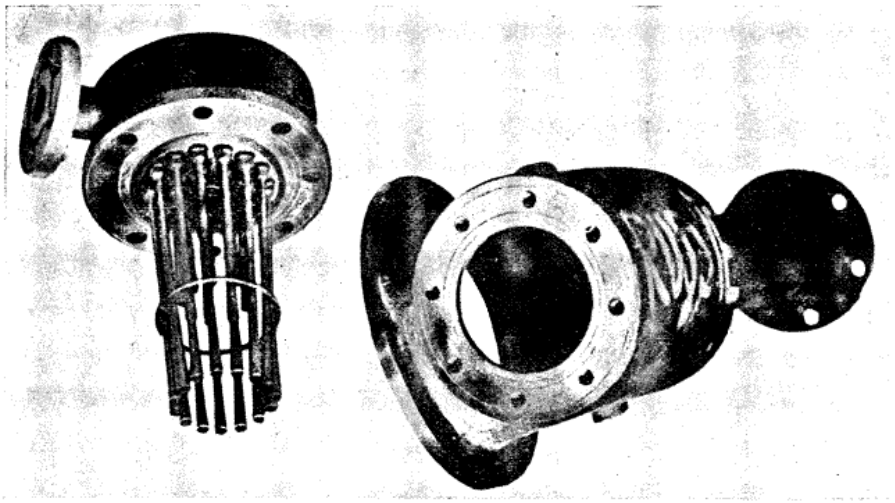


Fig. 12.

successivement étagées, pratiquement au nombre de trois. La couronne intérieure est la plus éloignée de l'entrée du diffuseur.

De cette manière, le fluide aspiré peut arriver au contact des gerbes issues des tuyères des différentes couronnes en n'ayant à franchir que des interstices ménagés entre des parois métalliques et dont la section demeure constante.

Il peut ainsi affluer librement autour de chaque veine motrice.

Nous attachons beaucoup d'importance à cette disposition, car c'est grâce à elle que nous avons pu faire des éjecteurs de rendement suffisant.

Les figures 12 et 13 représentent des groupes de tuyères multiples.

Le tracé des tuyères est déterminé par la théorie. Elle conduit à des résultats exacts tant que le fluide sort de la tuyère à une pression au moins égale à celle du milieu où elle débouche. Si cette condition est remplie, la transformation du travail disponible en force vive se fait avec un rendement voisin de 0,9.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les tuyères sont nécessairement convergentes-divergentes dans nos éjecteurs. Si la partie divergente s'épanouit plus qu'il n'est nécessaire et si la détente peut s'y prolonger jusqu'à ce que la pression finale du fluide soit inférieure à celle du milieu où elle débouche, l'extrémité de la tuyère devient le siège de violents remous, dont Stodola a fait une étude approfondie. La veine fluide cherche à occuper toute la section de l'orifice de sortie et, si cette dernière est 4 fois plus grande qu'il ne le faut, sa vitesse se trouve sensiblement divisée par K et sa force vive par K^2.

Il est facile de déterminer une tuyère de façon que ses orifices aient la section voulue pendant la marche normale de l'appareil. Mais un éjecteur

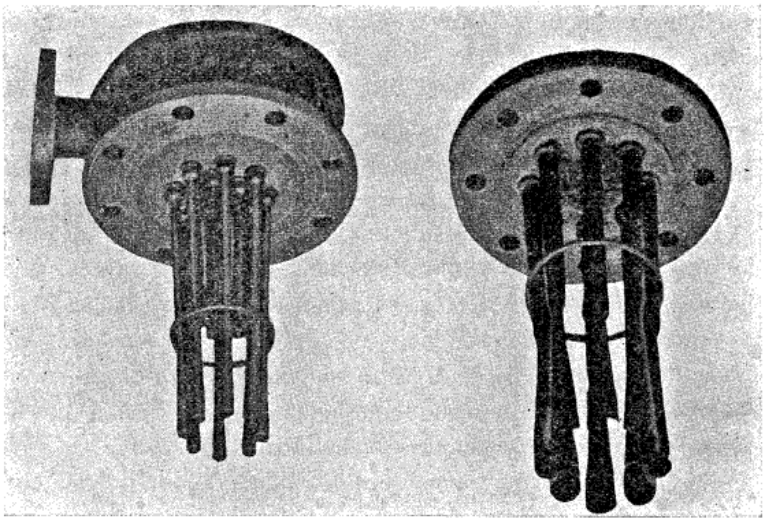


Fig. 13.

doit créer d'abord le vide qu'il a à entretenir ensuite. Au moment de la mise en route, la pression au débouché des tuyères est celle du condenseur et peut être de 15 à 20 fois plus grande qu'à l'état de régime. Il en résulte que des tuyères bien déterminées en vue de la marche normale ont des orifices de section beaucoup trop grande au moment de la mise en route. Elles ont alors un très mauvais rendement, qui rend difficile l'amorçage des éjecteurs lorsque le rapport de compression qu'ils doivent produire est supérieur à 7.

Si, au lieu de donner à la partie divergente des tuyères la forme d'un cône, on les évase en forme de trompette, la veine peut se décoller des parois de la tuyère, et l'on peut faire un éjecteur s'amorçant spontanément qui soit capable de produire un rapport de compression égal à 8, environ. Pour les rapports de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

compression supérieurs, il est nécessaire de recourir à des dispositions spéciales pour assurer l'amorçage.

La vapeur envoyée dans les tuyères ne doit jamais être surchauffée.

La surchauffe améliore le rendement des tuyères et augmente la force vive de la vapeur motrice lorsqu'elle en sort, mais elle augmente, en même temps, le travail de compression, à égalité de pressions initiale et finale. Étant donné le médiocre rendement de l'appareil, on comprend que l'accroissement du travail disponible nécessaire, à l'entrée du diffuseur, compense, et au delà, le bénéfice obtenu dans les tuyères.

C'est pourquoi nous n'avons trouvé aucun bénéfice à employer de la vapeur à une pression absolue supérieure à 5 kilogrammes par centimètre carré. La vapeur à employer de préférence est de la vapeur d'échappement à cette pression ayant déjà travaillé dans une machine à vapeur.

Nous avons observé les gerbes de vapeur lancées par des tuyères dans un éjecteur dont l'entraîneur était constitué par un grand autoclave, que nous verrons tout à l'heure, qui était éclairé à l'intérieur et muni d'un hublot.

Ces gerbes étaient visibles lorsque la vapeur était humide et affectaient la forme de barres rigides à contours très nets, qui demeuraient sensiblement cylindriques dans l'entraîneur, puis s'effilaient en pointe dans le diffuseur.

Elles étaient en tout point semblables à la gerbe de vapeur qui s'écoule d'un ajutage dans l'atmosphère. Il était manifeste que les fluides moteur et aspiré ne se mélangeaient pas et que chaque gerbe motrice ne faisait que s'entourer d'une gaine de fluide aspiré, qu'elle entraînait avec elle.

Par suite du défaut d'homogénéité de la masse fluide qui pénètre dans le diffuseur d'un éjecteur, nous ne pouvons appliquer la formule de Saint-Venant, dans ce cas, comme nous avons pu le faire dans celui des tuyères. Elle ne peut nous donner qu'une simple indication. Si la masse fluide était homogène, le diffuseur devrait être divergent tant que le rapport de compression serait inférieur à 1,725. Dès qu'il serait supérieur, le diffuseur devrait être d'abord convergent, puis divergent, et le rapport de la section de son col à celle de son orifice d'entrée devrait être d'autant plus petit que le rapport de compression serait plus grand.

Le bon sens indique que, dans un appareil où l'on oppose des diminutions de quantité de mouvement à des forces égales aux produits de sections par des différences de pressions, il convient de rendre les sections aussi petites que possible.

Aussi, quand nous voulons faire un nouvel éjecteur, nous commençons toujours par donner un col trop étroit à son diffuseur. Nous l'alésons ensuite, graduellement, jusqu'à ce que l'appareil veuille bien s'amorcer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'expérience nous a montré qu'il fallait que les gerbes de vapeur motrice pussent franchir le diffuseur dans toute sa longueur, sans toucher ses parois, bien qu'il fût d'abord convergent, et sans se rencontrer entre elles.

Cela nous a conduits à disposer ces gerbes en *paquet de macaroni*, en donnant l'inclinaison voulue aux tuyères, et à donner au diffuseur la forme d'un hyperboloïde de révolution à une nappe.

Cette disposition, jointe à l'emploi de tuyères multiples en couronnes étagées, caractérise nos éjecteurs.

L'amorçage est rendu difficile parce que, au moment de la mise en route, les tuyères se trouvent dans de mauvaises conditions de rendement et qu'une même gerbe de vapeur s'écoulant dans un milieu plus dense est plus rapidement ralentie.

Nous avons d'abord cherché à tourner cette difficulté de la manière suivante :

Au début de nos essais, nous ne disposions que d'un éjecteur à diffuseur divergent. Le rapport de compression qu'il pouvait développer était inférieur à 5 et nous ne pouvions faire de la glace avec lui qu'en maintenant, dans le condenseur, une pression au plus égale à 20 millimètres de mercure.

Nous eûmes alors l'idée d'envoyer, dans l'évaporateur, un petit filet d'air provenant de l'atmosphère. Cela nous permit soit d'accélérer beaucoup la production de la glace, soit d'obtenir des températures voisines de — 20°. L'air arrivait, en effet, très sec dans l'évaporateur et sa présence ne gênait pas l'évaporation de l'eau, tandis qu'elle y relevait suffisamment la pression pour permettre à l'éjecteur de se rapprocher de ses conditions de fonctionnement normales, le rapport de compression nécessaire se trouvant fort diminué.

Mais il fallait ensuite extraire l'air du condenseur. Celui dont nous nous servions était très puissant, par rapport à l'éjecteur, et sa pompe à air suffisait pour y maintenir une basse pression. Si nous tenions compte du travail nécessité par cette extraction, nous arrivions à un rendement détestable.

Nous pensâmes à laisser revenir l'air directement du condenseur dans l'évaporateur. Mais il ne pouvait avoir qu'une pression propre initiale très petite et était complètement saturé à la température de l'eau de refroidissement.

Dans ces conditions, il entraînait avec lui, dans l'évaporateur, presque autant de vapeur qu'il pouvait en extraire, sous un volume environ cinq fois plus grand, mais à une température bien plus basse. Le rendement demeurait très mauvais.

Il eût fallu sécher l'air entre le condenseur et l'évaporateur. On n'aurait pu y arriver qu'en le mettant au contact d'un corps chimique avide de vapeur d'eau, que l'on eût desséché ensuite, en le chauffant.

Il eût été plus simple, alors, de faire le vide au moyen d'une trompe à eau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parcourue par une solution saline concentrée, dont la tension de vapeur eût été notablement inférieure à celle de l'eau, à égalité de température.

C'est ainsi que nous avons obtenu de la glace en faisant le vide dans un récipient avec notre pompe à air, que nous alimentions avec une solution concentrée de chlorure de calcium : $CaCl^2$. Un serpentin parcouru par un courant d'eau maintenait la température de la solution dans le voisinage de 20°. Un appareil à multiple effet aurait permis de la reconcentrer indéfiniment.

Un autre procédé aurait consisté à produire de la neige dans tous les cas au moyen d'un éjecteur produisant un rapport de compression inférieur à 7 ou à 8. On aurait pu obtenir ensuite des températures plus basses en laissant tomber cette neige dans une solution concentrée de sel marin ou de chlorure de calcium, dont on aurait entretenu la concentration au moyen d'un appareil à multiple effet.

Nous espérions que l'emploi de corps chimiques tels que le sel marin ou le chlorure de calcium serait facilement admis ; mais on nous a objecté que les concentrateurs à multiple effet donnaient lieu à des sujétions de toute sorte, que les machines à concentration avaient été successivement abandonnées et qu'il était nécessaire de n'avoir recours qu'à des moyens purement physiques, sans faire aucun appel aux propriétés chimiques des corps.

Nous avons ainsi perdu beaucoup de temps avant de nous décider à faire étudier un éjecteur susceptible de produire un grand rapport de compression.

Nous savions bien le tracer, mais il refusait de s'amorcer.

Nous n'avons pu l'y déterminer qu'en ayant recours à des dispositions spéciales, dont nous allons énumérer quelques-unes.

Nous supposerons, pour simplifier les figures, que l'éjecteur n'ait qu'une seule tuyère dirigée suivant son axe. Mais tout ce que nous dirons s'appliquera, quel que soit le nombre des tuyères.

La veine motrice a un débit constant si la pression initiale de la vapeur est constante.

Elle conserve son individualité en sortant de la tuyère et en s'engageant dans le diffuseur. Lorsqu'elle se déplace dans un milieu à pression constante, elle s'épanouit, la vitesse de la vapeur allant en diminuant à cause des frottements contre le milieu.

Si elle passe d'un milieu dans un autre à pression supérieure, elle va en se rétrécissant tant que la vitesse de la vapeur est supérieure à celle du son, et en s'épanouissant dès qu'elle lui devient inférieure.

La vitesse de la vapeur diminue à mesure que sa pression s'élève. La veine finit donc toujours par s'épanouir.

Supposons que, malgré cela, elle ne rejoigne pas le diffuseur, comme il est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

représenté sur la figure 14. Un canal annulaire restera ménagé entre les parois de la veine et celles du diffuseur, par où le fluide aspiré sera entraîné. Le vide ira donc en croissant à l'amont. La vitesse initiale de la vapeur augmentera, en même temps que les frottements diminueront. Cela retardera son épanouissement, mais la différence de pressions, en grandissant, l'avancera. Si le vide voulu est atteint, avant que la veine ait rejoint le diffuseur, l'éjecteur se sera amorcé spontanément.

Si la veine rejoint le diffuseur (voir fig. 15), le fluide aspiré ne peut plus passer. D'abord entraîné par la veine motrice, il revient en arrière, le long du

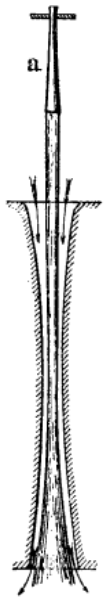


Fig. 14.

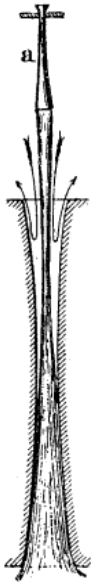


Fig. 15.

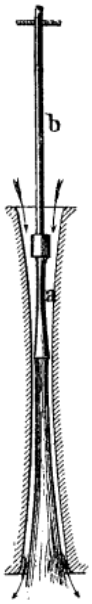


Fig. 16.

diffuseur, comme il est représenté par des flèches contournées sur cette figure, et l'éjecteur ne s'amorce pas.

Il faut donc empêcher la veine motrice de rejoindre le diffuseur. Voici quelques dispositions permettant d'obtenir ce résultat :

1° Montons la tuyère *a* (fig. 16) au bout d'une tige creuse *b*, par où arrive la vapeur, et qui pénètre dans l'entraîneur en traversant un presse-étoupes. Nous pouvons, en manœuvrant cette tige, enfoncer plus ou moins la tuyère dans le diffuseur et y diminuer le parcours de la veine motrice. Si on l'enfonce suffisamment, la veine ne peut rejoindre le diffuseur.

Le vide augmentant en amont, elle s'épanouit moins rapidement, et nous pouvons reculer la tuyère en la ramenant graduellement à sa position normale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous pourrions également laisser les tuyères fixes et déplacer le diffuseur devant elles.

Cette méthode est très efficace, mais présente un défaut. En pratique, nous ne nous servons pas d'une tuyère, mais d'un faisceau de tuyères, qu'il convient d'écarter pour bien répartir les jets de vapeur motrice dans le mélangeur. Il faudrait donc les serrer les unes contre les autres, en même temps qu'on les enfoncerait dans le diffuseur. Il serait difficile d'y arriver simplement.

2° On peut donner une section rectangulaire à un diffuseur (voir fig. 17). Deux pièces courbes de bronze *c* et *d* sont articulées autour de charnières *i* et *j*, et un mécanisme cinématique quelconque *k* permet de les ouvrir ou fermer comme des lames de ciseaux. Elles se déplacent entre deux plateaux parallèles *e* et *f*, contre lesquels elles font joint.

Quelque rapide que soit l'épanouissement de la veine motrice, on pourra écarter ces deux pièces suffisamment, pour qu'elle ne puisse les atteindre, et la vapeur aspirée s'écoulera le long d'elles. On les rapprochera l'une de l'autre, lorsque le vide s'élèvera en amont, et les amènera progressivement à leur position normale représentée par les lignes en traits interrompus de la figure 17.

On pourrait aussi faire une tuyère rectangulaire, dont les parois latérales s'ouvriraient ou se fermeraient en pivotant autour d'axes.

Cela permettrait de faire varier à volonté l'orifice de sortie de la tuyère. Elle s'ouvrirait lorsque le diffuseur se fermerait et réciproquement.

Nous avons réalisé la disposition représentée sur la figure 18, qui équivaut à peu près à la précédente et a donné de bons résultats.

Dans un diffuseur convergent-divergent, nous introduisons une poire métallique I, portée par une tige *m*, guidée à ses deux bouts, qu'on peut faire monter ou descendre. Des tuyères *aa*, disposées suivant une ou plusieurs couronnes concentriques, lancent des jets de vapeur dans l'espace annulaire ménagé entre le diffuseur et la poire.

La section minima offerte au passage des veines motrices varie avec l'enfoncement de la poire. Nous pouvons la rendre assez grande, pour qu'elles ne se rejoignent pas à l'intérieur du diffuseur et n'obstruent pas le passage nécessaire à l'écoulement du fluide aspiré.

Dans la disposition de la figure 19, le diffuseur à l'état normal serait constitué par une sorte d'hyperboloïde de révolution *op*, en caoutchouc armé par des fibres végétales dans le sens de sa longueur. Il serait fixé à sa partie supérieure et sa base serait reliée à un cercle métallique *qr*, qu'on pourrait faire monter ou descendre en agissant sur une tige K.

On déformerait l'hyperboloïde comme il est représenté sur la figure. Nous pourrions ainsi transformer graduellement un diffuseur divergent en un diffuseur convergent-divergent dont la section du col serait variable à volonté. Ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

serait une excellente solution de notre problème, mais nous n'avons pas osé nous servir de caoutchouc.

Toutes les dispositions précédentes exigent un servomoteur, pour rendre leur fonctionnement automatique en cas de désamorçage accidentel de l'éjecteur.

3° Dans la disposition de la figure 20, le cône convergent du diffuseur est remplacé par une série de troncs de cône superposés, tels que ceux représentés en *s* et *t*. Ils ne sont pas jointifs et les espaces ménagés entre eux communiquent,

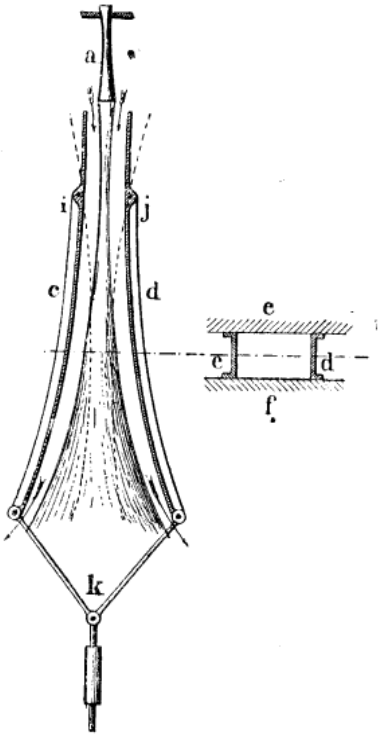


Fig. 17.

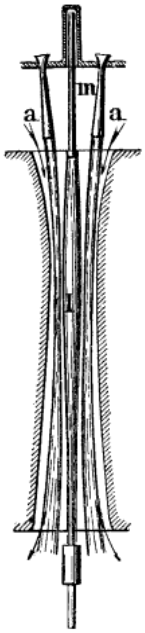


Fig. 18.

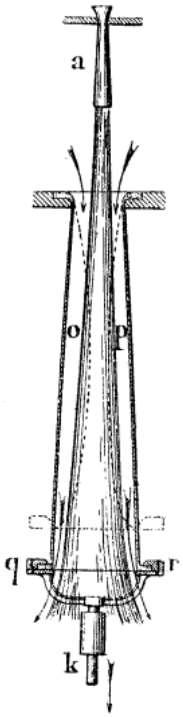


Fig. 19.

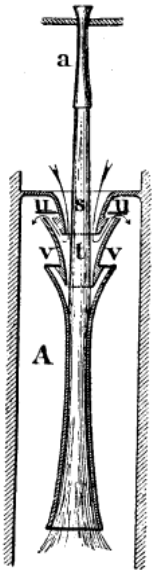


Fig. 20.

comme on le voit sur la figure, avec une capacité en relation directe avec le condenseur.

Les canaux ménagés entre les troncs de cône sont obturés par des clapets très légers tels que *u* et *v*.

Les fluides peuvent passer du diffuseur dans la capacité A, mais non en sens inverse.

Supposons que la veine motrice rejoigne les parois du diffuseur le long du tronc de cône *t*. Le fluide aspiré ne pourra aller plus loin, mais il affluera

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous le clapet u, le soulèvera et se rendra dans le condenseur. Le vide augmentant en amont, la veine motrice s'allongera et ne rejoindra plus le tronc de cône t. Le fluide aspiré affluera alors sous le clapet v, qu'il soulèvera en même temps que le premier se formera. Et, ainsi de suite, s'il y a d'autres troncs de cône superposés.

L'amorçage se fait bien de cette manière. La disposition est simple et automatique; mais la surface du diffuseur n'est plus continue, et des remous se produisent à l'endroit de chaque coupure pendant la marche normale.

Aucun des éjecteurs précédents ne peut valoir, en service, un éjecteur simplement tracé en vue d'obtenir le meilleur rendement possible, et dont le diffuseur aurait des parois lisses.

Nous avons donc recherché le moyen d'amorcer un éjecteur, non plus en modifiant son tracé pour l'adapter à ses conditions transitoires de fonctionnement, mais en lui donnant le tracé convenant le mieux pour la marche normale et en abaissant momentanément la pression dans le condenseur où il débouche.

Nous y sommes parvenus au moyen de divers artifices.

En employant cet éjecteur comme compresseur, nous avons fait une machine frigorifique à vapeur d'eau.

Voici la première réalisée. Nous voulions faire de la glace en arrosant la surface d'un cylindre tournant sur lui-même dans un autoclave où l'on faisait le vide. Les gerbes de vapeur motrice traversaient ce cylindre et enlevaient les vapeurs émises.

On obtenait finalement un cylindre de glace tel que celui représenté sur la figure 21. L'avantage de ce procédé consistait dans la rapidité de formation de la couche de glace. On pouvait faire une couche épaisse de 10 centimètres en une heure, tandis qu'il fallait vingt fois plus de temps avec des mouleaux. Mais la glace ainsi obtenue était opaque, par suite de la rapidité même de sa formation, et l'on ne voulait que de la glace transparente. Nous avons donc renoncé à ce procédé, mais cet appareil, où l'on pouvait voir tout ce qui s'y passait, nous a rendu de grands services pour nos essais.

Nous avons alors cherché à produire simplement de la saumure froide, que l'on utiliserait comme dans toutes les autres machines frigorifiques.

La petitesse des tensions auxquelles nous avions affaire et la grandeur des volumes spécifiques correspondants nous empêchaient de compter sur l'ébullition pour produire la vapeur, comme dans les réfrigérants ordinaires.

C'est ce qui nous a conduits à donner à l'évaporateur les dispositions représentées sur la figure 22.

L'eau entre à la partie supérieure, sous l'influence du vide, par une tubulure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a et est reçue dans une cuvette *b*, où elle perd toute sa force vive. Elle retombe d'une très faible hauteur sur une passoire *c*. Un tube *d* met en relation les

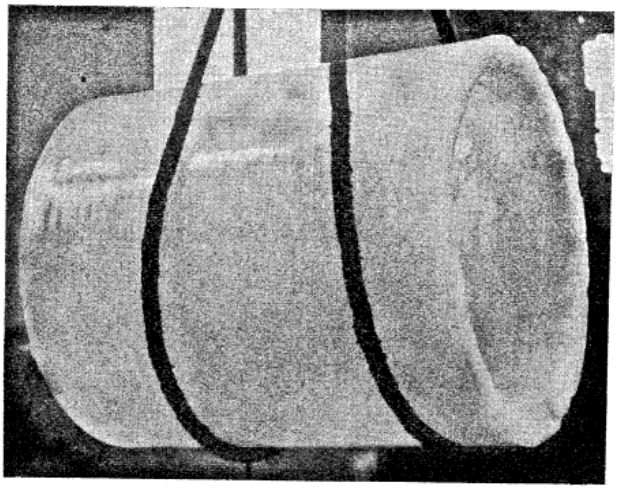


Fig 21.

deux faces de cette passoire de manière qu'aucune différence de pressions due, par exemple, au dégagement de l'air contenu dans l'eau, ne puisse s'établir entre elles et accélérer le passage de l'eau à travers les trous.

Celle-ci est divisée en un grand nombre de petits filets très minces, dont la vitesse initiale n'est que de quelques centimètres par seconde. Nous rendons ainsi maximum le temps qu'elle met à tomber dans un évaporateur de hauteur déterminée, et pendant lequel elle est soumise à l'action du vide. De plus, l'accélération de la pesanteur, qui tend à fragmenter les filets et à les résoudre en gouttelettes, produit tout son effet, et la surface d'évaporation devient naturellement très grande.

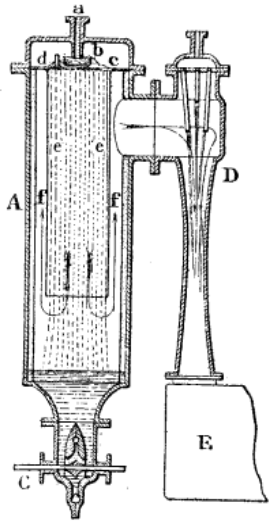


Fig. 22.

Les gouttelettes tombent au milieu d'un tube vertical *e* et se rassemblent à la partie inférieure de l'évaporateur, au-dessus de l'orifice d'entrée de la pompe centrifuge C, qui extrait l'eau du vide et la renvoie dans la canalisation. Cet orifice doit être très large et les ouïes de la pompe parfaitement dégagées, parce qu'on ne dispose généralement que de quelques décimètres d'eau pour les mettre en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

charge et que l'eau entraîne toujours de l'air avec elle. Afin que celui-ci ne s'accumule pas dans les ouïes en arrêtant le fonctionnement de la pompe, les bulles doivent revenir en arrière, au milieu de la masse d'eau et à contre-courant. Il faut, pour cela, que la vitesse de l'eau soit très petite en amont des ouïes.

La vapeur produite dans le tube *e* remonte dans l'espace annulaire ménagé entre ses parois et celles de l'évaporateur et se rend vers l'éjecteur en suivant les chemins indiqués par des flèches sur la figure 24.

Sa vitesse d'écoulement ne doit être que d'une vingtaine de mètres par seconde. Sa densité est alors assez faible pour qu'elle laisse retomber les gouttelettes d'eau qu'elle aurait pu entraîner avec elle. L'espace annulaire *ff* se comporte comme un séparateur.

Pour empêcher le réchauffage de l'évaporateur par le milieu ambiant, nous disposons un tube en laiton mince concentrique à l'évaporateur et coulons du brai entre leurs parois.

Ces dispositions simples sont très efficaces et les évaporateurs de ce genre peu encombrants par rapport à leur puissance, même lorsqu'il s'agit de produire des frigories à basse température (— 17°, par exemple, la plus basse température que nous ayons obtenue). Si l'on mesure la pression dans l'évaporateur, en même temps que la température de l'eau ou de la saumure à la sortie de la pompe, on retrouve très sensiblement les nombres de Regnault. Enfin, en nous servant à la fois de saumure et de condenseurs à surface, nous n'avons jamais trouvé de sel dans l'eau extraite du condenseur.

La figure 23 représente la plus grande machine de ce système que nous ayons construite. Elle est en fonctionnement, depuis plus de deux ans, aux mines de Béthune.

Elle se compose, en réalité, de deux machines : l'une, de 65 000 frigories, destinée à fournir de l'eau à + 5° qui doit servir à refroidir de l'huile pour l'absorption du benzol, et l'autre de 6000 frigories, pour faire de la glace.

Ces machines utilisent de la vapeur d'échappement. L'eau de refroidissement vient du fond de la mine ; elle arrive au condenseur à la température de 20° environ.

A la suite d'expériences faites sur une machine d'essais, au mois de novembre 1909, la Marine a bien voulu nous charger de la construction des machines destinées à refroidir les soutes du croiseur *Suffren* et de cinq des cuirassés du type *Danton*. Depuis, elle nous a chargés de celles destinées aux *Courbet*, *Jean-Bart*, *France*, *Paris*, *Châteaurenaud*...

Les machines du *Suffren* devaient produire chacune 15 000 frigories à + 14°,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'eau de mer étant à + 32°. La figure 24 donne une vue photographique de l'une d'elles. Elles devaient remplir les mêmes conditions générales que les suivantes.

Les machines du *Danton* devaient produire 30 000 frigories à + 14°, le condenseur étant refroidi avec de l'eau de mer à + 28° et la vapeur motrice à la pression absolue de 9 kilogs. Elles devaient être munies de deux éjecteurs sus-

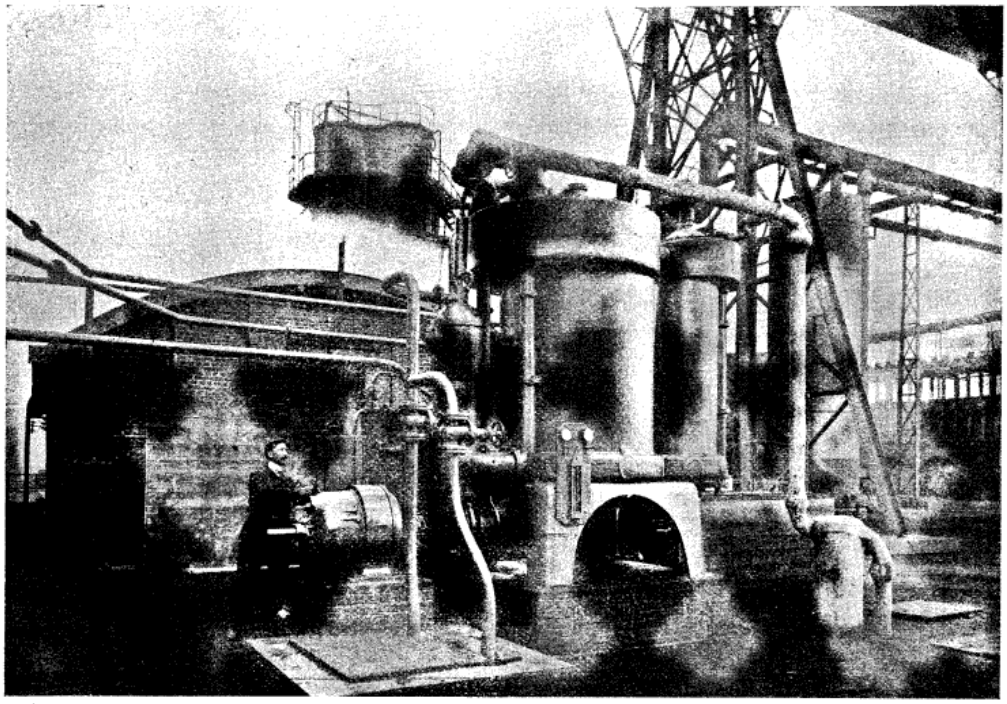


Fig. 23. — Machine frigorifique *Maurice Leblanc* des mines de Béthune.

ceptibles de fonctionner ensemble ou séparément, de manière à fournir, suivant les besoins, 10 000, 20 000 ou 30 000 frigories.

On devait se servir d'eau de mer pour transporter les frigories. Les machines devaient être disposées pour qu'on pût envoyer dans la circulation de l'eau de mer non refroidie toutes les fois que sa température serait inférieure à 14°.

Les pertes de charge, dans la canalisation parcourue par l'eau refroidie, étaient évaluées à 20 mètres.

Toutes les pompes devaient être mues par des moteurs électriques du type enfermé. Les machines devaient être munies d'un dispositif de sécurité fermant brusquement l'arrivée de la vapeur si la pression absolue dans le condenseur dépassait 5 mètres d'eau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chaque machine devait produire au moins 150 frigories par kilogramme de vapeur dépensé, et le travail électrique absorbé par toutes ses pompes ne devait pas dépasser 10 kilowatts.

Enfin la machine entière devait être contenue dans un caisson ayant les dimensions suivantes : longueur 2m,80, largeur 1m,60, hauteur 1m,80, et son poids ne devait pas dépasser 2500 kilogs.

La figure 25 donne une vue de cette machine. Nous avions quatre pompes à desservir, savoir : pompe d'extraction et de circulation de l'eau de mer

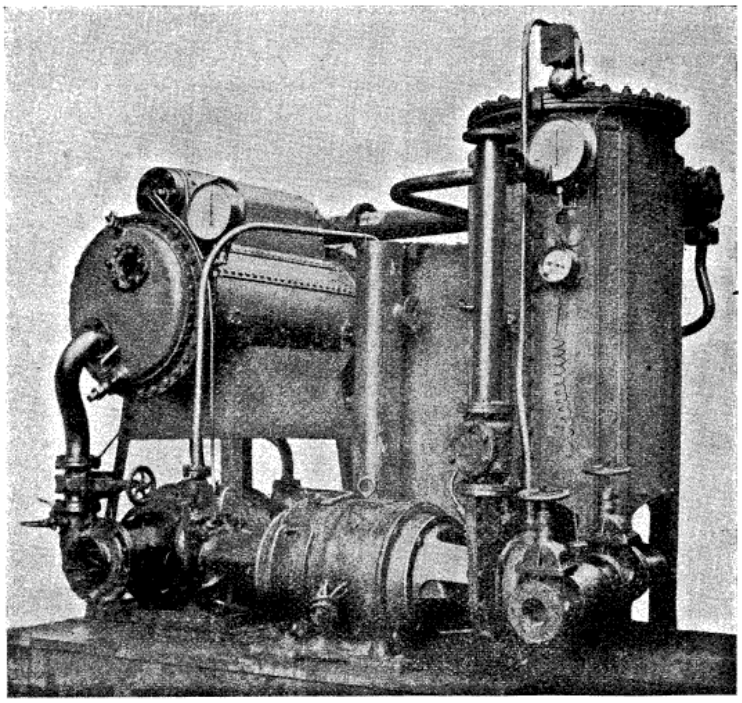


Fig. 24. — Machine frigorifique *Maurice Leblanc* du *Suffren*.

refroidie, pompe de circulation du condenseur, pompe à air et pompe d'extraction de l'eau condensée. Nous nous sommes servis de deux moteurs électriques pour cela, afin de pouvoir monter les pompes en bout d'arbre, ce qui les rend très accessibles et facilement démontables.

Sur la figure 25 on voit l'évaporateur à droite et le condenseur à gauche. Entre les deux se trouve un bac ouvert à l'air libre, où revient l'eau de la canalisation. Elle retourne ensuite, par aspiration, dans l'évaporateur. L'eau servant à alimenter la pompe à air est prise à la partie inférieure du bac et renvoyée en un autre de ses points. Elle ne peut retourner à la pompe qu'après avoir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contourné plusieurs chicanes, et, chemin faisant, elle abandonne l'air qu'elle a entraîné dans la pompe.

La pompe à air est ainsi alimentée par de l'eau préalablement refroidie. C'est une pompe de notre système.

Le gros éjecteur a reçu 27 tuyères identiques disposées en trois étages. Le petit éjecteur en a reçu 15, disposées de la même manière.

Toutes ces tuyères ont $1^{mm},2$ au col. La pression absolue de la vapeur mo-

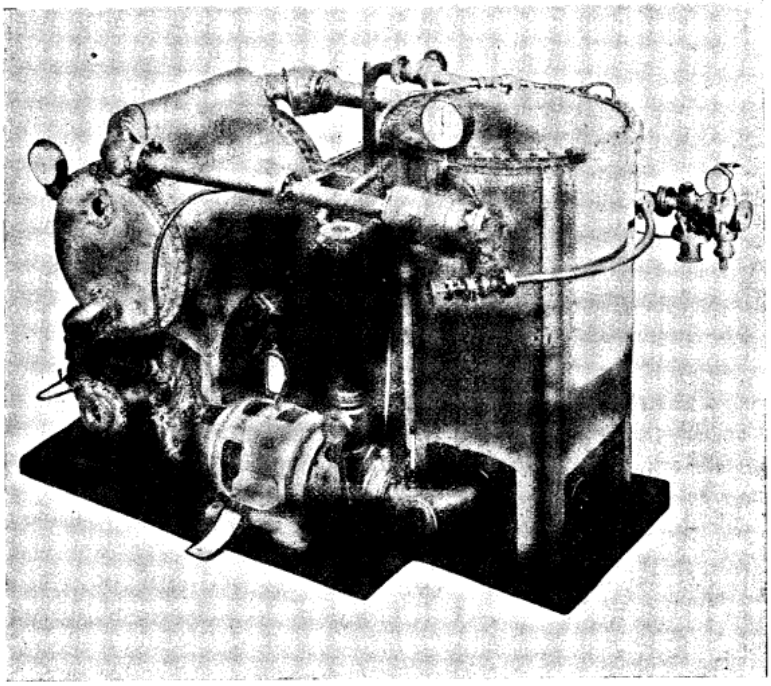


Fig. 25. — Machine frigorifique *Maurice Leblanc* du *Danton*.

trice étant de 9 kilogrammes, la dépense de vapeur est de $1^{gr},286$ par seconde et par millimètre carré de la section du col. Pour cette pression, le gros éjecteur devait dépenser à l'heure 141 kilogrammes de vapeur et le petit $78^{kg},5$.

Il s'agissait d'une fourniture importante de machines construites pour la première fois ; aussi les éjecteurs ont été très largement calculés. Nous nous étions donné comme conditions à remplir : 45 000 frigories au lieu de 30 000 à 14°, avec condenseur à 40°, soit en produisant une différence de températures de 26°.

Les machines du *Danton* ont fourni, aux essais, 43 200 frigories à l'heure en produisant une différence de températures de 29°. La dépense de la vapeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

était de 218 kilogrammes à l'heure, ce qui correspond à une production de 200 frigories par kilogramme de vapeur au lieu des 150 frigories garanties.

Il serait facile de limiter à ce chiffre de 218 kilogrammes de vapeur la dépense totale. En effet, la pression disponible à bord descend rarement au-dessous de 13 kilogrammes absolus par centimètre carré. Une pression absolue de 4 kilogrammes convient parfaitement pour l'éjecteur, et il importe que la vapeur qu'il reçoit ne soit pas surchauffée.

Nous avons donc la faculté d'envoyer la vapeur venant des chaudières dans un moteur monté en série avec l'éjecteur, qui pourra actionner toutes nos pompes si elles n'ont pas un trop mauvais rendement. Que faut-il pour cela? Qu'on les fasse tourner 3 ou 4 fois plus vite; car, sauf la pompe de circulation, ce sont des pompes à petit débit et à grande hauteur de refoulement, et l'on ne veut pas de pompes multicellulaires parce qu'elles coûtent trop cher.

Nous avons en construction une machine destinée à produire des frigories à — 10°, alors que l'eau de refroidissement du condenseur est fournie à + 30°. Nous l'équiperons avec des pompes à grande vitesse actionnées par une turbine montée en série avec l'éjecteur. Nous espérons que, dans ces conditions, le nombre de frigories produites par kilogramme de vapeur sera de 60 environ.

IV. — COMPRESSEURS ROTATIFS A GRANDE VITESSE

Après les trompes à eau ou à vapeur, le compresseur de fluides le plus simple est le ventilateur à une ou plusieurs roues associées en série.

La nécessité où l'on se trouve, dans les trompes, de mélanger intimement les fluides moteur et aspiré, est une sujétion grave, qui limite leur emploi. Dans les ventilateurs, au contraire, la compression se fait comme dans un compresseur à piston.

Si on accouple un ventilateur à une ou plusieurs roues associées en série avec une turbine motrice, on réalise un turbo-compresseur, machine complètement rotative, ne comportant aucun clapet ni organe de distribution, et où les frottements des pièces métalliques se trouvent réduits à ceux de l'axe dans ses paliers.

C'est la machine de compression idéale. Il y aurait le plus grand intérêt à faire des turbo-compresseurs de toute puissance et à les utiliser aussi pour faire le vide.

Mais, jusqu'à présent, seul Rateau a su faire de semblables appareils ayant un rendement comparable à celui des machines à piston et, encore, ne s'en est-il servi que pour comprimer de l'air pris à la pression atmosphérique, en leur donnant des puissances d'au moins 500 chevaux.

Il y a donc des difficultés spéciales à faire un compresseur d'air de faible

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puissance et aussi à faire des turbo-compresseurs pour fluides raréfiés.

Considérons un compresseur de Rateau aspirant de l'air, ayant une vitesse de rotation de 3 000 tours par minute et absorbant 500 chevaux. Si nous voulons faire un compresseur du même système, comprimant l'air à la même pression, ayant le même rendement et n'absorbant que 5 chevaux, il résulte des théories de Rateau que nous devons reproduire le premier à l'échelle du 1/10 et le faire tourner dix fois plus vite, soit lui faire faire 30 000 tours par minute, au lieu de 3 000, la vitesse périphérique des roues demeurant la même.

Si l'on veut diminuer la densité du fluide traversant une roue d'un compresseur et conserver néanmoins le même rendement en faisant absorber la même puissance à la roue, il faut que la vitesse périphérique des ailes soit inversement proportionnelle à la racine cubique de la densité du fluide.

Si, par exemple, nous prenons une roue de compresseur Rateau aspirant de l'air à la pression atmosphérique et dont les ailes des plus grandes roues ont une vitesse périphérique de 140 m.″, nous pourrons lui faire absorber la même puissance et lui conserver son rendement en portant cette vitesse à 250 m.″ et en lui faisant aspirer de l'air à la pression de 1/6 d'atmosphère environ.

Mais le travail fourni à chaque kilogramme de fluide est multiplié par le carré de la vitesse tangentielle, si bien que le nombre de roues à mettre en série, pour obtenir un même rapport de compression, se trouve très diminué.

Si l'on tient compte de ce fait et de ce que les compresseurs Rateau utilisent extrêmement bien leurs matériaux, on conçoit la possibilité de faire des appareils capables de faire le même vide que nos pompes à air, qui aient un bon rendement et qui utilisent encore bien leurs matériaux, à la condition de porter leur vitesse périphérique de 140 à 250 mètres.

Mais s'il s'agit d'aspirer de la vapeur d'eau à la température de — 10°, par exemple, il faut porter cette vitesse périphérique à 500 m.″, pour que le compresseur ne prenne pas de dimensions exagérées.

Ces vitesses de 250 m.″, pour l'air, et de 500 m.″, pour la vapeur, doivent être considérées comme des limites supérieures.

En effet, le fluide s'échauffe en traversant une roue, la compression y étant adiabatique. Toutes choses égales d'ailleurs, l'air s'échauffe deux fois plus que la vapeur, sa chaleur spécifique, à pression constante, étant deux fois plus faible.

D'autre part, l'air aspiré est généralement à la température de 20°. Si la roue a une vitesse périphérique de 250 m.″, il en sort à une température voisine de 50°.

Si c'est de la vapeur prise à — 10°, nous pouvons la chauffer de 60° au lieu de 30°, en la faisant toujours sortir de la roue à 50°. Sa chaleur spécifique étant double de celle de l'air, nous pouvons porter la vitesse périphérique de la roue à 500 mètres par seconde.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme nous le verrons, nous ne pourrons pas nous servir d'ailes métalliques. Celles que nous emploierons ne seront pas susceptibles de supporter de hautes températures : il y a donc lieu de réduire ces dernières.

Le fluide sortant d'une roue devra toujours être refroidi avant qu'il aborde la roue suivante du compresseur.

En résumé, pour faire le vide avec des compresseurs rotatifs, surtout en aspirant de la vapeur d'eau à basse température, il faut communiquer une très grande vitesse périphérique, pouvant atteindre 500 m.″, à leurs plus grandes roues.

Enfin, les appareils producteurs du vide étant généralement de médiocre puissance, des vitesses de rotation de plusieurs centaines de tours par seconde sont nécessaires.

Nous avons étudié un compresseur pour une machine frigorifique fournissant 20 000 frigories à l'heure à — 10° et ayant son condenseur à + 30°. Nous avons été conduits à lui donner 4 roues, à donner à la plus grande une vitesse périphérique de 500 m.″ et à faire tourner le tout à la vitesse de 30 000 tours par minute.

Les difficultés d'ordre mécanique étaient grandes. Voici comment elles ont été résolues.

Les ailes doivent être nécessairement dirigées suivant des rayons de la roue, être constituées par des lames graduellement amincies du centre à la périphérie et être simplement maintenues par des talons encastrés dans le moyeu. Ce mode de construction nous paraît s'imposer.

A moins de ne donner qu'un dixième de millimètre d'épaisseur à leur extrémité, ce qui est très difficile, on ne peut les faire en acier, car le moyeu ne saurait résister aux tractions extraordinaires développées par la force centrifuge. D'autre part, si ces ailes venaient à frotter contre les parois du stator, elles les fraiseraient. Enfin l'arrachement d'une aile pourrait avarier gravement le stator.

Mais les fibres végétales résistent mieux à la force centrifuge que les fibres métalliques. C'est ainsi que, dans les dirigeables et les aéroplanes, on emploie des hélices en bois en place d'hélices métalliques. D'autre part, l'effort de redressement dû à la force centrifuge est tellement grand, dans notre cas, que nous n'avons pas à nous préoccuper du défaut de rigidité des ailes : de simples lanières reliées au moyeu conviendraient parfaitement.

Toutefois nous ne pouvons pas nous servir de toile : non seulement la trame constituerait une surcharge inutile, puisque nos ailes n'ont aucun effort à supporter dans le sens transversal, mais la chaîne de la toile est une sinusoïde que l'on doit d'abord rectifier, avant de faire travailler les fibres à l'allongement.

Des bandes de toile, ayant la résistance voulue, s'allongeraient de 30 ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

40 p. 100 sous l'influence de la force centrifuge, ce qui est inadmissible.

C'est pourquoi nous faisons des bandes de fils tendus parallèlement les uns aux autres et agglutinés entre eux par une colle.

Nous nous servons de fils de ramie agglutinés avec de l'acétate de cellulose dissous dans l'acétone. Il importe que les fils soient d'abord vidés d'air et que la solution vienne les baigner dans le vide, pour qu'elle les pénètre à cœur, lorsqu'on rétablit la pression, et empêche les fibres végétales de se détordre. Nous arrivons ainsi à faire des bandes dont la densité est sensiblement celle de l'eau, qui ne se rompent que sous un effort de 30 kilogrammes par millimètre carré, avec un allongement de 2,5 à 3 p. 100, et sont parfaitement insensibles à l'humidité et à la chaleur, tant que la température ne dépasse pas 100°.

Avec ces bandes repliées sur elles-mêmes, autour d'un talon en fibre, nous constituons des solides sensiblement d'égale résistance. On les badigeonne avec la solution d'acétate de cellulose et on leur donne ainsi un épiderme dur, que

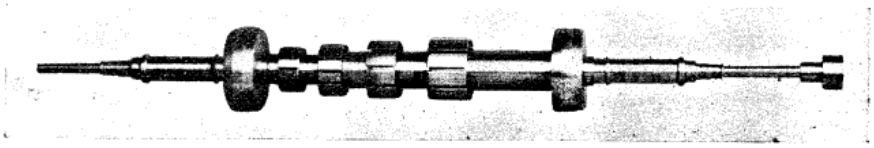


Fig. 26.

l'on ne peut rayer avec l'ongle, et qui résiste bien au frottement de gouttelettes d'eau.

Ces talons sont simplement encastrés dans des rainures en queue d'aronde pratiquées dans les moyeux des roues.

La figure 26 représente l'arbre de notre compresseur d'essai :

On voit les rainures en queue d'aronde.

La figure 27 représente le même arbre muni de ses ailes. Elles sont de forme rectangulaire. Nous avons adopté cette forme, en construisant l'appareil, parce que nous redoutions l'allongement possible des ailes.

Nous leur donnerons désormais une forme trapézoïdale, leur allongement étant très faible. Cette dernière est préférable à tous les points de vue. Les deux petits volants qu'on voit aux extrémités de l'arbre sont des équilibreurs automatiques, dont nous parlerons tout à l'heure.

On peut faire travailler ces ailes, en toute sécurité, à raison de 7 kilogrammes par millimètre carré, ce qui rend leur tracé facile à cause de la faiblesse de leur densité, et il n'y a plus aucune difficulté à constituer le moyeu, les efforts de traction étant environ 7,5 fois plus petits que si l'on s'était servi d'ailes d'acier de même profil.

Un grand avantage de ces ailes est le suivant : nous leur donnons un petit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

excès de largeur et les faisons d'abord tourner à une vitesse de 3 000 à 4 000 tours par minute. Elles usent leurs bords contre les plateaux du stator sans rayer ceux-ci, et s'ajustent d'elles-mêmes dans leurs cages.

Enfin leurs arrachements sont inoffensifs pour le stator. Elles se transforment en charpie et n'abîment pas les diffuseurs des roues.

Les questions relatives à la grandeur de la vitesse périphérique étant ainsi résolues, nous avons dû nous préoccuper de celles relatives à la grandeur de la vitesse angulaire.

A la vitesse de 30 000 tours par minute, une masse de 1 gramme décrivant

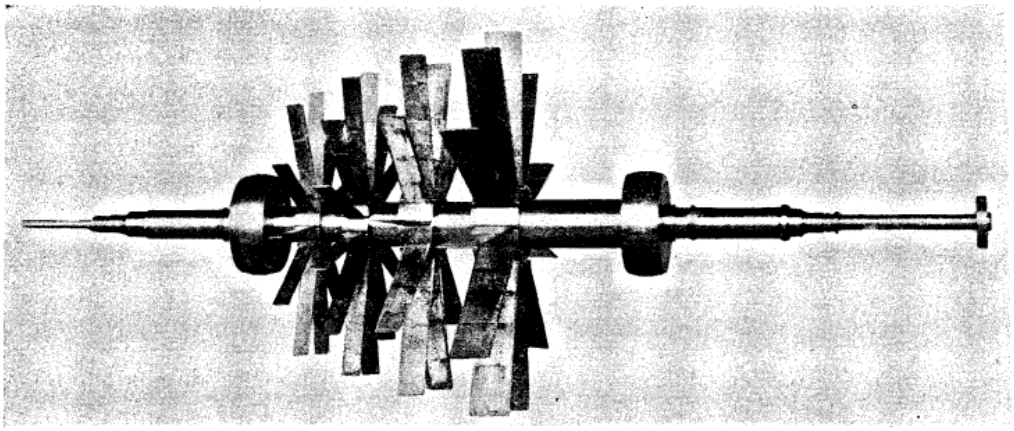


Fig. 27.

un cercle de 1 millimètre de rayon est sollicitée par un effort de un kilogramme de force.

Il faut donc équilibrer parfaitement les masses tournantes autour de l'axe de rotation si on veut éviter de très grandes réactions sur les points d'appui.

On peut éviter ces réactions en laissant le rotor tourner librement autour du plus grand ou du plus petit des axes principaux d'inertie passant par son centre de gravité, qui sera naturellement dans le voisinage immédiat de son axe de figure et que nous appellerons simplement axe d'inertie, dans ce qui va suivre.

Mais alors l'arbre, ne tournant plus autour de son axe de figure, saute, suivant l'expression courante, et fait sauter toutes les pièces qui lui sont reliées, en fatiguant beaucoup leurs attaches.

On n'évite ainsi une difficulté que pour tomber dans une autre. Il est donc nécessaire d'équilibrer parfaitement les masses tournantes autour de leur axe de figure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut y arriver, lors de la construction, si les masses tournantes sont indéformables, mais c'est impossible lorsqu'elles peuvent être déformées ou redressées par la force centrifuge, comme nos ailes en fibres végétales.

Nous avons donc cherché à faire des équilibreurs automatiques qui tendissent toujours à faire coïncider l'axe d'inertie du rotor avec son axe de figure, pendant la marche normale, quels que fussent les défauts de l'équilibrage initial et les déformations subies pendant la marche.

Cela était possible si l'arbre du rotor demeurait libre de choisir, à chaque instant, son axe de rotation.

Pour ramener l'axe d'inertie d'un rotor à coïncider avec son axe de figure, il suffit de fixer deux masses additionnelles à ses extrémités, en des points bien déterminés. Nous calons, dans ce but, sur ces deux extrémités deux petits

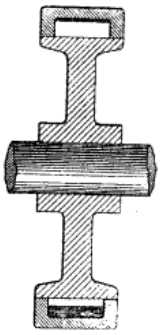


Fig. 28.

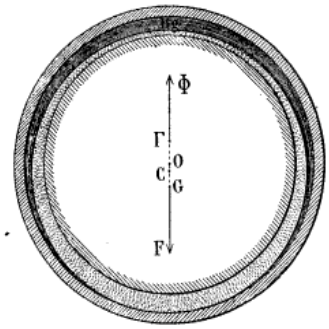


Fig. 29.

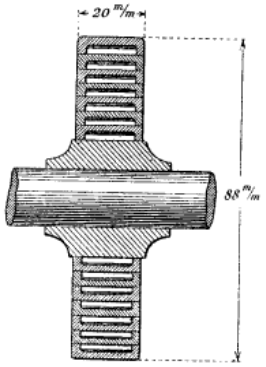


Fig. 30.

volants, sur les jantes desquels nous disposons à chaud des frettes portant une rainure circulaire (fig. 28).

Nous constituons ainsi deux canaux en forme de tore, que nous remplissons partiellement de mercure. Nous achevons de les remplir avec de la vaseline fondue, qui se fige bientôt. Ces canaux sont ensuite hermétiquement clos.

Les masses de mercure constituent des masses additionnelles mobiles. La vaseline amortit leurs mouvements et les laisse prendre leurs positions d'équilibre sans qu'elles les dépassent.

Sous l'influence de la force centrifuge, le mercure s'étale contre la paroi extérieure du canal qui le contient. Sa surface libre est un cylindre de révolution autour de l'axe réel de rotation.

Si cet axe se confond avec l'axe de figure, la masse de mercure est parfaitement équilibrée autour de ce dernier. Autrement (fig. 29), son centre de gravité Γ se trouve sur une droite joignant le centre de figure C de l'équilibreur à la trace O de l'axe réel de rotation sur son plan médian.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'arbre tourne autour de son axe d'inertie et si celui-ci passe par le point O, il faut bien que le point G où l'axe d'inertie des masses portées par l'arbre, autres que les masses de mercure, coupe le plan médian de l'équilibreur se trouve sur le prolongement de la droite Γ O et soit situé, par rapport au point O, de l'autre côté du point C. L'axe réel de rotation de l'arbre est donc plus rapproché de son axe de figure que si les équilibreurs ne contenaient pas de mercure.

La force centrifuge exercée sur la masse de mercure tend à rapprocher la trace O du centre C, tandis que la force centrifuge F, développée sur le centre de gravité G des autres masses du rotor, tend à écarter ces deux points.

La force de rappel exercée par le mercure est proportionnelle à la distance OC.

D'autre part, étant donné le mode de répartition du mercure, elle est la moitié de ce qu'elle serait, si toute la masse de mercure était concentrée en un point situé sur la circonférence extérieure du canal circulaire.

Supposons, pour fixer les idées, que le rayon de cette circonférence soit de 40 millimètres et que la vitesse de rotation soit de 30 000 tours par minute : la force de rappel que peut développer un équilibreur contenant 1 centimètre cube de mercure est de 272 kilogrammes.

Il produira cette force lorsque la surface libre du mercure deviendra tangente à la surface extérieure du canal qui le contient en un point diamétralement opposé à son centre de gravité, comme il est représenté sur la figure 29.

Si nous donnons 4 centimètres de largeur au canal, il suffira qu'il soit désaxé de 1/10 de millimètre pour que cette force de rappel soit développée. Le désaxage nécessaire est inversement proportionnel à la largeur des canaux.

Il y aurait un inconvénient à employer des canaux trop larges, mais on peut profiter de leur minceur pour en superposer plusieurs.

L'équilibreur représenté par la figure 30, dont le diamètre extérieur est de 88 millimètres, la largeur de 20 millimètres et qui comporte 7 canaux superposés, exercerait un effort de 385 kilogrammes s'il était désaxé de un dixième de millimètre, à la vitesse de 30 000 tours par minute.

Nous avons ainsi un moyen simple d'exercer aux extrémités d'un arbre des forces de rappel très énergiques, qui tendront toujours à ramener son axe d'inertie sur son axe de figure et rendront aussi petite que nous voudrons l'amplitude de ses sauts.

L'expérience a complètement justifié nos prévisions.

Mais, pour que les équilibreurs fonctionnent, il est nécessaire que l'arbre puisse choisir, à chaque instant, son axe de rotation, comme le ferait un axe flexible.

Nous avons rencontré là une difficulté. Notre arbre porte plusieurs roues

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

séparées par des cloisons, qu'il traverse avec un très faible jeu. Il traverse aussi, à ses deux extrémités, soit des labyrinthes, soit des joints hydrauliques.

Il doit donc tourner à l'intérieur d'un très grand nombre d'anneaux fixes. Or, en pratique, dès que la vitesse dépasse 3 500 tours par minute, si ce n'est pas un arbre rigide supporté par des coussinets fixes, il se met à rouler sur ces anneaux sans vouloir s'en détacher.

Les réactions exercées sur eux sont très vives et la marche est impossible.

L'arbre se comporte alors comme *le cycliste qui boucle la boucle*. Que faut-il pour l'en empêcher? que la boucle ne puisse lui fournir les points d'appui nécessaires aux changements de direction du mouvement de son centre de gravité.

Nous y parvenons en limitant les déplacements de l'arbre par des anneaux de garde spéciaux, susceptibles de se déplacer dans toute direction normale à l'axe du stator dès que l'effort exercé sur eux, dans cette direction, dépasse une certaine limite.

Du moment qu'il faut aménager d'une manière spéciale les anneaux entourant l'arbre, il convient d'employer un arbre rigide muni à ses deux extrémités de deux anneaux de garde limitant ses mouvements, de manière qu'il ne puisse venir au contact des autres anneaux. Nous n'avons ainsi que deux anneaux à aménager au lieu d'un très grand nombre.

Faut-il terminer cet arbre rigide par deux bouts d'arbre flexibles reposant sur des coussinets fixes, ou faire reposer les parties de l'arbre rigide sur des coussinets mobiles portés par des ressorts?

La faiblesse du moment d'inertie de nos rotors nous empêchait de compter, comme dans la turbine de Laval, sur les effets gyroscopiques, pour assurer la stabilité de leur marche, et la théorie montrait qu'il fallait alors opposer aux déplacements de l'arbre rigide des forces d'amortissement considérables. On ne pouvait y arriver qu'en disposant, dans le voisinage de ses extrémités, des coussinets mobiles munis de freins à huile.

Il était donc naturel de faire reposer l'arbre rigide sur eux et de supprimer les bouts d'arbre flexibles.

Cela nous permettait, en même temps, d'employer ces coussinets eux-mêmes comme anneaux de garde, en les aménageant comme ces anneaux.

Les difficultés mécaniques qui s'opposaient à la réalisation de compresseurs rotatifs de petite puissance et destinés à la compression de fluides de densité extrêmement faible paraissent désormais vaincues.

Il nous reste à étudier le fonctionnement de la machine frigorifique munie de ce compresseur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si les essais confirment nos espérances, nous aurons enfin la solution pratique du problème du refroidissement des habitations, que nous n'avons jamais perdu de vue, toutes les fois qu'on disposera d'énergie électrique ou d'un moteur à essence.

Nous avions d'abord compté nous servir, pour cela, d'une machine à éjecteur alimentée par une chaudière à la pression atmosphérique, comme celles de nos calorifères à vapeur, mais il fallait trop d'eau de condensation, et c'était un grave inconvénient dans les pays où l'eau est rare.

Notre compresseur rotatif est d'ailleurs très simple, et nous espérons que le préjugé opposé à l'emploi des très grandes vitesses périphériques et de rotation aura bientôt disparu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE CHIMIE

Par M. JULES GARÇON

A TRAVERS SCIENCES ET INDUSTRIES CHIMIQUES :

Généralités. — Chimie physique : l'osmose et son interprétation physique. — Sur la déshydratation des cristaux.
Produits minéraux. — L'éclairage au néon.
Produits organiques. — Sur l'extraction de l'huile d'olives.
Chimie hygiénique. — La déferrisation des eaux. — Toxicité des gaz et des vapeurs. — Sur la caféine et la décaféination du café.

L'OSMOSE ET SON INTERPRÉTATION PHYSIQUE

Les phénomènes d'osmose ont une importance capitale pour la théorie des dissolutions et pour toute la chimie biologique. Ils ont fait l'objet de nombreuses recherches préqui ont renversé les théories admises autrefois.

M. H. L. Callendar (Proceedings of the Royal Institution of Great Britain, vol. 19, p. 485-495) a donné de ces recherches un exposé que nous pensons intéressant de senter ici.

Les premières expériences sur la pression osmotique ont été faites par l'abbé Nollet qui employait des vessies. Depuis, Traube montra qu'on pouvait préparer des membranes artificielles imperméables à une solution de sucre en précipitant des substances telle que le ferrocyanure de cuivre. Pfeffer le premier mesura des pressions osmotiques considérables au moyen de membranes de ce genre déposées dans les cloisons d'un vase en terre poreuse. Pfeffer plongeait un vase de ce genre rempli d'une solution de sucre dans de l'eau pure ; l'eau passait alors dans la solution jusqu'à ce que la pression intérieure atteignit une certaine valeur. Il trouva que la pression ainsi atteinte était proportionnelle au titre de la solution et augmentait avec la température selon la même loi que la pression d'une masse gazeuse sous volume constant. Van't Hoff ensuite, assimilant les molécules du corps dissous à des molécules gazeuses, montra que la pression osmotique d'une solution étendue devait être la même pour toutes les solutions de poids moléculaires équivalents et qu'elle suivait les lois bien connues de la pression des gaz.

En 1905, Morse et Frazer préparèrent des membranes de ferrocyanures imperméables au sucre et pouvant supporter des pressions de plus de 20 atmosphères. Les résultats de leurs premières mesures établissaient que la pression osmotique d'une solution de sucre de canne était la même que la pression exercée par le même nombre de molécules gazeuses à la même température et occupant le volume du dissolvant et non de la dissolution. Mais de nouvelles séries de mesures entre 0° et 5° donnèrent presque les mêmes pressions osmotiques qu'à 24°, ce qui démontrerait que la pression

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

osmotique n'augmente que dans de faibles proportions lorsque la température s'élève.

Vers la même époque, lord Berkeley et E. J. Hartley firent des séries de mesures des pressions osmotiques de solutions de sucre à 0°, par une méthode expérimentale perfectionnée. Au lieu de laisser le solvant diffuser dans la solution jusqu'à ce que l'équilibre soit atteint, ils appliquaient une pression sur la solution. La lecture de leur mémoire donne la conviction que leurs mesures ont atteint une précision bien plus grande que les mesures des autres expérimentateurs. Les pressions observées ainsi sont beaucoup plus fortes que celles auxquelles conduit l'hypothèse de Morse et Frazer.

La théorie qui s'accorde avec les résultats obtenus est la suivante : la pression osmotique correspond à un état d'équilibre tel que les pressions de vapeur sont égales. La pression de vapeur d'une substance quelconque est toujours la même dans les mêmes conditions de température et de pression si l'état physique est le même, et elle est facilement mesurable dans la plupart des cas pour les liquides et les solutions. Ainsi, sous la pression atmosphérique, la glace et l'eau ne peuvent coexister que si la température est de 0°; car c'est à cette température que les pressions de vapeur sont égales. En dessous de ce point, la pression de la vapeur d'eau est plus grande que celle de la glace. Dans certaines limites, l'eau peut exister en dessous de 0°, mais à condition de ne pas communiquer avec la glace; dans ce cas, la vapeur passe de l'eau à la glace jusqu'à ce que toute l'eau soit changée en glace ou que la température soit changée et amenée à 0°.

Dans le cas de l'eau et de la glace, l'égalité des pressions de vapeur peut être aussi amenée par l'accroissement de la pression. C'est le phénomène de l'abaissement du point de congélation par la pression.

Des considérations semblables s'appliquent à l'équilibre entre une solution et le dissolvant ou entre deux solutions de concentration différente. Pour prendre un cas simple, la pression de vapeur (p'') d'une solution de sucre est moindre que la pression de vapeur (p') de l'eau à la même température, et le rapport p''/p' des pressions de vapeur est indépendant de la température et dépend seulement de la concentration de la solution. Si des vases contenant de l'eau et une solution de sucre à la même température sont mis en communication par un tube où la vapeur puisse circuler librement, l'eau s'évaporera et viendra se condenser dans la solution. En quelques secondes, il s'établit, par suite de l'évaporation et de la condensation de la vapeur d'eau, une différence de température qui égalise les pressions de vapeur. Si les températures s'égalisent, l'eau continuera à distiller dans la solution; mais la diffusion est si lente qu'il faudrait des années pour arriver à l'équilibre.

Si deux parties d'une même solution sont maintenues à des températures différentes et constantes, les concentrations changeront de façon que l'égalité des pressions de vapeur se rétablisse, si possible. La solution la plus chaude se concentrera.

Les différences de pression de vapeur dans le cas d'une solution de sucre à 0° sont insignifiantes et se chiffrent par un millième d'atmosphère, mais peuvent déterminer une pression osmotique de plus de 100 atmosphères. L'équilibre ne dépend pas des grandeurs des pressions de vapeur, mais seulement du travail effectué par une expansion donnée qui est indépendant de la valeur de la pression. La petitesse de celle-ci retarde beaucoup l'établissement de l'équilibre, surtout en présence d'autres vapeurs. C'est ainsi que, dans un tube de Dewar contenant du mercure, l'application d'air liquide sur un point de la paroi provoque la condensation immédiate de vapeurs de mercure et l'ap-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parition d'un miroir de mercure gelé. La moindre trace d'air ou de gaz dans le tube retarde énormément cette condensation.

Dans les conditions des expériences sur la pression osmotique, on peut se représenter la membrane comme une paroi très mince percée de trous très petits de l'ordre d'un cent millième de millimètre. Le liquide ne peut passer par ces trous, mais la vapeur y passe librement. Comme aucune différence de température ne peut s'établir entre le dissolvant et la solution, pour que l'équilibre soit atteint il faut que la pression de vapeur de la dissolution devienne égale à celle du dissolvant. La pression osmotique sera alors la pression mécanique qui doit être appliquée à la solution pour amener sa pression de vapeur à être égale à celle du dissolvant.

Pour mesurer ces minimes différences de pression, une méthode souvent employée et perfectionnée par lord Berkeley consiste à mesurer la perte de poids éprouvée par la dissolution et par le dissolvant en y faisant passer très lentement des volumes d'air égaux. Une observation complète demande une semaine et exige des manipulations délicates.

Une autre méthode consiste à mesurer la différence de température à établir entre la dissolution et le dissolvant pur pour que, à l'ouverture d'un robinet faisant communiquer les vases qui les contiennent, il ne se produise aucun courant de vapeur. Comme on connaît les pressions de vapeur du dissolvant pur aux diverses températures, on déduit aisément la pression de vapeur de la dissolution. On peut aussi observer le sens et la grandeur du courant de vapeur au moyen d'une petite roue à ailettes très légère sur l'axe de laquelle se fixe un petit miroir et qui est suspendue dans le tube qu'elle bouche presque complètement au moyen d'un fil de quartz ou de soie. On a une déviation du rayon réfléchi par le miroir qui atteint 30° (500 millimètres par une règle à 1 mètre de distance) pour un courant de $0^{cm},01$ par seconde.

La loi de Raoult, d'après laquelle l'abaissement de la pression de vapeur d'une dissolution est proportionnel au rapport des nombres de molécules du corps dissous et du dissolvant, s'applique aux solutions étendues, mais s'écarte beaucoup de la réalité pour les solutions concentrées. Dans le cas du mélange homogène de deux corps volatils sans action l'un sur l'autre, comme la benzine (C^6H^6) et le chlorure d'éthyle ($C^2H^4Cl^2$) qui se mélangent en toutes proportions, la pression de vapeur de chaque corps est proportionnelle à sa concentration moléculaire. Le rapport de la pression de vapeur partielle p' de chaque corps à sa pression de vapeur p'_0 quand il est pur à la même température est égal au rapport du nombre de ses molécules n' dans le mélange au nombre total des molécules des deux corps. Cette loi ne s'applique pas si les substances forment des composés ou si les molécules des deux corps s'associent entre elles ou se dissocient. Si on sait que chaque molécule d'un corps se combine avec la molécule du dissolvant, la pression de vapeur p'' du dissolvant sera à la pression de vapeur du dissolvant pur comme le nombre de molécules libres du dissolvant ($N - an$ si N est le nombre total de molécules du dissolvant) est au nombre total de molécules $N - an + n$.

SUR LA DÉSHYDRATATION DES CRISTAUX

Elle est étudiée par *James Brierley Firth* (Proceedings of the Chemical Society, 30 octobre 1911, p. 237-238).

Irvine Masson a décrit (Transactions de 1910, p. 851) l'enlèvement de l'eau de cris-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tallisation de divers sels par le carbure de calcium et il a trouvé que le plus souvent la déshydratation peut être complète, la rapidité de l'opération dépendant de la tension de dissociation de l'hydrate.

Pour les sulfates de cuivre, de zinc et de magnésium, le produit final est le monohydrate.

Firth a fait une série d'expériences analogues avec l'acide phosphorique anhydre et il a trouvé qu'on pouvait ainsi déshydrater complètement les sulfates précédents. La stabilité apparente des monohydrates vis-à-vis du carbure de calcium s'explique par le fait que les tensions de dissociation de ces monohydrates sont inférieures aux tensions de dissociation de l'hydrate de chaux qui est le produit final de l'action de l'eau sur le carbure de calcium.

TABLEAU DES TENSIONS DE DISSOCIATIONS DE DIVERS HYDRATES À 25°

$CuSO^4\ 5-3H^2O$	$7^{mm},0$	$MgSO^4\ 7-6H^2O$	$11^{mm},5$
$CuSO^4\ 3-1H^2O$	4,7	$MgSO^4\ 6-5H^2O$	9,8
$CuCO^4\ 1-0H^2O$	0,8	$MgSO^4\ 5-4H^2O$	8,8
$ZnSO^4\ 7-6H^2O$	13,6	$MgSO^4\ 4-1H^2O$	4,9
$ZnSO^4\ 6-1H^2O$	12,8	$MgSO^4\ 1-0H^2O$	1,0
$ZnSO^4\ 1-0H^2O$	1,0	$CaOH^2O$	0,8

Les tensions de dissociation des trois monohydrates ne sont pas très exactement mesurées mais elles sont voisines de celle de la chaux hydratée.

Avec l'anhydride phosphorique, on forme de l'acide phosphorique et il se produit souvent des réactions. Avec le chlorure de baryum l'acide décompose le chlorure et il se dégage de l'acide chlorhydrique sec. C'est un moyen de l'obtenir pur. En mélangeant des cristaux de chlorure de baryum et de l'acide phosphorique anhydre dans un tube à essai, on obtient en quelques minutes de l'acide chlorhydrique, la rapidité du dégagement dépendant de l'intimité du mélange.

L'ÉCLAIRAGE AU NÉON

La question de l'éclairage par tubes luminescents au néon a été remise à l'ordre du jour par une brillante conférence faite par *M. Georges Claude*, à la séance du mercredi 8 novembre, de la Société internationale des Électriciens.

Il y a un peu plus de deux ans que M. Claude annonçait à la Société des Ingénieurs civils qu'il espérait produire la bougie lumineuse avec une dépense de puissance inférieure à 1 watt. La *Revue Électrique* du 24 novembre, à laquelle nous empruntons ces lignes, écrit que la revision de M. Claude est aujourd'hui une pure réalité, puisqu'il est arrivé à 0,65 watt par bougie.

« Cette faible consommation des tubes à néon, inférieure à celle des tubes Moore à anhydride carbonique (environ 2 watts par bougie) et des tubes Moore à azote (environ 1,7 watt-bougie), est due à ce que le néon possède, comme l'a montré M. Bouty, une très faible cohésion diélectrique. La propriété du néon de se laisser facilement traverser par les décharges électriques avait d'ailleurs été mise en évidence, avant les mesures quantitatives de M. Bouty, par une observation de Coolie qui amena M. Claude à ses recherches. Son idée primitive était d'essayer de corriger, par les radiations rouges du néon, l'éclairage désagréable que donnent les lampes au mercure en introduisant dans celles-ci une proportion convenable de néon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La formation d'un tube à néon comprend les opérations suivantes : remplissage du tube avec du néon aussi pur que possible ; passage du courant avec épuisement au moyen d'une pompe à vide, rentrée du néon ; nouvel épuisement à la pompe, ces deux dernières opérations étant répétées un certain nombre de fois ; fermeture à la lampe du tube de communication avec la pompe, puis plongée dans l'air liquide d'un réservoir à charbon de bois soudé au milieu du tube, le passage du courant étant toujours maintenu dans le tube ; enfin, séparation à la lampe du tube et du récipient à charbon. »

Il est possible de se procurer du néon en quantités considérables, mais il est très coûteux de le purifier, et puisqu'on ne peut employer que du néon très pur, l'entretien d'un tube à néon reviendrait à un prix très élevé, parce que les électrodes l'absorbent.

Ayant remarqué que les dépôts métalliques formés sur les parois des tubes en face des électrodes contenaient du néon, M. Claude pensa que l'absorption du néon était due à la volatilisation des électrodes et qu'il lui suffirait de réduire cette volatilisation en réduisant la densité du courant sur les électrodes pour augmenter la vie des tubes.

Actuellement, avec des électrodes ayant une surface d'environ 5 décimètres carrés par ampère, la durée d'un tube de 5 millimètres est de 800 à 1000 heures ; ce qui représente, en pratique, une année d'éclairage. On peut donc utiliser un tube à néon comme on utilise un tube Cooper Hewitt, le faire fonctionner jusqu'à extinction et le retourner à l'usine pour remplissage.

Une propriété très précieuse des tubes à néon est que, pendant leur durée, leurs conditions de marche restent les mêmes ; et c'est tout au plus si la différence de potentiel aux bornes diminue de 4 à 5 p. 100.

SUR L'EXTRACTION DE L'HUILE D'OLIVES

Le service de l'oléiculture de Marseille a dressé des instructions pratiques pour la bonne extraction de l'huile d'olives.

A la récolte, on séparera les fruits véreux, meurtris ou avariés, afin de les détriter à part. Les olives conservées longtemps en tas donnent des huiles de mauvaise qualité. Les broyeurs à meules de pierre sont ceux qui, jusqu'à nos jours, ont donné la trituration la plus favorable à l'extraction de l'huile. Malgré leurs inconvénients, les presses utilisant les scourtins sont encore le système le plus recommandable pour l'épuisement de la pâte d'olives. Quel que soit le matériel employé, les pressions lentes sont les plus favorables à l'écoulement des liquides.

Les huiles échaudées ont moins de bouquet et rancissent plus rapidement que les huiles non échaudées. On évitera l'abus de l'eau chaude, et on n'en usera jamais à la première pression. Si on l'utilise à la deuxième pression, on recueillera et on conservera à part les huiles qui en proviennent,

Comme les eaux de végétation fermentent rapidement et qu'à leur contact les huiles s'altèrent, la séparation des huiles d'avec les eaux de végétation doit être faite dans le plus bref délai. Une douce température (12° à 14°) favorise la montée de l'huile et, par conséquent, la décantation. On obtiendra cette température en chauffant le local ou, extérieurement, les récipients dans lesquels se fait la séparation.

En ce qui concerne la conservation des huiles, l'air, la lumière, les écarts de température nuisent à une bonne conservation. La salle de conservation ne servira donc

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'à cet usage. Elle sera bien close, pourvue d'un système de chauffage permettant d'entretenir une température douce l'hiver (12° à 15°), et elle sera abritée des chaleurs de l'été. On devra pouvoir l'aérer.

Les récipients seront construits avec des matériaux neutres vis-à-vis de l'huile et parfaitement opaques. L'huile n'offrira que le minimum de surface au contact de l'air.

Le dépôt que forme l'huile est susceptible de fermenter, de la troubler et de lui donner un mauvais goût. Aussi, deux soutirages au moins sont nécessaires dans le courant de l'année, l'un avant, l'autre après la belle saison. Soutirer, autant que possible, à l'abri de l'air.

Les olives avariées fermentées donnent des huiles riches en acides gras libres, par conséquent acides. Une huile acide est fortement exposée à rancir. Le degré d'acidité d'une huile renseigne sur sa tenue. Sa connaissance est de la plus grande utilité.

DÉFERRISATION ET DÉMANGANISATION DES EAUX

Sur ce sujet, M. le docteur Henri Schwers donne, dans le numéro de juin 1911 des « Annales des travaux publics de Belgique », un exposé très développé dont nous citons textuellement les passages principaux. Les travaux expérimentaux de Spring (1897-1905), Schmidt et Bunte (1904), Wernicke et Welbert (1907), dit M. H. Schwers, ont particulièrement contribué à mettre en évidence les propriétés physico-chimiques du fer et du manganèse. Ces travaux sont fort éloignés de la conception primitive, simpliste, représentant le dépôt du fer comme se faisant par simple oxydation et par transformation du carbonate ferreux soluble en carbonate ferrique insoluble qui se précipiterait sous forme d'hydrate ferrique. La combinaison du fer à un acide, aussi faible que l'acide carbonique, mais qui s'observe dans toutes les eaux, expliquerait la facilité avec laquelle le fer dissous se précipite ; mais elle n'explique pas la précipitation totale du fer qui, dans toutes les eaux, se trouve également engagé dans des combinaisons plus stables.

L'analyse complète des boues indique la présence, à côté du fer et du manganèse (les proportions maxima observées ont été de 58 et de 54 p. 100), des éléments rares et banals, jusqu'à 10 p. 100 de chaux, 9 p. 100 de magnésie, 10-20 p. 100 de silice, 10-20 p. 100 de matières organiques, etc., d'après une soixantaine d'analyses de boues ferrugineuses et manganésifères que M. Schwers a effectuées en 1908-1909. Ce fait permet d'affirmer que la déferrisation et la démanganisation se produisent suivant des modalités différentes, en rapport avec la nature de chaque eau.

Les conséquences pratiques de cet état de choses sont énormes ; le problème de la déferrisation et de la démanganisation doit être résolu par des méthodes différentes suivant chaque cas.

Parmi les facteurs souvent invoqués comme provoquant le dépôt du fer et du manganèse se trouvent les organismes ferricoles et les bactéries ferrugineuses en particulier.

Les recherches que M. H. Schwers a poursuivies de 1905 à 1909 sur 750 dépôts ferrugineux et manganésifères d'eaux de source captées et non captées, de puits privés et de distributions d'eau en Belgique, dans le grand-duché de Luxembourg, en Hollande, en Allemagne, en Autriche et en Italie, ne laissent pas de doute sur le fait que la présence des organismes ferricoles dans ces boues est un épiphénomène. On ne peut attribuer à ces organismes un rôle actif et important dans la formation des dépôts. En effet, ces organismes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manquent souvent dans les eaux les plus ferrugineuses et manganésifères, dans les dépôts les plus abondants ; ils sont surtout fréquents dans les suintements et dans les filets d'eau, là où les conditions mécaniques sont favorables à l'accumulation de la boue qui leur sert de support.

« Pendant longtemps, — et certaines villes le font encore aujourd'hui, — on a utilisé les eaux souterraines et manganésifères à l'état brut, ce qui n'a jamais causé de préjudice à la santé publique, mais a donné lieu à des inconvénients sérieux, qui ont poussé à la recherche des moyens destinés à les écarter.

« On disposait d'eaux colorées, troubles, d'une saveur styptique, souvent même malodorantes par suite de la présence de l'acide sulfhydrique dans la plupart des cas et par suite du développement dans leur dépôt des organismes les plus variés, de bactéries ferrugineuses (Leptothrix, Gallionella, Crenothrix, Clonothrix), de protozoaires ferricoles (Anthophysa, Trachelomonas, Arcella), de diatomées et d'algues vertes. Ces eaux étaient difficiles à surveiller, par suite du développement, dans les dépôts, des germes banals de l'eau ; une infection accidentelle de la canalisation pouvait échapper complètement. Les dépôts diminuaient le débit des conduites et finissaient par les obstruer complètement ; cette circonstance nécessitait le nettoyage fréquent du réseau, ce qui déterminait un trouble temporaire de l'eau encore plus accentué que d'ordinaire ; de plus, les dépôts encrassaient les réservoirs qui devaient être curés périodiquement. Dans les habitations, ces eaux, n'ayant pas un aspect agréable, ne pouvaient pas être employées pour la table ; elles salissaient les ustensiles de ménage, les récipients et, en particulier, les aiguières et les baignoires : en outre, elles tachaient le linge. Enfin, on a vu se produire, dans certains cas (eaux ferrugineuses très acides), l'attaque des conduites en plomb et des cas d'intoxication saturnine.

« En outre, le fer et le manganèse incrustent les chaudières concurremment avec la chaux et la magnésie. Par suite des taches que produisent le fer et le manganèse, les eaux en question sont inutilisables dans les blanchisseries, les fabriques de papier, les usines travaillant la soie naturelle ou artificielle, le coton, le cuir, etc. Il en est de même en ce qui concerne les brasseries, où ces métaux empêchent la fermentation par altération de la levure (action chimique) et par enrobement de cette dernière dans le dépôt (action mécanique).

« Or, il a été démontré que tous ces défauts des eaux souterraines ferrugineuses et manganésifères disparaissent par l'élimination des éléments en question. »

Les nombreux systèmes de déferrisation et de démanganisation ont pour but de précipiter le fer et le manganèse et de retenir le précipité formé. Ils se ramènent tous à l'application des principes suivants : l'aération, la décantation, la filtration, et, subsidiairement, à l'emploi des coagulants, des zéolithes, des oxydants.

M. H. Schwers donne le résumé suivant de 64 procédés :

A. — Procédés allemands actuellement appliqués.

1. Le système *Oesten* est basé sur l'aération par pluie d'eau, le filtrage au gravier, et le nettoyage par renversement du courant liquide. Il est utilisé en Allemagne dans une cinquantaine de distributions d'eaux potables et industrielles ; il est également appliqué aux Pays-Bas, en Belgique, en Autriche-Hongrie, au Danemark, en Suède, aux États-Unis.

Les systèmes suivants en dérivent.

2. Les différents petits appareils construits d'après les indications de *Dunbar* sont des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

modifications de ce système Oesten. Il y en a plusieurs types. Dans le plus simple, l'eau passe d'une façon intermittente sur une couche de sable, et l'aération serait réalisée par l'oxygène qui s'accumule dans le filtre en dehors des périodes de filtration, le nettoyage se fait simplement en remuant le sable et en laissant échapper l'eau de lavage qui peut alors passer facilement. Dans le deuxième type, l'eau tombe en pluie du réservoir d'eau brute sur le filtre à sable; le nettoyage se fait par renversement du courant. Dans un troisième type, le filtre à sable ou au gravier se trouve inclus dans le réservoir d'eau brute lui-même; l'eau est amenée à ce dernier sous forme de pluie (filtre plongeur de Dunbar); le nettoyage se fait en renversant le courant et en remuant le sable. Dans un quatrième type, le filtre à sable plonge dans la nappe aquifère elle-même; c'est ce qu'on appelle plus particulièrement le tonneau filtrant de Dunbar. Ces quatre types ont trouvé une trentaine d'applications à Hambourg et aux environs, tant dans des établissements officiels que dans des établissements privés.

3. Dans le système *Kurth*, l'eau aérée par une chute en pluie est filtrée sur gravier. Il est appliqué à des bornes-fontaines (Bremen). L'installation tout entière fonctionne par le seul jeu du bras de la pompe.

4. Le système *Bieske* est analogue au précédent, il réalise également l'aération et la filtration par un même coup de pompe; il a reçu quelques applications industrielles en Allemagne.

5. Le système *Thiem* n'est également qu'une modification du système Oesten; la pluie d'eau, au lieu d'être produite par des pommes d'arrosoir, est réalisée par une plaque perforée. Il fonctionne dans quelques villes d'Allemagne et de Belgique.

6. Le système *Koerting*, analogue au précédent, est caractérisé par la production d'une pluie d'eau au moyen d'une centrifugeuse. Il est appliqué à Lauban i. Schl.; il a donné de bons résultats de déferrisation dans des essais à Hanovre.

7. Dans le système *Pfeiffer*, appliqué à Wittenberg a. d. S., l'eau est aérée par exposition à l'air et filtrée au sable.

8. Le système *Taacks* comprend une aération par cascades et une filtration au gravier. Il est appliqué à Wittenberge (près Potsdam).

9. Le système *Zschocke* réalise l'aération par des hordes de bois et met à contribution le filtrage au sable. Il est appliqué dans un certain nombre de villes d'Allemagne.

10. Le système *Piefke* se caractérise par l'aération sur tour à coke et le filtrage au sable. Il est appliqué en Allemagne dans une trentaine de distributions d'eau et une quarantaine d'installations privées surtout industrielles. Il est également utilisé dans d'autres pays, notamment aux Pays-Bas. en Belgique, en Autriche-Hongrie et en Russie.

11. Le système *Smrecker*, appliqué dans quelques villes d'Allemagne, est une combinaison des systèmes Thiem et Piefke. L'aération par pluie d'eau et par tour à coke est suivie d'une filtration sur gravier (et parfois sur charbon de bois).

12. Dans le système *Kroehnke*, l'eau aérée au coke passe à travers un filtre à sable tournant, sorte de tambour cloisonné à sections alternativement remplies d'eau et de sable. L'eau, arrivant d'un côté du tambour par l'axe creux, traverse le sable et sort par l'axe creux de l'autre côté. Ce système est employé à Mylau.

13. Le système Piefke a été modifié dans une quinzaine de distributions allemandes et dans quelques installations aux Pays-Bas et en Autriche-Hongrie en remplaçant les tours à coke par des piles de briques ordinaires, en céramique, en verre ou en ciment, perforées ou non.

14. Le système *Lanz* se caractérise par la filtration sur une série de filtres au gravier (quatre) suivie d'une filtration sur une pierre de sable naturelle. Les plaques de pierre poreuse creuses sont dressées en batterie dans le réservoir d'eau déjà filtrée au gravier, l'eau les traverse de dehors en dedans et se collecte dans le drain sur lequel les plaques sont rivées. On nettoie ces dernières par brossage extérieur et par renversement du courant. Ce procédé est appliqué à Homburg v. d. H.

15. Dans le système *Fischer*, on filtre sur une pierre poreuse artificielle, dite de Worms.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La disposition des plaques de pierre est la même que dans le système précédent. Ce système est appliqué dans quelques distributions d'eau d'Allemagne.

16. Dans le système *Agga*, réalisé dans quelques usines allemandes et autrichiennes, l'eau aérée et filtrée sur sable doit passer la paroi de tubes en pierre poreuse artificielle, dressées dans le filtre à sable même. Ces appareils sont ouverts ou fermés; le nettoyage se fait par renversement du courant.

17. Dans le système *Berkefeld*, l'eau est déferrisée par filtration par des bougies en terre d'infusoires. Ce système est appliqué à la déferrisation d'une eau minérale près de Trier (Trèves).

18. Le système *Reichling* est caractérisé par une pluie d'eau, déterminée en utilisant une centrifugeuse ou en projetant l'eau contre un tamis, et par le filtrage dans un appareil fermé où l'eau sous pression traverse de bas en haut une série de couches de sable, de gravier ou de laine de bois, distinctes les unes des autres, et qui toutes retiendraient la boue par leurs deux faces. Le nettoyage de chaque couche filtrante peut se faire séparément. Ce système a reçu de nombreuses applications industrielles en Allemagne, aux Pays-Bas, au Danemark. La firme Reichling construit également un appareil fermé, destiné à être greffé directement sur la canalisation; il comprend un tube aérateur dans lequel l'eau additionnée d'air comprimé est finement divisée, et une colonne filtrante avec deux couches de sable.

19. *Reisert* construit des appareils ouverts et des appareils fermés. Dans les premiers, l'aération est réalisée par pluie d'eau ou tour à coke, et la filtration par un filtre à gravier; le nettoyage se fait par renversement du courant et par insufflation d'air ou de vapeur d'eau. C'est, à peu de chose près, tantôt le système Oesten, tantôt le système Piefke. Dans les appareils fermés, l'eau aérée par injection d'air ou par un aspirateur est filtrée sous pression sur du gravier; le nettoyage se fait par renversement du courant. Ces dispositifs ont reçu une série d'applications en Allemagne et aux Pays-Bas.

20. Les appareils fermés de la fabrique de *Grevenbroich* consistent en filtres à gravier fermés fonctionnant sous pression; le nettoyage se fait par renversement du courant et par un râteau permettant de remuer le matériel filtrant; les branches de ce râteau sont creuses et peuvent donner un courant d'eau pendant qu'on les fait mouvoir par une manivelle extérieure. Ce système est appliqué dans l'industrie en Allemagne.

21. Dans le système *Bollmann*, l'eau est filtrée sous pression avec ou sans aération spéciale préalable, à travers du gravier; le nettoyage se fait par renversement du courant. Ce système est appliqué dans quelques distributions d'eau d'Allemagne et dans l'industrie.

22. Dans le système *Deseniss et Jacobi*, on filtre sous pression, sur du sable, un mélange d'eau et d'air; le nettoyage se fait par renversement du courant. Ces appareils fermés, de différents modèles, sont employés dans environ cent cinquante petites installations, traitant des eaux potables et industrielles, en Allemagne, en Autriche-Hongrie, en Russie, aux Pays-Bas et dans ses colonies, en Italie.

Les appareils fermés dits systèmes *Aegir (Gartzweiler)*, *Bus et Voran* sont analogues aux précédents; ils ont reçu, surtout le premier, d'assez nombreuses applications dans l'industrie en Allemagne et en Suisse, et dans quelques distributions allemandes.

23. Dans le système *Zorn*, l'eau injectée d'air passe sous pression des filtres fermés renfermant, suivant les cas, du gravier quartzeux, des scories broyées, du coke en petits fragments, de la laine de bois. Ce système a reçu une dizaine d'applications dans les distributions d'eau et dans l'industrie en Allemagne et en Autriche-Hongrie.

24. Dans le système *Breda*, l'eau brute, dans laquelle on a insufflé de l'air ou non, traverse sous pression des filtres fermés à produits spéciaux dits « toncoks, lavacoks, porzellancoks » en couches constituées par des éléments de différentes grosseurs, puis une couche de gravier quartzeux; le nettoyage se fait par renversement du courant. Ce système fonctionne dans une dizaine de distributions d'eau d'Allemagne et dans une vingtaine d'installations industrielles en Allemagne, aux Pays-Bas et en Belgique.

25. Dans le système *Helm*, l'eau sous pression passe sans aération spéciale sur de la limo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nite grillée; l'aération se ferait par l'oxygène occlus par la limonite; le nettoyage s'opère par renversement du courant. Une telle installation existe à la distribution de Dantzig.

26. *Buehring* construit des filtres au noir animal dans lesquels l'eau serait aérée, comme dans les systèmes précédents, par l'oxygène occlus par la matière filtrante; le nettoyage du noir animal se fait par une solution diluée d'acide chlorhydrique. C'est un petit appareil pour usages domestiques.

27. Dans le système *Bock*, l'eau brute, sans aération spéciale, comme dans les systèmes précédents, est filtrée sous pression sur de la laine de bois. Ce système fonctionne à la distribution de Hanovre.

28. Le système *Braeuer* déferrise dans des appareils fermés, avec injection d'air; les matières filtrantes sont la laine de bois et le gravier. Ce système est employé surtout dans l'industrie; il en existe une centaine d'installations en Allemagne, en Belgique, en Russie, aux États-Unis.

29. Dans le système *Sellenscheid*, l'eau, après aération préalable par chute en pluie, est filtrée sur des fibres végétales. Ce système est appliqué dans une série d'établissements industriels en Allemagne.

30. Dans le système *Buettner* (von der Linde et Hess), on filtre l'eau sous pression sur des copeaux de bois imprégnés d'oxyde d'étain, sans aération préalable; le nettoyage se fait par renversement de courant. Une trentaine d'installations de ce genre existent dans les distributions d'eau et dans l'industrie en Allemagne, aux Pays-Bas et en Autriche-Hongrie. Dans un certain nombre d'appareils de Buettner, les exploitants ont remplacé la laine de bois à l'oxyde d'étain par du bois de campêche ayant servi à la teinturerie, par des copeaux de bois peuplier provenant de l'industrie sabotière ou par du gravier.

31. La *filtration sur grenaille d'étain*, partiellement oxydé après aération par pluie d'eau suivant Oesten, est appliquée à la déferrisation d'une eau minérale près de Crefeld.

32. Le système *Bruhns* se caractérise par la filtration, dans des appareils ouverts ou fermés, sur de la laine de bois imprégnée d'oxyde manganique. Il est appliqué dans une usine à l'usage de l'industrie (Berlin). La filtration sur oxydes de manganèse naturels ou artificiels a donné des résultats dans des essais de démanganisation à Breslau.

33. Dans le système *Holzt*, analogue au précédent, on utilise des filtres fermés par lesquels on fait passer l'eau aérée par l'injection d'air. Les matières filtrantes consistent en sable et en copeaux de bois traités à l'acide chlorhydrique, puis à l'ammoniaque concentré, puis imprégnés d'aluminium et d'hydrate de fer; on peut aussi remplacer le bois préparé par du quartz pilé. Ce système a reçu de nombreuses applications dans les distributions d'eau et dans l'industrie en Allemagne.

34. Dans le système *Dehne*, la caractéristique est le filtre-presse; l'eau est filtrée sous pression par des plaques de feutre. Au préalable, elle est aérée au moyen d'une pompe aspirante et foulante. La firme Dehne construit également des filtres à gravier ouverts ou fermés. Ce système a reçu une vingtaine d'applications industrielles en Allemagne et aux Pays-Bas.

35. *Arnold et Schirmer* construisent des filtres fermés à asbeste qui filtrent l'eau préalablement aérée suivant le procédé de Piefke. Ce système a reçu un grand nombre d'applications industrielles en Allemagne. A Smichov (Bohême), la toile d'amiante est employée aux pompes publiques pour retenir la boue manganésifère de la canalisation.

Les *sucrofiltres* sont des filtres d'asbeste imprégnés d'hydrate d'aluminium. Ils sont assez utilisés en Allemagne pour déferriser de petites quantités d'eau dans les ménages.

36. Un *filtre à éponges*, intercalé sur le trajet des conduites, fonctionne à la distribution de Franckfurt a. M.

37. Un *traitement au lait de chaux*, suivi d'une filtration sur bois de campêche dans un appareil Buettner, est utilisé dans une teinturerie à Crefeld. L'emploi de la chaux concurremment avec le système Oesten ou Piefke a donné de bons résultats de déferrisation et de démanganisation respectivement dans les essais à Hambourg (Steckel et Luebbert) et à Breslau (Luehrig).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

38. Le *traitement au lait de chaux et à la soude*, suivi de repos et décantation, est employé suivant les indications de Ristenpart dans une teinturerie à Crefeld. Le même traitement chimique, combiné à un filtre Dehne, est utilisé dans une teinturerie à Almelo (Pays-Bas).

39. Dans le système *Jewell*, l'eau, additionnée de chaux et éventuellement de sulfate d'aluminium, est filtrée rapidement sur sable. Ce procédé est appliqué à la distribution de Posen.

Le traitement au carbonate de calcium et au sulfate d'aluminium, combiné à un filtre Dehne, est utilisé dans une fabrique de celluloïd à Speyer.

40. Le système *Gans* utilise les filtres à zéolithes : ces aluminosilicates artificiels sont spécialement employés pour l'élimination du manganèse ; mais ils éliminent également de l'eau le fer qui pourrait accompagner le manganèse. Le système est appliqué à Bernburg et à Glogau, et a donné de bons résultats dans des essais à Breslau et Hambourg. Les aluminosilicates naturels (tuf porphyrique) et artificiels (zéolithes) proposés par Harm ont donné certains résultats dans les essais à Breslau.

B. — Procédés allemands non appliqués à l'heure actuelle.

41. L'aération de l'eau par cascades et son repos à l'air suivant les idées de *Salbach*, autrefois appliqués à Halle a. d. S., ont été en usage depuis 1882 jusqu'en 1910 à Elbing ; mais cette installation, insuffisante, vient d'être complétée par un filtre à gravier et se ramène à peu près à une installation Oesten.

42. L'aération de l'eau par cascades, suivie de filtrage au sable (système *Wingen*), a été longtemps employée à la distribution de Glogau. Cette installation vient d'être remplacée par une usine du type Piefke.

43. L'*injection d'air dans le sol*, en vue de déferriser la nappe souterraine en place, a été pratiquée suivant les idées de Zimmermann à Oppeln et à Mittweida.

44. L'*injection d'eau aérée dans le sol*, suivant les indications d'Oesten, expérimentée sur certains puits à Berlin, a été abandonnée, tout comme la méthode précédente, à cause de la réduction du débit des puits provoquée par cette pratique.

45. Le *ruissellement sur copeaux de fer* suivi d'un filtrage au sable a donné des résultats de déferrisation et de démanganisation dans des essais à la distribution de Hanovre.

46. Sur les indications de Piefke et de Krœhnke, *le chlorure ferrique et la chaux* ont été employés pendant un certain temps dans une caserne de Cuxhaven, avant l'établissement d'une distribution d'eau dans cette ville. Ce traitement y a donné de bons résultats.

47. L'emploi du *sulfate d'aluminium et de la chaux*, proposé par Dunbar, a donné de bons résultats dans des essais à Hambourg.

48. L'emploi du *permanganate de calcium* pour le traitement des eaux manganésifères a donné de bons résultats dans des essais à Breslau. Cependant, le dosage et le coût du réactif, ainsi que le goût fade de l'eau traitée, ont donné lieu, dit-on, à des difficultés d'ordre pratique.

49. L'emploi de *matières humiques* (eaux tourbeuses), suivant les indications de Wernicke, a donné d'excellents résultats de déferrisation dans des essais à Posen. On a mélangé une partie d'eau humique à deux parties d'eau ferrugineuse ; le précipité qui s'est formé presque immédiatement a été enlevé par filtrage au sable. Des essais de démanganisation par les matières humiques n'ont pas donné de résultats pratiques à Breslau ; la précipitation du manganèse a été trop lente.

50. L'*ozonisation*, suivant le système Siemens et Haalske, a été employée un certain temps à Wiesbaden-Schierstein en combinaison avec le système Piefke (l'eau aérée était ozonisée avant d'être envoyée dans les filtres). Elle a été abandonnée parce que le système Piefke, à lui seul, suffisait à la déferrisation et à la démanganisation, et qu'une stérilisation n'était plus jugée nécessaire. D'autre part, l'ozonisation a donné de bons résultats de déferrisation dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des essais à Kœnigsberg i. Pr., où il s'agissait d'enlever des composés humiques du fer d'une eau de surface qui ne se déferrisait qu'incomplètement par aération et filtration.

51. L'emploi de l'*eau oxygénée* dans des essais à Kœnigsberg i. Pr. a donné, paraît-il, des résultats peu favorables.

C. — Procédés hollandais.

52. L'aération par des canaux ouverts, par exposition à l'air, par des fontaines d'eau, combinée à la décantation et au filtrage au sable, est appliquée dans un certain nombre de distributions d'eau des Pays-Bas.

53. Le filtrage sur coquillages, de l'eau, aérée suivant Oesten ou Piefke, est utilisé dans quelques distributions d'eau des Pays-Bas.

54. L'emploi du *sulfate d'aluminium* se fait dans les conditions suivantes dans deux distributions hollandaises. A Delft, l'eau aérée par exposition à l'air et additionnée de sulfate d'aluminium passe des bassins de décantation et des filtres à sable. A Voorburg, l'eau additionnée de sulfate d'aluminium passe un aérateur à coke, un bassin de décantation, puis un filtre à gravier et noir animal.

55. Le *permanganate de potassium et la soude* sont utilisés, à la distribution d'Enschede (Pays-Bas); l'eau additionnée des réactifs est décantée et filtrée.

D. — Procédés belges et français.

56. Dans le système *Verfaillie*, établi sur les mêmes principes que le système Puech pour les eaux de surface, l'eau aérée par chute en pluie traverse de bas en haut une série de filtres à graviers ouverts, que l'on nettoie isolément par renversement du courant. Une quinzaine d'appareils Verfaillie sont établis dans l'industrie en Belgique, dans le Sud des Pays-Bas et dans le Nord de la France.

57. Une installation du système *Puech*, telle qu'on la construit pour les eaux de surface, mais complétée par un aérateur réalisant une pluie d'eau, est en voie d'établissement à la distribution de Hanoï (Indo-Chine). Un appareil d'essai y a donné de bons résultats de déferrisation et démanganisation. Le nettoyage des filtres se fait par renversement du courant et par injection de vapeur d'eau sous pression.

58. Les filtres *Chamberland* sont employés dans quelques maisons privées en Belgique, fixés isolément sur les robinets, dans les distributions d'eau ferrugineuse et manganésifère.

On les emploie également en batterie pour déferriser de petites quantités d'eau dans un établissement privé à Froyennes.

59. Les filtres d'*asbeste Leblanc et Bon* sont employés pour traiter de petites quantités d'eau chez les particuliers.

60. L'emploi du *charbon de bois* broyé comme matériel filtrant dans une installation du type Piefke se fait dans un établissement privé à Enghien.

61. La filtration sur *laine tontisse* (déchets de l'industrie drapière) a donné pendant quelques années de bons résultats à la distribution de Rivage, près Stavelot.

62. Le *sulfate d'aluminium* est employé à la distribution de Turnhout, dans les conditions suivantes : l'eau, aérée sur coke, est additionnée de sulfate d'aluminium à la sortie du réservoir d'eau aérée, immédiatement avant son admission sur les filtres à sable.

63. L'emploi de *chlorure ferrique* en remplacement du sulfate d'aluminium a donné d'excellents résultats dans les essais de la distribution de Turnhout.

64. L'essai du système *Duyk* à la distribution de Turnhout a procuré des résultats discutés; ce procédé consiste à additionner l'eau aérée de sulfate d'aluminium (ou de chlorure ferrique) et de chlorure de chaux et à la filtrer sur des filtres de silex concassé, système Howatson.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

E. — Procédés anglais et américains.

65. Le système *Candy* consiste à filtrer l'eau sous pression dans des filtres fermés à carboferrite. Il est employé dans une série de distributions d'eau anglaises et dans une installation allemande.

66. Dans le système *Pohle*, l'eau aérée par injection d'air comprimé est filtrée par des filtres rapides. Ce système fonctionne à Ashbury-Park (États-Unis).

67. Le système *Warren* consiste à aérer l'eau, à l'additionner de sulfate d'aluminium et de chaux et à la faire passer sur des filtres rapides. Il est appliqué dans un certain nombre de distributions aux États-Unis.

Des tableaux récapitulatifs donnent les résultats chimiques et bactériologiques obtenus dans quelques usines d'Allemagne. Les frais de la déferrisation et de la démanganisation, conclut M. H. Schwers, sont minimes. Les résultats hygiéniques et économiques sont excellents et ils ont assuré le succès de cette pratique. En Allemagne, les usines de déferrisation et de démanganisation se sont particulièrement multipliées. M. Schwers a pu dresser une liste de 130 usines annexées à des distributions urbaines, et de 500 installations officielles et privées, dont 190 officielles.

Ainsi, l'enlèvement du fer et du manganèse peut être obtenu par les procédés et les dispositifs les plus différents, les principes des traitements usuels étant l'aération, la décantation, la filtration, l'emploi des coagulants, des zéolithes, des oxydants.

TOXICITÉ DES GAZ ET DES VAPEURS

Quelles sont les limites de toxicité des différents gaz ou vapeurs mélangés à l'air? Voici quelques données tirées des recherches de *K. B. Lehmann* (Archiv für Hygiene, 1889 et suiv.), d'après un mémoire de M. Chance au Franklin Institute de Philadelphie :

ACTION PHYSIOLOGIQUE DES MÉLANGES D'AIR ET DE GAZ TOXIQUES

	Cause la mort rapide.	Cause un malaise dangereux en 30′ à 60′	Ne produit pas d'effet notable en 30′ à 60′	Produit un faible effet après plusieurs heures.
HCl		0,15 à 0,20 0/0	0,005-0,01 0/0	0,001 0/0
SO^2		0,04 à 0,05 0/0	0,005	0,002-0,003
HCy	environ 0,03 0/0	0,012-0,015	0,005-0,006	0,002-0,004
CO^2	30 0/0	environ 6-8	4-6	2-3,1
NH^3		0,25-0,45	0,03	0,01
Cl, Br	environ 0,1 0/0	0,004-0,006	0,0004	0,0001
I			0,0003	0,00005-0,00001
PCl^3	3 mg. 5 par litre	0,3-0,5 mg.	0,01-0,02 mg.	0,004 mg. (1)
PH^3		0,04-0,06 0/0	0,01-0,02 0/0	
H^2S	0,1 à 0,2 0/0	0,05-0,07 0/0	0,02-0,03	0,01-0,015 0/0
Pétrole			15-25 mg.	5-10 mg.
Benzine			10-15 mg.	environ 5 mg.
CS^2		12-12 mg.	2-3 mg.	1-1,2 mg.
CCl^4	300-400	environ 150-200 mg.	environ 25-40 mg.	environ 10 mg.
Chloroforme	300-400	70	25-30 mg.	environ 10 mg.
CO		0,2-0,3 0/0	0,05-0,1 0/0	0,02 0/0
Aniline et toluidine			0,4-0,6 mg.	0,1-0,25 mg.
Nitrobenzine			1 mg.	0,02-0,4 mg.

(1) Mais 0,0025 p. 100 pris en six heures par jour tue.

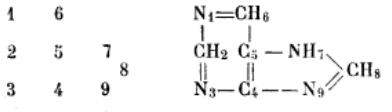
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SUR LA CAFÉINE ET LA DÉCAFÉINATION DU CAFÉ

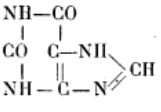
I. — On sait que la caféine ou théine est un alcaloïde du café et du thé, qui existe dans la tige, les feuilles et les semences du caféier, dans le thé, le maté, le guarana, la noix de kola, etc. Elle est assez stable pour n'être pas détruite par la torréfaction du café vert et c'est à elle que les infusions de café et de thé doivent leurs propriétés stimulantes, si utiles pour favoriser un travail physique ou intellectuel un peu ardu.

La caféine fut découverte par Runge en 1820, puis isolée à l'état pur, quelques années plus tard, presque simultanément par Robiquet et Boutron, Pelletier et Caventou. Elle forme, à l'état pur, des aiguilles blanches, soyeuses, inodores, fondant à 234°-235°.

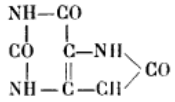
En 1827, Oudry isola du thé un alcaloïde appelé par lui *théine*, et que Jobst et Mulder prouvèrent en 1838 être identique à la caféine. Plus tard, 1861, Strecker montra les relations qui existent entre la caféine et la théobromine en préparant la première à partir de la seconde. Enfin, vers 1895, E. Fischer établit d'une façon définitive la place de la caféine en chimie organique, au cours de ses travaux sur la série purique. La caféine est, en effet, une triméthyl-xanthine ; c'est la 1-3-7 triméthyl-2-6-dioxy-purine ; les schémas suivants mettent en évidence la relation, avec la purine, de quelques corps de cette série.



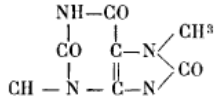
Purine.



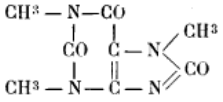
Xanthine.



Acide urique.
ou 2, 6, 8 trioxypurine.



Théobromine (alcaloïde du cacao).
ou 3, 7, diméthyl-xanthine
ou 3, 7, diméthyl 2, 6 dioxypurine.



Caféine ou théine.
ou 1, 3, 7, triméthyl-xanthine
ou 1, 3, 7, triméthyl 2, 6 dioxy-purine.

L'action physiologique des corps de la série purique est très nette. Les inconvénients de l'acide urique, accumulé dans l'économie, sont connus de tous, et l'on sait aussi que la théobromine et la caféine sont des médicaments très actifs.

La caféine existe en très petite quantité à l'état libre dans le grain de café, mais elle s'y trouve à dose beaucoup plus forte à l'état de sel double. Gorter (Ann. Lieb., 1907, 1908, 1910) a étudié ce sel. C'est un chlorogénate de caféine et de potassium, $C^{32}H^{36}O^{19}K^2$ $(C^8H^{10}N^4O^2)^2 + H^2O$; le café vert en contient de 3 à 3,5 p. 100. L'acide organique de ce sel $C^{32}H^{38}O^{19}$ avait été isolé par Payen qui l'appela acide chlorogénique à cause de la coloration verte que prend à l'air sa solution ammoniacale. Cet acide cristallise en fines aiguilles et fond à 206°-207° ; il apparaît comme un acide bibasique. Gorter a établi qu'il était constitué par 2 molécules d'acide caféique unies à 2 molécules d'acide quinique ; l'hydratation par les alcalis peut, en effet, s'écrire : $C^{38}H^{38}O^{19} + H^2O = 2C^9H^8O^4 + 2C^7H^{12}O^8$ Ac. quinique. Ac. caféique.

Il y a dans le café un autre acide organique : l'acide cofallique, qui avec l'acide chlorogénique constituait l'acide café-tannique des anciens auteurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le dosage de la caféine s'effectue suivant un grand nombre de méthodes dues à de nombreux auteurs ; mais il consiste toujours à mettre en liberté la caféine de son sel double, à l'extraire ensuite et enfin à peser l'alcaloïde ainsi obtenu. On trouve en moyenne de 1 à 1,5 p. 100 de caféine dans les cafés qui nous arrivent en Europe.

II. — Chaque tasse de café nous fait absorber au moins 10 à 15 centigrammes de l'alcaloïde caféine. Or cette dose se rapproche de la quantité médicinale indiquée par les traités de thérapeutique qui conseillent de ne pas dépasser 2 décigrammes par jour, sauf dans des cas très spéciaux. Ces réflexions expliquent les inconvénients qui se manifestent fréquemment du côté des nerfs, du cœur, de l'estomac, chez certains consommateurs de café.

III. — Les progrès de l'hygiène, et en particulier une meilleure adaptation du régime alimentaire aux conditions de notre vie moderne, ont suscité des recherches tendant à supprimer, pour les vins et pour les conserves alimentaires, des produits qu'on y avait tolérés tout d'abord (SO^2, sels de K, etc.) et dont l'action nocive a retenu, à bon droit, l'attention. Le même souci de ménagement de l'organisme a fait conseiller l'usage des boissons peu alcoolisées, celui de cacaos solubilisés sans potasse, et tenter de donner aux fumeurs des tabacs privés de nicotine.

En ce qui concerne le café, on avait tenté depuis longtemps de séparer la caféine du grain, de telle façon que ce dernier puisse ensuite être livré à la consommation sans que l'on ait à craindre les effets de l'alcaloïde. Mais c'est seulement depuis une année environ que l'on a résolu ce problème et réussi à extraire du café la presque totalité de la caféine sans modifier l'aspect ni la saveur du grain.

Ces procédés très délicats de décaféination que l'on applique au grain vert entier, tel qu'il arrive dans les ports d'Europe, ont pu être mis au point, de façon assez parfaite pour que les matières inconnues qui donnent naissance à l'arome du café au cours de la torréfaction ne semblent pas touchées, et que, lorsqu'on effectue le grillage à la façon habituelle, on obtienne un grain, dont la caféine est pratiquement éliminée, mais qui a conservé pratiquement son arome.

Il ressort très nettement des essais pharmacodynamiques et physiologiques faits avec le café décaféiné ainsi que des observations recueillies sur des goutteux, des cardiaques, des nerveux, que là où le café ordinaire se montre trop actif ou même nocif, le café décaféiné est complètement inoffensif.

Cela est très intéressant pour le café au lait des albuminuriques, et de toutes les personnes contraintes à suivre le régime lacté, comme aussi pour les nourrices, les enfants, et pour ceux dont l'estomac s'accommode mal du café ordinaire.

Une quinzaine de procédés ont été brevetés en vue d'arriver à assurer la technique de cette nouvelle industrie. Les brevets français qui sont exploités pour la décaféination du café en grains sont les suivants :

Le premier en date est celui pris par J. F. Meyer, le 19 mars 1906. Il revendique la préparation du café exempt de caféine par traitement des fèves de café par la vapeur, puis par des gaz ou vapeur à réaction acide ou alcaline, et enfin par extraction à l'aide de dissolvants volatils.

Le 29 janvier 1907, K. H. Wimmer a pris un brevet perfectionnant le procédé Meyer en ce sens qu'il indique que la vapeur peut être remplacée par de l'eau et que l'action des acides et des alcalis n'étant pas nécessaire, on peut aussitôt après l'action de l'eau extraire la caféine par des dissolvants organiques volatils appropriés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le 22 février 1910, la Kaffee Patent Aktiengesellschaft de Brême a pris un brevet complétant les deux précédents et disant qu'on peut perfectionner les procédés Meyer et Wimmer (dont elle est propriétaire) par une série de procédés accessoires venant compléter ou modifier légèrement la réaction fondamentale des deux précédents. Les indications de ce brevet se réfèrent surtout à des tours de main.

Voici les passages importants de ces trois brevets :

Brevet d'invention n° 364.389. Procédé pour la préparation de café exempt de caféine, par M. Johann Friedrich Meyer, demandé le 19 mars 1906.

La constatation que la caféine constitue un toxique qui attaque fortement le cœur et le système nerveux justifie la tendance de pouvoir offrir aux consommateurs du café, dont ce toxique est éliminé dans la mesure du possible, sans nuire à ses propriétés de produit alimentaire. Différentes tentatives faites en vue d'enlever la caféine des fèves de café ont donné des résultats négatifs; le traitement des fèves de café par des dissolvants de la caféine a notamment donné des résultats absolument insuffisants. La raison de ces insuccès doit être trouvée dans la nature particulière des cellules du tissu des fèves ou grains de café, qui rend une pénétration suffisante du dissolvant à peu près impossible. De plus, les fèves de café renferment la caféine sous forme de sels qui sont à peine solubles dans les dissolvants volatils. A cela vient se joindre le grand inconvénient qu'après un traitement prolongé, des grains de café par le dissolvant, il devient excessivement difficile d'éliminer tout le dissolvant des cellules, même si ce dissolvant n'a pénétré que dans les couches supérieures des cellules des fèves.

Or, des expériences prolongées ont fait trouver un procédé par lequel on arrive au résultat voulu, savoir l'élimination de la caféine du café, sans l'élimination simultanée d'autres composants précieux, de sorte que le goût et l'arome ne sont pas influencés défavorablement.

A cet effet, on procède d'abord à une désagrégation des fèves. On obtient celle-ci en les exposant dans un vase clos à l'action de la vapeur sèche ayant de 1 1/2 à 2 atmosphères de pression. Les fèves se gonflent alors et leur tissu se desserre. Ensuite on dirige, dans l'appareil, des gaz ou des vapeurs à réaction acide ou alcaline, pour décomposer les sels de caféine. Pour ce traitement conviennent particulièrement l'ammoniaque, l'acide sulfureux, l'acide chlorhydrique, etc. La caféine rendue libre par ce traitement est plus facile à extraire que ses sels. Même dans le cas où le café retiendrait encore après sa préparation de faibles quantités de caféine, celles-ci se volatiliseront à la torréfaction du café, car, à la température de torréfaction du café, la caféine comme telle peut subir la sublimation, tandis que ses sels y résistent. Les fèves de café ainsi préparées sont ensuite traitées par un dissolvant de la caféine, ne dissolvant de préférence que celle-ci et le moins possible des autres composants des fèves. Il a été constaté que le benzol convient le plus particulièrement, car son évaporation suivant l'extraction produit comme résidu de la caféine presque pure ; l'emploi d'autres dissolvants, tels que par exemple l'alcool ou le chloroforme, entraîne la nécessité d'ajouter de nouveau aux fèves traitées l'extrait débarrassé de la caféine.

Il sera utile dans certains cas d'opérer l'extraction de la caféine non pas par un seul dissolvant, tel que par exemple le benzol, mais bien par un mélange de dissolvants volatils, le choix approprié des moyens et des proportions du mélange faisant alors réaliser des résultats très précieux. L'élimination de la caféine est très intense et la caféine est dissoute jusqu'à des quantités très faibles, tandis que le pouvoir dissolvant exercé par le mélange sur d'autres composants du café est relativement faible. Le point d'ébullition du mélange est inférieur à celui des différents composants, de sorte que l'extraction s'opère à une température plus basse.

Il est utile d'exposer le café, après l'extraction, à l'action de la vapeur sèche sous tension à une pression d'environ une atmosphère et demie, en maintenant les fèves en mouvement constant, soit en les agitant, soit en faisant tourner l'appareil. Le mouvement des fèves est également à recommander pendant l'extraction. Si, malgré le traitement par la vapeur sous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tension, les fèves retiennent encore des traces de dissolvant, on peut les éliminer en exposant les fèves alternativement à l'action de la vapeur sous tension à différentes pressions ou en faisant alterner la pression et le vide.

Ce traitement élimine également les traces de furfurol contenues dans le café, de sorte que le café est en même temps débarrassé de ce composant dont des expériences récentes ont démontré les propriétés nuisibles.

En résumé, l'invention comprend : 1° Un procédé pour la préparation de café exempt de caféine, consistant en ce qu'on traite d'abord les fèves de café par de la vapeur sèche sous tension, puis par des gaz ou des vapeurs à réaction acide ou alcaline, qu'on procède ensuite à leur extraction à l'aide de dissolvants volatils, notamment du benzol, et qu'on les expose, après l'extraction, à l'action d'un courant de vapeur sèche sous tension ou à l'action alternative d'un courant de vapeur sèche sous tension et du vide, en maintenant les fèves de préférence en mouvement continuel. — 2° L'emploi, à la place d'un seul dissolvant volatil, d'un mélange de dissolvants volatils à l'extraction de la caféine des fèves de café.

Brevet d'invention n° 384.233. Procédé pour la préparation de café exempt de caféine, par MM. Karl Heinrich Wimmer, demandé le 29 janvier 1907.

D'après les indications de la bibliographie, il n'a pas été possible jusqu'à présent d'éliminer la caféine du café sans un traitement préalable. Cette préparation consistait en ce qu'on broyait le café et qu'on le traitait ensuite par des acides ou par des alcalis. Alors il était seulement possible de procéder à l'extraction du café, c'est-à-dire à l'élimination de la caféine. Des expériences suivies, faites par l'auteur de la présente invention, ont confirmé les indications connues de la littérature, mais en même temps elles ont fait découvrir un procédé par lequel la caféine peut être éliminée des fèves entières de café, sans avoir besoin du traitement par des acides ou par des alcalis qui exercent une influence défavorable sur le goût et sur l'aspect du café. Ce nouveau procédé consiste en ce qu'on traite les grains de café par l'eau ou par des liquides aqueux, tels que l'alcool fortement étendu, etc., qui gonflent fortement les cellules et les ramollissent; ce gonflement s'opère plus vite à la chaleur ou plus lentement au froid. Au lieu de faire agir de l'eau ou des liquides aqueux sur le café, on peut aussi traiter ce dernier par de la vapeur très humide qui fait obtenir le même résultat. Ensuite on peut éliminer du café ainsi préparé la caféine, par des dissolvants appropriés, sans qu'il soit nécessaire de le traiter par des acides ou par des alcalis. Il est probable que le liquide pénètre dans les cellules, dissout la caféine et la transmet ensuite par diffusion à l'extractif ajouté au café.

On traite, par exemple, des fèves ou grains de café dans un tambour rotatif, par une quantité d'eau telle que le café est capable d'absorber en se gonflant. Quand les fèves de café sont assez ramollies, on les place dans un appareil d'extraction et on en extrait la caféine par du benzol.

Quand l'extraction est terminée, on place le café dans des tambours rotatifs et on le débarrasse des derniers restants du dissolvant en le traitant par la vapeur.

En résumé, l'invention comprend : un procédé pour la préparation de café exempt de caféine, consistant en ce qu'on fait gonfler les fèves de café brutes, en les traitant par l'eau ou par des liquides aqueux, de préférence à chaud, ou en les traitant par de la vapeur humide, qu'on procède ensuite à l'extraction à l'aide de dissolvants organiques volatils appropriés de la caféine, tels que le benzol, le chloroforme, etc., ou leurs mélanges, et qu'on élimine le dissolvant d'une manière appropriée après l'extraction.

Brevet d'invention n° 412.925. Perfectionnements apportés au procédé de fabrication du café en grains entiers exempt de caféine ou appauvri en caféine, par la Kaffee-Patent-Aktiengesellschaft, demandé le 22 février 1910.

On ne rencontre pas de difficultés pour rendre, par les procédés connus, des grains de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

café entiers exempts ou approximativement exempts de caféine. Par contre, il devient très difficile de retenir autant que possible dans les grains de café les substances extractives du café pendant l'extraction de la caféine sans leur faire subir des modifications. Les expériences faites sous ce rapport ont eu pour résultat les perfectionnements ci-après décrits du procédé pour la fabrication du café en grains entiers exempts de caféine ou appauvri en caféine.

Ce perfectionnement a les effets utiles que l'extraction de la caféine est facilitée, que l'extraction simultanée d'autres substances extractives du café se trouve diminuée et qu'après l'extraction de la caféine, l'élimination du dissolvant de caféine est secondée par des moyens techniques en tant que nécessaire; l'emploi d'eau ou de liquide aqueux pour le traitement du café est réduit à la plus petite quantité; et dans des applications déterminées du procédé perfectionné, il est même évité tout à fait; l'action prolongée de la vapeur d'eau sur les grains de café avant l'extraction de la caféine ne devient plus nécessaire. Dans tous les cas, il importe d'effectuer la désagrégation des grains de café, en décomposant les combinaisons peu solubles de la caféine et en rendant les parois cellulaires des grains de café plus perméables pour le dissolvant de caféine tout en évitant une action préjudiciable sur les substances extractives du café.

L'application la plus simple du procédé perfectionné pour la fabrication du café en grains entiers exempt de caféine ou appauvri en caféine devient la suivante :

Les grains de café tout entiers sont saturés d'un liquide ammoniacal aqueux, et ainsi préparés ils sont traités par le dissolvant de caféine.

En résumé, cette invention a pour objet des perfectionnements apportés au procédé de fabrication des grains de café entiers exempts de caféine ou appauvris en caféine, ces perfectionnements présentant les caractéristiques et variantes suivantes :

1° Les grains de café sont désagrégés par des traitements particuliers n'exigeant plus l'action de vapeurs chaudes sur les grains avant l'extraction de la caféine ;

2° Cette désagrégation spéciale facilite l'extraction de la caféine, diminue l'extraction simultanée d'autres substances extractives du café et exclut toute influence préjudiciable sur ces substances extractives ;

3° La désagrégation particulière des grains de café entiers est réalisée par une saturation des grains de café avec du liquide ammoniacal ;

4° Cette méthode de désagrégation peut être remplacée soit par un traitement des grains entiers humectés par un courant électrique avant ou pendant l'extraction de la caféine, soit par l'emploi de la pression pendant l'extraction de la caféine, soit par un traitement préalable des grains de café par des acides ramollissant la cellulose, notamment par les acides acétique et sulfureux, soit par l'emploi de l'éther acétique comme agent d'extraction surtout dans le traitement de grains de café verts ou humectés, soit par la congélation des grains de café humectés précédant l'extraction de la caféine, soit par la centrifugation des grains de café pendant l'extraction de la caféine ;

5° La désagrégation peut être opérée par l'emploi d'un seul ou par l'emploi simultané de plusieurs des moyens et procédés énumérés.

Les cafés ainsi décaféinés à 90 p. 100 de leur teneur originelle ont trouvé, aux États-Unis sous le nom de « Dekafa », en Angleterre sous celui de « Lifebelt Coffee » ou café de vie, en Autriche et en Allemagne sous celui de café Hag, un essor que le café Sanka commence à obtenir en France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES D'AGRICULTURE

Par **M. H. Hitier**

La production horticole en France. — Son importance sans cesse croissante. — Comment l'augmenter encore. — Ses principaux débouchés : le marché de Paris, les marchés de province, les marchés anglais, allemand, suisse. — Améliorations à réaliser, etc.

« La culture fruitière et potagère est devenue aujourd'hui en France une branche importante de notre agriculture. Elle est, depuis longtemps déjà, sortie du régime de la consommation locale pour entrer dans l'orbite du grand commerce international. C'est à de longues distances que se transportent aujourd'hui les productions horticoles de l'Algérie, raisins, pommes de terre nouvelles, tomates, haricots verts et artichauts, comme aussi les fraises de Plougastel, d'Hyères et de Carpentras, les melons de Cavaillon, les cerises du Var, du Roussillon, de l'Ardèche et de Montauban, les pêches du Midi et de la vallée du Rhône, les chasselas de Fontainebleau et de la vallée de la Garonne, les prunes de l'Agénais ou encore les artichauts d'Hyères et de Roscoff, les petits pois de Brive et les choux-fleurs de Roscoff et d'Angers, enfin les fleurs du Var ou des Alpes-Maritimes. »

Ainsi s'exprime M. J. Villain, le directeur du contrôle commercial au ministère des Travaux publics, en tête du rapport qu'il a récemment présenté sur *ta Production, le Commerce et les Transports des fruits et légumes ou primeurs en France* (1). Ce rapport, grand in-octavo de 283 pages, renferme des documents du plus haut intérêt, trop peu connus ; c'est à une analyse de ce très remarquable rapport que nous voudrions aujourd'hui consacrer nos notes d'agriculture. D'après la statistique décennale de 1892, il existait déjà il y a dix-neuf ans une production horticole destinée aux marchés locaux et régionaux dont la valeur était estimée à 150 millions de francs.

Ce chiffre s'est considérablement augmenté depuis, notamment pour ce qui touche les fruits et légumes destinés à la consommation à longue distance.

Faute de bonnes statistiques, on ne peut connaître exactement les progrès accomplis dans la production et le commerce des légumes et fruits de primeurs comme des fleurs : toutefois on peut en avoir une première idée assez exacte par l'examen des statistiques des arrivages de certaines gares de Paris.

ARRIVAGES A PARIS EN G V PROVENANT DU RÉSEAU DU P.-L.-M.

Moyennes.	Fruits frais. Tonnes.	Légumes frais Tonnes.
1880-1884.	14 325	
1885-1889.	20 296	»
1890-1894.	24 089	»
1897-1899 (2)	26 437	»
1901-1904.	29 688	19 965
1905-1908.	38 771	23 631

(1) Commission extraparlementaire pour l'étude des questions relatives au transport des denrées périssables ; Paris, Imprimerie nationale, 1909.

(2) Exception faite de l'année 1900, où l'Exposition universelle a accru d'une manière anormale la consommation de Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TRANSPORTS SUR PARIS ET VIA PARIS PROVENANT DU RÉSEAU D'ORLÉANS

Moyennes.	Fruits frais. Tonnes.	Légumes frais. Tonnes.
1877-1879.	7 532	6 417
1880-1884.	9 289	9 861
1885-1889.	5 855	6 712
1890-1894.	10 057	9 785
1895-1899.	13 104	16 012
1901-1904 (1)	18 665	18 633
1905-1908.	29 003	20 793

D'autre part, la culture florale a pris en France une énorme extension : c'est que le goût de la fleur s'est répandu dans de nombreux pays, et, au fur et à mesure que les prix, tout en étant fort rémunérateurs pour les producteurs, devenaient accessibles à de nouvelles catégories de consommateurs, des débouchés nouveaux se créaient.

Dès 1902, le ministère de l'Agriculture estimait à près de 10 millions de francs l'importance de la production florale dans les Alpes-Maritimes. Depuis, cette production n'a fait que progresser.

La gare de Cannes expédiait, en 1902, 139 540 colis postaux de fleurs, 152 232 colis postaux en 1903 ; 188 366 colis postaux en 1907 ; 199 418 colis postaux en 1908.

« Qu'il s'agisse de fruits, de légumes ou de fleurs, la production horticole française dénote de très remarquables progrès qui montrent combien l'énergie laborieuse de nos paysans a su tirer parti des admirables ressources que nous donne une terre des plus riches et que féconde un climat à la fois ensoleillé et tempéré.

« Mais si produire est le premier élément de richesse, *vendre* est aussi un élément d'importance non moindre. Deux dictons sont à rappeler à cet égard, l'un est français, l'autre est anglais. Le premier dit : « Suffit pas de planter ses choux, faut encore les « arroser. » Il est d'ailleurs très ponctuellement observé par nos cultivateurs, qui soignent admirablement leur terre et leur production.

« Le second est ainsi formulé : « Le vendeur est esclave, l'acheteur est roi. » Il rappelle que, en matière de transactions commerciales, il est beaucoup plus facile pour celui qui achète de faire la loi au vendeur que de subir la volonté du producteur. Si, dans certaines circonstances, le dicton anglais est en défaut, il n'en est pas moins vrai qu'il préside le plus souvent aux opérations commerciales concernant les fruits et les légumes de primeurs. »

Quelles sont donc les conditions du marché français, des principaux marchés étrangers?

LE MARCHÉ DE PARIS.

Le commerce a joué un rôle prépondérant dans le développement de la production horticole française ; car c'est lui qui a permis de trouver des débouchés que cette culture intensive rendait nécessaires. Tout d'abord, c'est sur Paris que cette production nouvelle s'est portée. Il y avait là un grand marché de consommation formé par une agglomération (Paris et communes suburbaines) qui est passée de 2 280 000 habitants en 1872 à 3 848 000 habitants en 1906. Les Halles centrales de Paris ont constitué un marché d'approvisionnement excellent, autant pour l'agglomération parisienne même que pour les grands centres voisins qui s'y fournissaient de plus en plus. Ce fut

(1) Voir la note précédente.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

également un excellent marché de vente, car ce qui n'était pas acheté par les marchands en boutique pour une clientèle ordinaire était pris les jours de grands arrivages par les marchands des quatre-saisons, poussant leurs petites voitures à bras, qui allaient offrir dans les rues de la grande ville, à une clientèle occasionnelle, bénéficiant également de prix occasionnels, tous les fruits ou légumes que les boutiquiers n'avaient pas achetés. Pendant de longues années, le marché des Halles de Paris n'a pour ainsi dire jamais été congestionné, la vente dans la rue étant le régulateur automatique des envois sur Paris. Sans nul doute, les prix de vente se ressentaient des variations des arrivages et, déjà, il y a vingt ans, il y a eu des expéditeurs de province qui n'ont pas couvert, avec la recette, le prix du transport et les frais d'expédition. Mais on était encore dans une période où la production, si abondante qu'elle fût déjà, n'avait pas l'intensité qu'elle a atteinte maintenant.

Les *Halles* sont pour les producteurs français un merveilleux débouché. Par les Halles passent annuellement 30 000 tonnes de fruits et de légumes de primeurs : « c'est un tonnage, c'est une valeur, et pour certains départements de la France, c'est une richesse. »

Cependant le rôle des Halles centrales ne peut plus se maintenir intégralement. Certes, au point de vue du transport, la concentration des expéditions en quantités importantes présente des avantages sous le double rapport de la sélection des produits dans les centres d'expédition et du prix même des transports. Mais l'approvisionnement direct par colis postaux, la création de marchés d'approvisionnement locaux, de nouveaux tarifs de chemins de fer, ont fait et font de plus en plus concurrence au marché des Halles centrales, et il est un commerce important qui délaisse peu à peu Paris : c'est celui de la réexpédition.

L'APPROVISIONNEMENT DES MARCHÉS HORS PARIS

Si important qu'ait été et que soit encore le rôle du marché de Paris, il est de toute évidence qu'il ne pouvait songer à être toujours l'approvisionneur nécessaire des grands marchés de consommation.

Deux ordres de faits ont conduit à faciliter l'approvisionnement direct : ce sont les modifications de certains tarifs de chemins de fer, et ensuite la concurrence que les intermédiaires se sont faite entre eux.

Les modifications de tarifs de chemins de fer consistent, tout d'abord, dans l'établissement, en 1881, des colis postaux comportant des prix uniformes dans toute la France, pour transport des petits colis dont le poids maximum est monté progressivement de 3 à 5 kilos en juillet 1892 et de 5 à 10 kilos en septembre 1907, et vient d'être élevé, novembre 1911, à 40 kilos. De plus en plus un marchand de comestibles du nord de la France aura intérêt à s'adresser directement au centre de production.

Le mouvement des expéditions en transit à la gare de Barbentane est, à cet égard, significatif.

FRUITS ET LÉGUMES DE PRIMEUR AYANT TRANSITÉ A BARBENTANE

	Colis postaux.		Colis de messagerie.	
	Nombre d'expédition. Colis.	Poids. Tonnes.	Nombre d'expédition. Colis.	Poids. Tonnes.
1896	13 713	68	55 252	12 337
1900	207 584	2 035	74 770	19 088
1907	516 731	5 124	116 945	30 791

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sans doute, le gros tonnage reste toujours à la messagerie, c'est-à-dire au commerce de gros et de demi-gros. Mais toute une masse de consommateurs se fournit directement par le colis postal. Et c'est là un déplacement d'opérations commerciales dont les grands marchés d'approvisionnement, celui de Paris en première ligne, subiront le contre-coup.

Mais ce n'est pas tout. Jadis la presque totalité des tarifs spéciaux de grande vitesse aboutissaient à Paris. Or, dans ces dernières années, les Compagnies de chemins de fer ont établi des tarifs spéciaux communs permettant aux différentes gares de leurs réseaux respectifs de communiquer directement entre elles en utilisant des tarifs abaissés.

En 1905, par exemple, la tonne de pêches expédiée de Cavaillon sur Lille par Is-sur-Tille et Hirson par suite d'un tarif commun P.-L.-M.-Est-Nord-Ouest ne coûtait plus que 158 fr. 95 au lieu de 206 fr. 70 par Cavaillon-Paris, Paris-Lille. Si, à cette différence de prix (47 fr. 75), on ajoute les 33 francs représentant les frais de commission, de droit d'abri aux Halles et réexpédition, on voit que la différence totale montait à 80 fr. 75 par tonne, soit 8 francs par 100 kilogrammes. On conçoit que, dans ces conditions, les avantages d'un grand marché comme Paris, au point de vue de l'approvisionnement et des prix de vente, se trouvent bien compensés; et que des relations commerciales directes entre les producteurs ou négociants régionaux et les consommateurs locaux se soient élargis.

Ce qui a encore accentué beaucoup le mouvement, c'est la concurrence que se sont faite les divers intermédiaires, expéditeurs, commissionnaires ou facteurs des Halles de Paris, approvisionneurs, agents à l'étranger.

Enfin tout récemment intervient, pour s'affranchir de la tutelle économique des intermédiaires, le groupement des producteurs sous forme de société coopérative, de syndicat.

Mais il ne faut pas se dissimuler que le syndicat coopératif de vente ne saurait réussir par des procédés autres que ceux que mettra en œuvre un commerçant avisé et heureux... « Le syndicat coopératif de vente n'a pas, en soi, de vertus mystérieuses. »

Le commerce qui donne à la production horticole sur le marché de Paris un si puissant débouché lui a ouvert ensuite, et non moins largement, de grands marchés étrangers.

LE MARCHÉ ANGLAIS

Il y a une trentaine d'années, la France était le principal approvisionneur de la Grande-Bretagne en fruits et légumes frais, et ce fut un grand mérite, du reste, de nos négociants en fruits que d'avoir compris les exigences du marché de Londres.

Mais aujourd'hui les marchés de Londres et des grandes villes d'Angleterre sont alimentés en fruits frais par le monde entier, les arrivages se font parfois par chargements complets de bateaux atteignant des milliers de tonnes, et le commerce des fruits et denrées sur l'Angleterre est aujourd'hui devenu très délicat.

Depuis 1900, du reste, nos importations de fruits de France en Angleterre et les importations de fleurs n'ont pas augmenté :

En 1900	45 350	tonnes de fruits.
En 1908	43 688	—

FLEURS DU RÉSEAU P.-L.-M. EXPÉDIÉES SUR L'ANGLETERRE

Saison 1903-1904.	476 112	colis pesant	2 380 860 kg.
Saison 1908-1909.	420 360	—	2 170 803 kg.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE MARCHÉ ALLEMAND

L'Allemagne, par contre, est devenue, depuis quelques années, un centre de consommation considérable pour les fruits et primeurs, et la France y a trouvé une très importante clientèle.

La populeuse Allemagne, enrichie par son travail, a offert un marché de consommation des plus étendus. Aussi la France a-t-elle pu y trouver un débouché pour ses fruits et légumes de primeur.

L'initiative de nos commerçants, très secondée d'ailleurs par les compagnies du P.-L.-M. et de l'Orléans, a largement ouvert aux produits français le marché allemand. Nos exportateurs ont fait des tentatives heureuses, mais ils ont été bientôt en rivalité avec les importateurs allemands qui sont venus chercher des correspondants dans nos centres mêmes d'expédition du Midi et de l'Algérie. Constamment les journaux reçoivent des annonces de négociants allemands demandant à se mettre en relation directe avec des producteurs français.

Sous cette double influence, nos exportations vers l'Allemagne ont très rapidement grandi, et, en 1909, par exemple, une seule maison d'expédition de Carpentras n'a pas expédié moins de 450 tonnes de fraises sur divers marchés allemands.

Quelques données tirées des statistiques des chemins de fer français donnent à cet égard de précieuses indications.

Le P.-L.-M. en grande vitesse sur l'Allemagne expédiait :

Années.	Fruits. Tonnes.	Légumes. Tonnes.
1900	647	958
1908.	13 217	5 412

Pour le transport des fleurs du P.-L.-M. sur l'Allemagne :

1905-1906	391 070 colis pesant	1 953 077	tonnes.
1908-1909	591 392 —	2 981 212	—

Depuis 1906, ce trafic a dépassé en importance celui qui était dirigé sur l'Angleterre. Il est vrai qu'une partie de ces expéditions dépasse l'Allemagne et va jusqu'en Russie.

Deux autres marchés, de moindre importance, naturellement, que ceux de l'Angleterre et de l'Allemagne, sont ouverts à l'activité de nos producteurs et de nos commerçants : ce sont la Suisse et la Belgique, et ici encore, aussi bien que sur l'Allemagne, les produits agricoles de la France, sous la forme de fruits, de légumes et de fleurs, sont en progrès marqué.

Les expéditions du réseau P.-L.-M. fruits frais et légumes frais sont passés sur la Suisse de 4 500 tonnes en 1900 à 15 000 tonnes en 1908 et sur la Belgique de 262 tonnes à 2 019 tonnes.

Pour les fleurs, les expéditions du P.-L.-M. sur la Suisse de 22 974 colis pesant 114 870 kilos en 1903-04 se sont élevées, en 1908-1909, à 33 800 colis pesant 180 875 kil., et sur le nord de la France et la Belgique, le trafic du P.-L.-M. de 14 768 colis d'un poids de 741 057 kilos en 1905-06 s'est élevé, en 1908-1909, à 203 228 colis d'un poids total de 1 022 644 kilos.

Si l'expansion de nos ventes de produits agricoles sur les marchés anglais, allemand, suisse et belge est due à l'activité de nos commerçants, à l'ingéniosité de nos

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cultivateurs, elle provient aussi, pour une large mesure, des progrès réalisés dans les transports par nos Compagnies de chemins de fer qui se sont faites, avec raison, les auxiliaires de notre commerce.

LES TRANSPORTS PAR CHEMINS DE FER

Les progrès accomplis par les Compagnies françaises de chemins de fer sont de trois ordres : ils concernent la tarification, la rapidité des transports et les améliorations dans le matériel.

Il y a une trentaine d'années, la tarification applicable aux transports des fruits et des légumes en grande vitesse était presque prohibitive, mais les Compagnies de chemins de fer, et la plus intéressée d'entre elles, la Compagnie P.-L.-M., comprirent qu'il fallait entrer dans la voie des abaissements de tarifs. Elles se décidèrent avec quelque timidité d'abord vers 1890, mais c'est seulement depuis 1900 que les tarifs furent sérieusement abaissés.

TARIFICATION DES FRUITS FRAIS EXPÉDIÉS SUR LE P.-L.-M.

(Prix par tonne, sans condition de tonnage, frais accessoires compris des gares ci-dessous sur Paris.)

1° *Tarification intérieure.*

		Prix.			Écart de prix.			
					1890 sur 1880		1900 sur 1880	
Gares expéditrices.	Distances kilomètres.	1880 fr. c.	1890 fr. c.	1900 fr. c.	fr. c.	p. 100	fr. c.	p. 100
Hyères	915	288,80	242,40	147,90	46,40	16,00	140,90	48,79
Marseille-Joliette	828	262,95	226,15	145,70	36,80	14,03	117,25	44,96
Avignon	722	230,30	200,30	141,10	30,00	13,03	89,20	38,73
Lyon-Brotteaux	489	161,30	143,45	110,20	17,85	11,06	51,10	31,68
2° *Des gares ci-dessous sur Boulogne, tarification commune d'exportation.*								
Hyères	1 179	373,60	327,20	205,65	46,40	12,42	167,95	44,95
Marseille-Joliette	1 091	347,75	310,95	203,45	36,80	10,58	144,30	41,49
Avignon	985	315,10	285,10	198,85	30,00	9,52	116,25	36,89
Lyon-Brotteaux	753	246,10	228,25	167,95	17,85	7,25	78,15	31,75

TARIFICATION DES LÉGUMES FRAIS EXPÉDIÉS SUR LE P.-L.-M. VERS PARIS

(Prix par tonne.)

Hyères	915	190,10	186,25	139,65	— 3,85	2,02	50,45	26,54
Avignon	722	148,80	151,55	115,85	+ 3,05	2,05	32,65	21,98
VERS BOULOGNE-SUR-MER								
Hyères	1 179	274,90	271,05	192,65	— 3,85	1,40	82,25	29,92
Avignon	985	233,30	236,65	168,85	+ 3,05	1,31	64,45	27,63

Les conséquences de ces réductions de tarifs furent une augmentation très sensible du trafic des fruits et légumes frais, et, devant les résultats acquis, les Compagnies prirent l'initiative d'autres réductions. Le P.-L.-M. abaissa en 1902 les prix du barème applicable aux légumes ; il créa en 1905 des barèmes spéciaux applicables aux raisins de table par expéditions de 50 kilogrammes ; il fit en 1907 un tarif de saison pour les artichauts, les choux et choux-fleurs, les haricots verts, les pois et les salades.

Enfin en 1906 et en 1907 furent établis des prix d'exportation particulièrement bas. D'Hyères sur Boulogne-sur-Mer (tarif anglais), la tonne de fruit par expéditions de 50 kilogrammes ne paya plus, pour la distance de 1 179 kilomètres, que 130 fr. 45, la tonne de légumes frais que 121 fr. 45.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les exportations sur l'Allemagne occidentale furent particulièrement favorisées: la tonne de fruits d'Hyères à Jeumont (1066 kilomètres) ne paya plus que 115 fr. 80, la tonne de légumes frais que 99 fr. 80.

LA VITESSE DES TRANSPORTS

En dehors des abaissements de tarifs, les Compagnies ont amélioré notablement la circulation des fruits et légumes en réduisant, dans une très large proportion, la durée des transports. La Compagnie P.-L.-M. a résumé ces améliorations dans une note dont voici un passage: Pour assurer dans de bonnes conditions le transport rapide et régulier des fruits et primeurs en provenance de l'Algérie et du midi de la France, à destination de Paris, de l'Angleterre et de l'Allemagne et de la Suisse, la Compagnie P.-L.-M. met en marche, chaque jour, dans la période de mai à septembre, de 6 à 10 trains spéciaux de denrées indépendamment des trains réguliers transportant toute nature de messagerie; les grands trains, qui desservent directement, ou par correspondance, tous les centres de production du réseau et les principaux centres de consommation, sont échelonnés en tenant compte des conditions de desserte des gares expéditrices, des heures de marché à l'arrivée, des continuations sur les autres réseaux. En ce qui concerne les trains sur Paris, les arrivées sont nécessairement échelonnées pour éviter tout encombrement.

La marche des trains est tracée à 60 ou 65 kilomètres. Mais la desserte des gares et les sujétions de tracé sur les grandes artères réduisent nécessairement la vitesse commerciale. D'une manière générale, pour les trains de denrées, la durée du trajet de Marseille à Paris (863 kilomètres) varie de 22 à 24 heures. Les denrées de provenance de la région de Marseille et du littoral (Hyères, Solliès-Pont) quittent les gares d'expédition entre 6 heures du soir et minuit et sont à Paris le lendemain dans la soirée.

La région d'Avignon et de Barbentane, centre de production le plus important du réseau, est desservie chaque jour par trois groupes de trains. Les départs du premier groupe sont échelonnés, dans l'après-midi, entre 2 et 4 heures du soir, et les arrivées à Paris ont lieu le lendemain, de midi à 2 heures. Le second groupe quitte Avignon entre 7 et 9 heures du soir et arrive le lendemain à Paris de 3 à 5 heures de l'après-midi. Le troisième groupe part d'Avignon dans la nuit, entre 1 et 4 heures du matin, avec les remises de tous les trains correspondants des lignes adjacentes, et arrive à Paris, le même jour, de 7 heures à 11 heures du soir. Le trajet total d'Avignon à Paris (741 kilomètres) s'effectue ainsi entre 18 et 20 heures.

L'exportation sur l'étranger, notamment sur l'Allemagne, la Suisse et l'Angleterre, a motivé l'organisation, par le P.-L.-M., de concert avec les réseaux du Nord, de l'Est et les chemins de fer allemands, de services rapides combinés avec les trains P.-L.-M., de telle sorte que, pendant la période de pleine production, ces produits arrivent sur les marchés de Londres, Francfort-sur-le-Mein, Berlin, Hanovre, Brême et Hambourg dans les délais ci-après :

D'Avignon à Londres.	38	heures.
— à Francfort-sur-le-Mein.	33	—
— à Berlin	61	—
— à Hanovre.	60	—
— à Brême.	66	—
— à Hambourg.	65	—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les marchandises qui, en raison de leur maturation rapide, exigent les transports les plus réduits, ces accélérations de vitesse ont facilité considérablement le commerce des fruits et des légumes.

LE MATÉRIEL

Il est encore d'autres améliorations que les producteurs et les négociants ont beaucoup appréciées. Ce sont celles qui concernent le matériel. Jadis, les denrées étaient placées le plus souvent dans des wagons couverts ordinaires où, au cours des longs trajets en plein soleil et surtout des stationnements prolongés dans les gares, l'air contenu dans l'intérieur du wagon s'échauffait et tendait à accélérer la fermentation des fruits. On a d'abord commencé par construire des wagons spéciaux dont la partie supérieure était aérée à l'aide de volets mobiles fermés comme des persiennes. Plus tard on a créé ces wagons avec une double paroi qui forme un matelas d'air isolateur ; on a aménagé des volets d'aération à la partie inférieure du wagon, les uns sur les parois perpendiculaires à la voie, les autres sur la paroi longitudinale, de telle sorte que le wagon, en cours de route, peut, à la demande des expéditeurs, recevoir des courants d'air dans tous les sens. Enfin, certains wagons ont des toits inclinés, ou encore sont revêtus d'une peinture blanche pour réduire l'intensité de l'action du soleil. Le nombre de ces wagons spéciaux va sans cesse en augmentant sur les réseaux du P.-L.-M. et de l'Orléans. Quelques wagons sont même à intercirculation pour que les agents de la Compagnie qui reçoivent des expéditions de détail en cours de route puissent procéder à des classements d'après les destinations des colis, ce qui évite des pertes de temps dans les gares de passage, et surtout aux gares de transit et de bifurcation à certaines gares terminus.

***

LES CONDITIONS DE LA PRODUCTION ET DU COMMERCE DES FRUITS ET LÉGUMES RÉFORMES A RÉALISER

Les débouchés, sans aucun doute, pour les fruits et les légumes s'accroissent d'année en année. Au grand marché d'approvisionnement de Paris se sont ajoutés les grands marchés d'Angleterre et d'Allemagne et les marchés locaux des grands centres de consommation de France. L'abaissement progressif des prix de vente a procuré aux expéditeurs de nouvelles couches de consommateurs. Seulement il est bien évident que, maintenant, la production est telle que souvent, à certains jours, il se produit des surabondances d'arrivages dans certains marchés, et les baisses de prix de vente qui en sont l'inévitable conséquence provoquent des pertes considérables chez les producteurs ou les négociants expéditeurs qui avaient escompté une opération fructueuse.

Si l'on examine les statistiques des Halles de 1902 à 1909, dans l'ensemble l'on remarque un certain fléchissement des prix de vente. Certes, dit le rapport, cette baisse (sensible surtout pour les pêches et encore plus pour les raisins) n'est pas générale. Il apparaîtra même que l'accroissement du bien-être dans la population parisienne a développé tellement le besoin de consommer des fruits frais que les fruits de primeurs sont plus recherchés et, par suite, vendus dans de meilleures conditions qu'autrefois. Mais, au contraire, autant du moins que permettent de le dire les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prix mensuels qui dépendent de la précocité ou du retard des saisons, il apparaît que le progrès considérable de la production en France a provoqué, ce qui est naturel, une baisse des prix à Paris.

Cette dépréciation des prix de vente sur les marchés des Halles centrales de Paris a, évidemment, une répercussion sur les prix des autres marchés; car, aujourd'hui, avec la rapidité et la fréquence des communications, tous les grands marchés de consommation sont solidaires les uns des autres, de telle sorte que les prix de vente, dans les centres de production, marquent une sensible diminution.

AMÉLIORATIONS A RÉALISER

Le dernier chapitre du rapport de M. Georges Villain par les observations pratiques qu'il présente, mérite de retenir tout particulièrement l'attention; M. Villain l'intitule : *Un problème à solutions multiples*, parce que, suivant lui, ce qu'il importe de rechercher maintenant, c'est un ensemble de solutions qui ne sauraient être, nécessairement, d'une application simultanée, mais dont la réalisation doit, en tout cas, être poursuivie avec simultanéité, car c'est précisément l'ensemble de leur mise en œuvre qui, seul, nous permettra soit de maintenir, soit de développer l'importance des débouchés de notre production agricole.

Et tout d'abord M. G. Villain établit que la recherche des marchés étrangers est nécessaire pour notre production fruitière et maraîchère.

Sans doute le marché français offre encore à la production horticole française d'importants débouchés. Il est manifeste, pour tous ceux qui ont voyagé en France, que la consommation des denrées alimentaires de la meilleure qualité laisse encore fort à désirer dans nombre de régions. Il est encore beaucoup de stations de villégiature où l'on en est toujours réduit à la production locale, laquelle permettrait parfaitement une consommation supplémentaire de produits extrarégionaux si l'approvisionnement de ces produits pouvait se faire aisément. La France, avec ses 40 millions d'habitants, qui ont traditionnellement l'usage des fruits et des légumes frais dans leur consommation, offre encore, en fait, le plus important marché de consommation pour les produits de notre agriculture.

Or la disposition générale de notre réseau de chemins de fer, la convergence de la plupart des grandes lignes sur Paris, la congestion de l'exploitation sur les grandes artères et la discordance des correspondances sur les lignes secondaires ne sont pas faites pour faciliter la diffusion de nos produits agricoles. C'est de là surtout que provient le grand mouvement constaté dans tout le monde agricole français qui espère que les « colis agricoles » d'un poids supérieur à 10 kilogrammes donneront des débouchés nouveaux, à l'intérieur de la France, à la vente de nos fruits et de nos légumes, en facilitant les transports rapides autrement que vers les grands centres de consommation.

Quelles que soient les satisfactions qui pourront être données à ces légitimes espoirs, il est de toute évidence que, en attendant les résultats de cette large et profitable diffusion, l'exportation de notre production horticole est d'une impérieuse nécessité.

Si nous prenons, par exemple, l'ensemble des expéditions de fruits et de légumes faites par le réseau P.-L.-M. sur Paris et l'étranger, nous verrons que l'étranger aura reçu 26 000 tonnes de fruits en 1908, alors que Paris et les au-delà de Paris, en France, en recevaient 36 100. Pour les légumes, il y avait 36 600 tonnes expédiées sur Paris et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les au-delà de Paris situés en France, et 15 600 tonnes dirigées sur la Suisse, l'Allemagne, l'Angleterre et la Belgique.

Pour ce qui est des fleurs récoltées sur notre littoral méditerranéen, les gares P.-L.-M. ont expédié, dans la campagne 1908-1909, 9 928 tonnes de fleurs sur Paris et les au-delà de Paris situés en France, et sur l'étranger. Or, l'étranger a eu 5 333 tonnes; Paris et les au-delà de Paris, 4 595 tonnes seulement.

L'exportation de notre culture florale, fruitière et maraîchère est donc d'une inéluctable nécessité, car, sans elle, ce serait la ruine de nombreux cultivateurs français, et c'est alors avec la plus grande vigilance qu'elle doit être suivie par les pouvoirs publics.

Quant aux points principaux sur lesquels doit se porter l'attention des intéressés pour développer ou tout au moins maintenir le commerce des fruits, M. G. Villain les étudie dans l'ordre suivant :

1° Les principes commerciaux de l'exportation; 2° les principes culturaux; 3° les méthodes commerciales intérieures; 4° les emballages; 5° les transports par voie ferrée; 6° les manutentions dans les ports; 7° les méthodes commerciales sur les marchés étrangers.

PRINCIPES COMMERCIAUX DE L'EXPORTATION

On peut les résumer ainsi : ne pas considérer l'exportation comme un moyen de se débarrasser de produits dont on ne trouve pas le placement sur le marché français, mais produire spécialement pour l'exportation : ne pas se contenter de parer la marchandise, mais se créer une marque commerciale par la loyauté et la correction des envois, de façon que le commissionnaire anglais puisse acheter même sur simple parole.

Enfin n'exporter dans un pays donné que le produit « marchand » dans ce pays, c'est-à-dire répondant au goût de la clientèle locale. A notre chasselas de Fontainebleau, si fin soit-il, l'Anglais, par exemple, préfère le gros raisin noir. Si on ne respecte pas cet autre principe commercial, on ne vendra pas de raisin de France en Angleterre, et c'est pour cela qu'en 1908 la France a importé en Angleterre tout juste 46 tonnes de raisin, alors que l'Espagne en a vendu 27 331 tonnes.

PRINCIPES CULTURAUX

L'acheteur est roi, dit l'Anglais; par conséquent, ne cultiver pour l'exportation que les légumes, les fruits spéciaux demandés par la clientèle.

Les sociétés d'agriculture ont à cet égard un grand rôle à jouer pour renseigner les producteurs dans nos diverses régions.

Les mêmes sociétés pourraient aussi faire, de concert avec les professeurs d'agriculture, la plus utile propagande pour entamer une lutte méthodique contre les parasites des arbres fruitiers et des légumes.

MÉTHODES COMMERCIALES

L'avilissement des prix sur les marchés de consommation, qui sont si pénibles pour les producteurs et les marchands, résulte de la surabondance des expéditions sur un même marché à un même moment. Cette surabondance tient à deux causes : aux con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ditions actuelles dans lesquelles se font les expéditions des fruits cueillis, et au manque d'informations commerciales chez nombre de petits négociants expéditeurs ou cultivateurs.

Si des fruits peuvent être cueillis avant leur maturation, tels les pommes, les poires, les bananes, et peuvent rester dans un fruitier pendant un délai quelquefois de plusieurs semaines, les fruits rouges, au contraire, fraises, cerises, framboises, groseilles et les fruits à noyaux, pêches, abricots et prunes, ne supportent qu'un très faible délai d'attente après la cueillette. Et si la récolte s'est faite dans un temps humide et chaud, la maturation est telle que le fruit ne supporte pas un voyage un peu long.

C'est dans ces circonstances que se font, actuellement, des expéditions précipitées, des opérations anticommerciales, car leur bénéfice final est parfois illusoire.

Il n'y a pas d'autre moyen pratique de régulariser, dans une limite efficace, ce gros inconvénient, que de développer, dans les grands centres de production, les procédés industriels de conservation par le froid.

Grâce aux efforts de l'*Association française du froid*, nous commençons en France à entrer dans cette voie. Cette association, en juillet 1910, a pu inaugurer à Châteaurenard (B.-du-R.), un des principaux centres d'expédition des primeurs du midi de la France, une station expérimentale du froid destinée à étudier les meilleurs procédés de préservation des fruits, des légumes frais, des fleurs, etc., pour les transports à longue distance (1).

Ce que l'on sait déjà, en tout cas, c'est que toute réfrigération ne peut s'effectuer que sur des fruits absolument sains. Il est inutile de songer à conserver ceux qui seraient un peu avancés, car, malgré l'action du froid, ils s'abîmeraient.

Aussi prévoit-on que les frigorifiques agricoles devraient avoir en annexe un établissement de conserves où les fruits trop mûrs seraient l'objet d'une transformation soit en confitures, soit en fruits séchés, etc. (2).

LA QUESTION DES EMBALLAGES

S'il est, dans le transport des fruits, une question qui ait agité les producteurs et les commerçants, comme aussi les Compagnies de chemins de fer, c'est celle des emballages.

Depuis que les Compagnies de chemins de fer et, après elles, les comices agricoles et les sociétés d'agriculture ont organisé des expositions d'emballage, une véritable

(1) Le sous-directeur de la station de Châteaurenard a bien voulu, par une lettre en date du 5 novembre dernier, nous faire connaître les résultats obtenus déjà à la station. Au printemps 1911 la gelée a détruit en Provence quantité de fruits, aussi la récolte a été des plus médiocres; le commerce de gros a dû se transformer en commerce de détail. La station expérimentale n'a pu refroidir des wagons entiers de pêches, elle a dû se rabattre sur des colis de détail. Cependant il a pu être établi :

1° Qu'un colis refroidi en 6 heures ne se réchauffe qu'en plusieurs jours;

2° Qu'un colis préréfrigéré, placé au milieu de colis chauds, garde son froid néanmoins et arrive mieux que les colis chauds.

Tel a été le cas notamment pour des colis de fruits envoyés à l'Exposition de Turin, ou expédiés en Bretagne.

(2) Il est à souhaiter que ces installations frigorifiques soient entreprises par des syndicats de producteurs dans les grands centres de production de fruits. Déjà, du reste, un des premiers frigorifiques a été établi à Condrieu (Rhône) où existe un grand commerce de fruits. C'est le syndicat agricole de Condrieu qui, avec l'appui du ministère de l'Agriculture et de l'administration locale, a procédé à cette installation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

industrie est née en France. Les esprits inventifs ont cherché soit des modèles simples, soit des appareils démontables, susceptibles de satisfaire à cette triple condition : bon marché, résistance et protection contre les spoliations.

Le problème des emballages se lie, du reste, assez intimement au problème de l'organisation commerciale : ainsi, pour le trafic international tout au moins, nos concurrents sur les marchés étrangers, notamment sur le marché anglais, se sont mis à expédier leurs marchandises dans des emballages qui restent entre les mains de l'acheteur et que, pour ce fait, on appelle des emballages perdus. M. G. Villain souhaite voir s'établir pareille habitude chez nos expéditeurs français ; nos Compagnies de chemins de fer pratiquent gratuit, jusqu'ici, l'emballage en retour; il serait de leur intérêt comme de celui de nos producteurs que les transports effectués en emballages perdus aient une tarification moindre que celle des transports avec emballages en retour.

LES TRANSPORTS PAR VOIE FERRÉE

La plupart des expéditeurs de fruits et légumes en France, les réceptionnaires à l'étranger ne réclament pas en ce moment d'abaissement de tarifs; ce qu'ils demandent avant tout,c'est que la marchandise arrive à destination dans les délais réglementaires tels qu'ils ne soient pas exposés à des pertes du seul fait de fautes d'exploitation des agents des Compagnies. Ce qui leur importe, c'est que l'opération commerciale escomptée puisse être réalisée. Toute stipulation limitative de la responsabilité des Compagnies, dès que cette responsabilité peut être normalement mise en cause, leur paraît d'autant moins acceptable qu'ils ne peuvent trouver dans les conditions du tarif général les garanties que ne leur donnent pas les conditions d'application de la tarification spéciale. Aussi demandent-ils une revision, dans cet ordre d'idées, de la nouvelle tarification spéciale des denrées.

Enfin il est un point sur lequel il y a lieu d'insister : l'utilité de l'emploi progressif de wagons réfrigérants, qui devra correspondre au développement d'installations frigorifiques agricoles.

LES MANUTENTIONS DANS LES PORTS ET LES GARES

Si on développe les transports par wagons réfrigérants, si on augmente le nombre des wagons aérés des Compagnies de chemins de fer afin de maintenir les fruits à une température convenable, et si, au sortir du wagon, on expose les fruits au soleil et à la pluie, il est manifeste que le résultat final sera aussi défavorable pour la marchandise que la situation actuelle.

Depuis 1905-1906,des agrandissements et modifications de gares expéditrices ont été effectués à la demande de la Chambre syndicale des commissionnaires en fruits et primeurs, mais il est manifeste que, dans tous les ports de France et d'Angleterre, où se manutentionnent les denrées comestibles, seul le port tout nouveau de Hull est aménagé convenablement.

Or, comme y insiste M. G. Villain, la question du transport des denrées périssables n'est pas un problème à solution unique.

Toutes les solutions, au contraire, sont essentiellement solidaires les unes des autres; si l'une fait défaut, les résultats heureux obtenus par les autres risquent de n'avoir qu'une sanction finale insuffisante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES MÉTHODES COMMERCIALES SUR LES MARCHÉS ÉTRANGERS

Si, personnellement ou par ses agents, un approvisionneur étranger achète en France et règle de suite son achat, il est bien évident que le vendeur n'a pas à se préoccuper de ce que devient sa marchandise. Dans le commerce franco-allemand, ce système paraît avoir une certaine tendance à se développer, mais au contraire il est peu répandu en Angleterre, où l'habitude est d'acheter sur le vu de la marchandise en laissant à l'expéditeur la responsabilité des risques inhérents au transport; de de même sur la place de Paris, presque toutes les ventes sont faites aux risques des expéditeurs de province.

Seulement, en France, des mesures réglementaires ont été prises pour garantir les expéditeurs contre certains abus de pouvoir de la part des commissionnaires vendeurs, et ces mesures n'existent pas en Angleterre.

Dès lors, si les petits commerçants expéditeurs français ou producteurs exportant eux-mêmes leurs marchandises n'ont pu faire de contrats avec une maison de confiance sur le marché étranger (et, fort heureusement, de telles maisons sont la grande majorité à l'étranger comme en France), ils ne pourront trouver de remède aux abus éventuels qu'en mettant en application le principe d'association.

Un expéditeur quelconque ne peut songer à surveiller les marchés étrangers éloignés de sa propre résidence. C'est sur place seulement que le contrôle sera efficace; et comme cet expéditeur ne peut songer à faire exercer un contrôle sur place sans dépenser beaucoup d'argent et sans grever, par suite, ses frais généraux, au point de menacer gravement ses bénéfices nets, il sera amené soit à renoncer à ce contrôle, soit à le faire exercer en s'associant avec d'autres expéditeurs dans sa situation.

Ainsi apparaît encore comme nécessaire la constitution des associations coopératives de vente qui, soit isolément, soit par groupement, pourront supporter les charges d'une représentation temporaire à l'étranger. C'est ainsi qu'ont agi les sociétés coopératives étrangères; c'est ainsi qu'agissent les sociétés commerciales de Plougastel-Daoulas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

SÉANCE DU 24 NOVEMBRE 1911

Présidence de *M. Bertin,* président.

MM. Hitier et **Toulon** présentent au Conseil, avec remerciements aux donateurs, différents ouvrages dont la bibliographie sera donnée au *Bulletin*.

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ

Sont nommés membres de la Société d'Encouragement :

M. Fleurent, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, présenté par **MM. Livache** et **Verneuil** ;

M. Petitalot, directeur de la Société Électro-Textile à Paris, présenté par **MM. Masson** et **G. Richard.**

DÉCLARATION DE VACANCES

Sont déclarées les vacances suivantes :

Au Comité des Arts chimiques, en remplacement de **M. Troost** ;

Au Comité du Commerce, en remplacement de **M. Levasseur.**

CONFÉRENCE

M. Robin fait une conférence sur le *Microscope à longue portée* et son application à l'étude des transformations des alliages.

M. le Président remercie vivement M. Robin de sa conférence pleine de données et de suggestions nouvelles et qui sera renvoyée au Comité des Arts chimiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCE DU 8 DÉCEMBRE 1911

Présidence de *M. Bertin*, président.

MM. Hitier et **Toulon** présentent au Conseil, avec remerciements aux donateurs, différents ouvrages dont la bibliographie sera donnée au *Bulletin*.

REVUE DE LA QUINZAINE, par *M. G. Richard*.

Messieurs,

Voici un nouvel exemple d'application des moteurs à pétrole à la navigation, remarquable non tant par sa puissance de 1 600 chevaux que par l'originalité de sa construction.

L'inventeur de ce moteur, M. le professeur Junkers, en a fait construire deux moteurs : un de 1 000 chevaux et horizontal pour les essais dans son laboratoire d'Aix-la-Chapelle et un autre vertical de 1 600 chevaux pour un bateau de la ligne Hambourg-Amérique, dans ses ateliers du Weser, à Brême.

La machine d'Aix-la-Chapelle est à deux cylindres tandem de 450 millimètres de diamètre, avec chacun deux pistons de 450 de course sur manivelles à 180°, et lorsque la paire de pistons d'un des cylindres accomplit sa course motrice, ceux du cylindre suivant effectuent la compression. A la fin de cette compression, les pistons occupent la position (fig. 2) et, au retour de ces pistons, on injecte entre eux le pétrole atomisé avec de l'air comprimé, ce qui produit, après l'allumage sous haute pression BA, la détente BC jusqu'à la position (fig. 3), puis, comme en fig. 4, le piston V découvre les lumières d'échappement du cylindre, ce qui produit l'échappement anticipé CD. A partir de ce point, le piston H admet de l'air sous faible pression au cylindre pour le balayage des gaz brûlés jusqu'en figure 6, point à partir duquel la compression recommence de figure 6 à figure 2.

Les machines marines (fig. 7) sont en deux rangées, une pour chaque arbre d'hélice, de chacune trois cylindres verticaux de 200 × 200, avec pour chaque cylindre deux valves d'injection du pétrole et deux de mise en train par l'air comprimé. Les compresseurs et les pompes de balayage, disposées symétriquement, sont commandées par les croisillons de retour et l'air de balayage arrive au cylindre sans s'échauffer au préalable (1).

Le principe procédé de *chauffage à des températures très élevées*, pour moufles et creusets..., dû à *M. Schnabel*, et exploité par la *Thermotechnischen A G* de Berlin, consiste en ce que, si l'on enflamme un jet d'air et de gaz, à l'intérieur d'une masse réfractaire granulaire ou poreuse, cette masse ne tarde pas, si la pression du jet

(1) *Engineering*, 24 novembre 1911, p. 690.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est suffisante, à devenir incandescente à une température limitée par sa seule fusibilité. La théorie de la persistance et de l'accentuation de l'action des flammes au

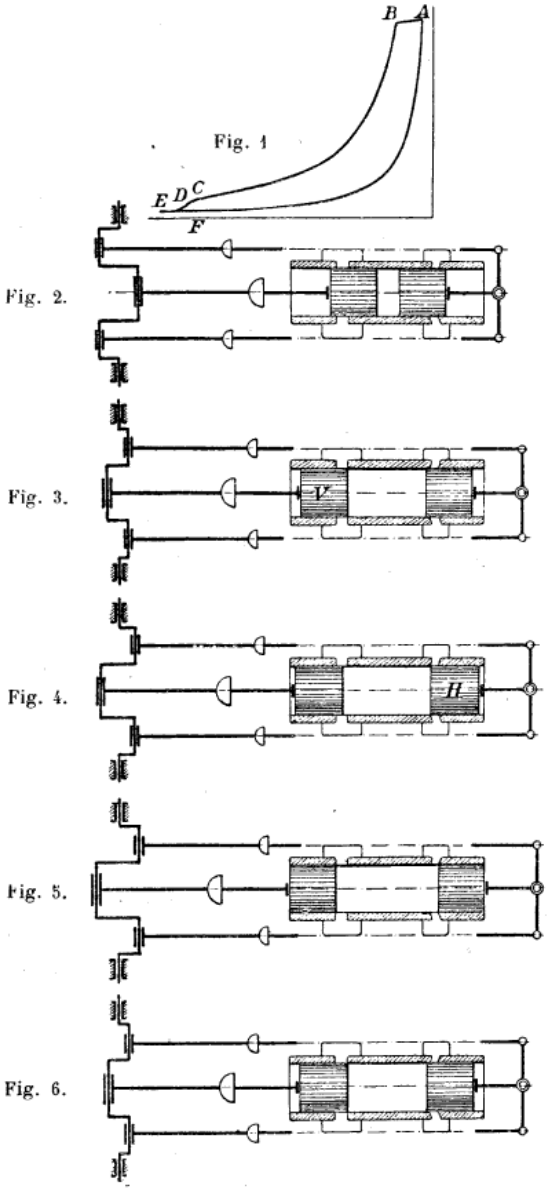


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.

Fig. 1 à 6. — Moteur *Junkers* horizontal diagramme et schéma du fonctionnement.

milieu de ces masses poreuses est très incomplètement connue; on y fait intervenir, notamment, des effets catalytiques, mais il paraît certain que l'on peut ainsi réaliser, dans des moufles (fig. 8) et creusets à becs multiples, des températures de 2000° et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

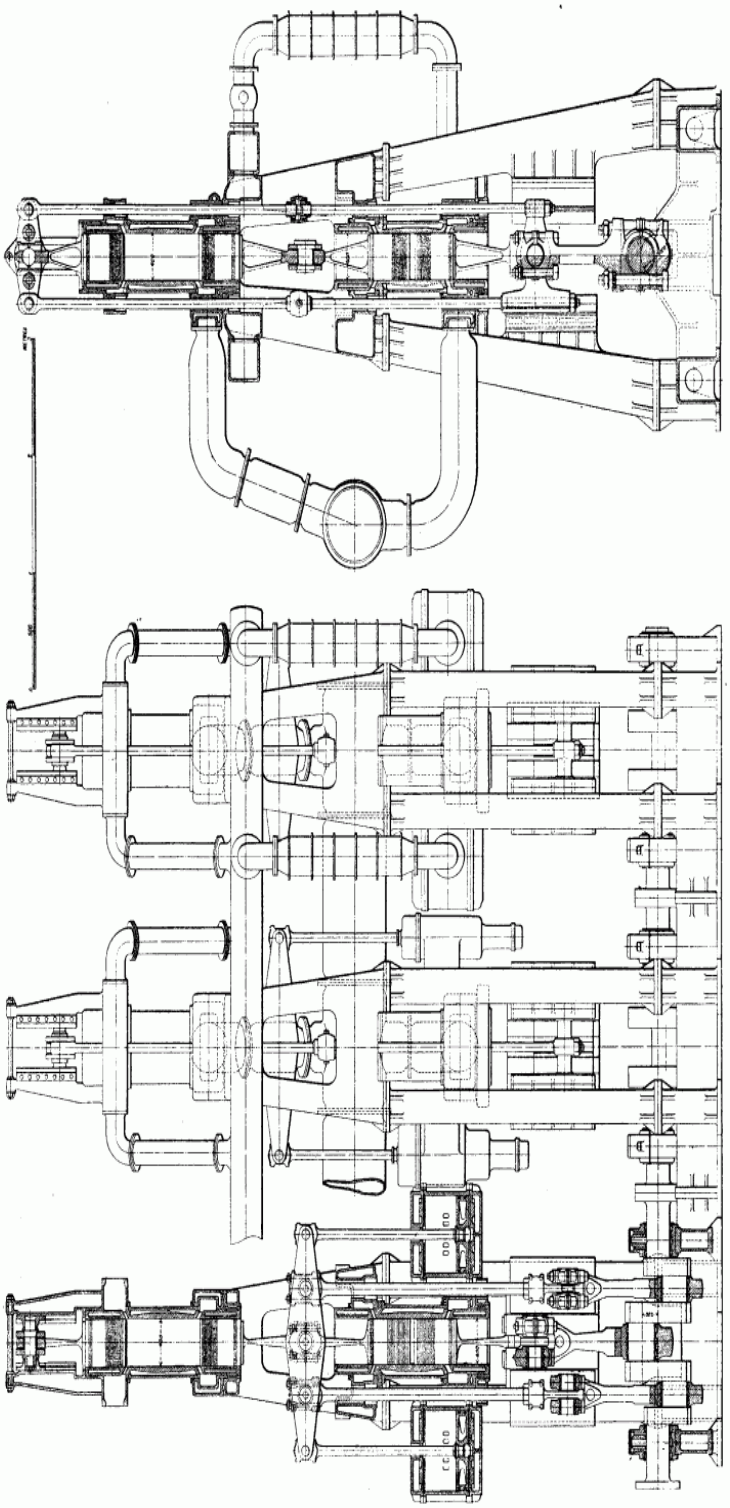


Fig. 7. — Moteur *Junkers* vertical de 1 600 chevaux pour bateaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec succès comme, par exemple, à la Hochschule de Charlottenbourg, dans des creusets à fondre les aciers (fig. 9) (1).

Je vous ai, à différentes reprises, parlé des *trompes Taylor* et de leurs applications à la compression de l'air notamment dans les mines (2). En voici un nouvel exemple intéressant, aux célèbres mines d'argent de Cobalt, Ontario, Canada, auquelles l'air comprimé est fourni par des trompes Taylor situées à 14 kilomètres sur une chute de la rivière Montréal.

Ainsi que vous le montre cette projection (fig. 10), les deux puits des trompes, d'environ 104 mètres de profondeur sur 3 de diamètre, débouchent au-dessus d'un cône déflecteur dans un canal souterrain de 300 mètres de long, et des différentes sections indiquées, aboutissant à un troisième puits de 87 mètres, avec une chute effective

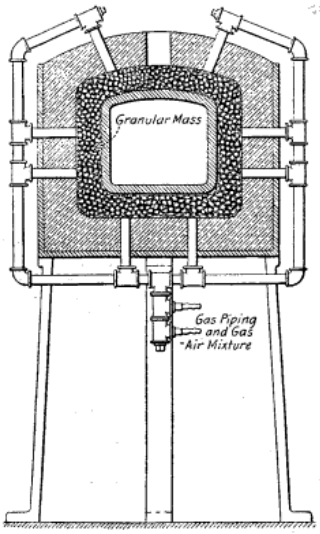


Fig. 8.

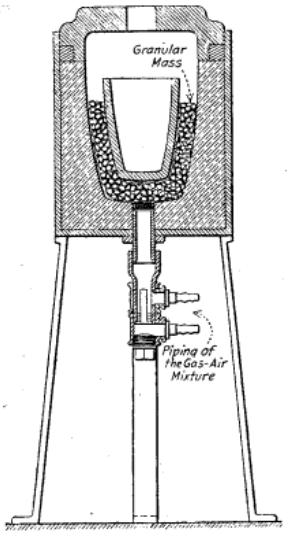


Fig. 9.

de 16m,50. A l'entrée de ce puits, un seuil de 2m,55 retient l'air refoulé par l'eau des trompes, et constitue, au-dessus de l'eau du tunnel, un réservoir d'air comprimé. Le débit de cet air à 8kg,4 est d'environ 1 130 mètres cubes par minute; il se vend environ 40 centimes le mètre cube à 7 kilomètres de pression au seuil de la mine.

L'eau arrive au haut de chacune des trompes par une lanterne de 2m,60 de diamètre avec 66 tubes de 355 millimètres × 2m,44. Les tubes des trompes pénètrent, au bas, de 430 millimètres dans l'eau du tunnel, dont la profondeur normale est de 6 mètres. L'air comprimé est pris au point le plus élevé — à environ 21 mètres du puits de retour — par un tuyau de 610 millimètres, emmanché obliquement dans du ciment, avec tuyau purgeur de 300 millimètres de diamètre laissant l'air comprimé filer dans l'atmosphère dès que son excès de pression fait baisser suffisamment le niveau de l'eau

(1) *American Machinist*, 2 décembre 1911.
(2) *Bulletins* de février 1907, p. 207; mai 1908, p. 751.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans le tunnel: La distribution de l'air comprimé se fait par des canalisations en acier dont, actuellement, 14 kilomètres en tuyaux de 50 centimètres, 9km,6 en 30 centimètres et 12 en de 15 à 8 centimétres, presque tous à l'air libre, et pourvu de joints de dilatation élastique. Cette installation fonctionne depuis la fin mai 1911 (1).

On sait que les huiles minérales forment facilement des émulsions avec le lait de chaux, les argiles et les ciments. L'huile mélangée à du ciment mouillé disparaît immédiatement, absorbée par le ciment dont elle ne se sépare pas par la prise. Cette formation d'une sorte de ciment huilé a été récemment étudiée par un ingénieur américain M. L.-W. Page, qui s'est livré, sur ce ciment et ses mortiers, à de nombreuses

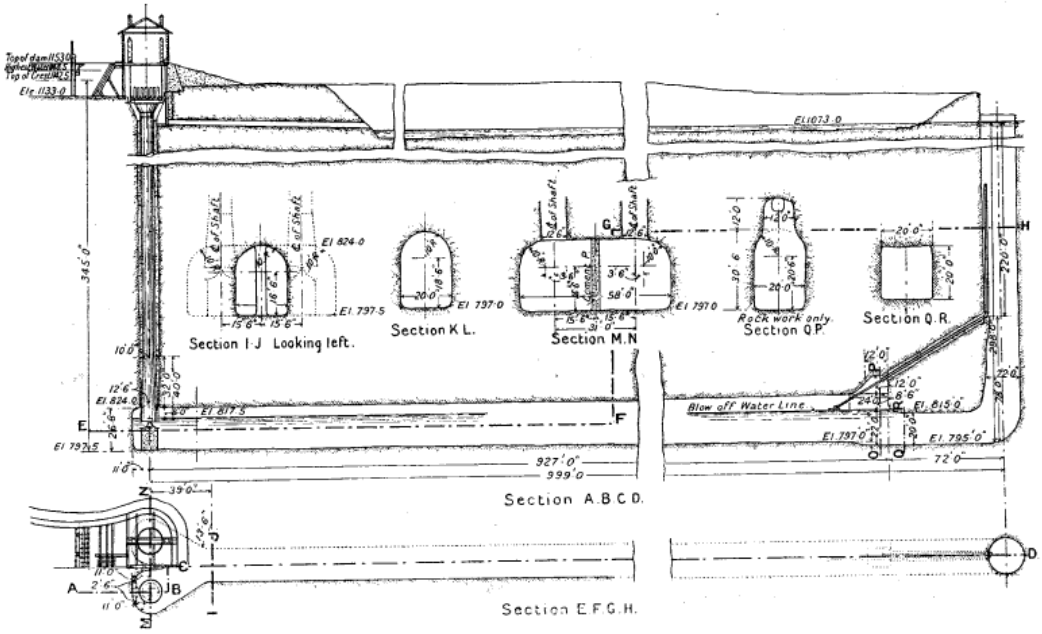


Fig. 10.

expériences, publiées dans le Bulletin de septembre de l'*American Society of civil Engineers*, et discutées dans le Bulletin de novembre. Je crois utile de vous les signaler, bien qu'elles soient encore loin d'épuiser cette question très délicate.

Pour fabriquer les éprouvettes de ciment huilé, M. Page constituait d'abord le mélange qu'il jugeait convenable, en général de 1/3, de ciment Portland et de sable de rivière, qu'il malaxait avec environ 17 p. 100 d'eau. On y ajoutait ensuite l'huile, qu'on y incorporait par un malaxage suffisamment prolongé, puis on y ajoutait et mélangeait la chaux nécessaire à la confection du béton.

Voici les conclusions du mémoire de M. Page :

La résistance à la traction d'un mortier de 1/3, ou de 1 de ciment pour 3 de sable, mélangé à jusqu'à 10 p. 100 d'huile de pétrole plus ou moins asphaltique ne diffère

(1) *The Engineer*, 10 novembre 1911, p. 483.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que très peu de la résistance du mortier non huilé, et cette résistance est notablement plus élevée après un mois environ qu'après sept jours.

Les prises initiales et finales sont retardées par une addition de 10 p. 100 d'huile : la première de 90 p. 100 et la seconde de 60 p. 100.

La résistance à l'écrasement du mortier et du béton décroît par une addition de 10 p. 100 d'huile ; elle tombe, au bout de 28 jours, à 75 p. 100 de la résistance du béton non huilé. Au bout d'un an, la résistance du mortier à 1/3 n'est plus sensiblement diminuée par des additions d'huile allant jusqu'à 10 p. 100.

La ténacité ou résistance au choc ne change pas.

Les mortiers et bétons à 10 p. 100 d'huile ont un coefficient d'absorption d'eau très faible. Ils sont absolument étanches pour des pressions allant jusqu'à 3 kilogrammes par centimètre carré. Le mortier huilé constitue un excellent revêtement hydrofuge lorsqu'on l'étend comme du plâtre sur un béton poreux.

L'huile diminue considérablement l'adhésion des ciments aux fers unis et très peu l'adhésion aux fers irréguliers.

La propriété la plus intéressante de ces ciments huilés paraît être leur imperméabilité si elle ne s'affaiblit pas avec le temps.

Les expériences de M. Page auraient besoin d'être complétées et étendues ; néanmoins, telles quelles, avec leurs nombreux tableaux et diagrammes, elles constituent l'une des meilleures études sur ce sujet du ciment huilé, intéressant non seulement au point de vue de la résistance mécanique du ciment, mais aussi de sa résistance à différentes actions telles que celles de l'eau de mer, de l'électricité... de sorte qu'elles méritaient de vous être signalées, en engageant ceux d'entre vous particulièrement intéressés par leur sujet à consulter à notre bibliothèque le mémoire même de M. Page.

NOMINATION D'UN MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ

Est nommé membre de la Société d'Encouragement :

M. Eugène Herscher, ingénieur civil des Mines, administrateur délégué de la Société de Bourdon, présenté par **M. Flamant**.

RAPPORT DES COMITÉS

Sont lus et approuvés les rapports de :

M. Gruner, au nom du Comité du Commerce. Notice nécrologique sur **M. Cheysson**.

M. Sauvage, au nom du Comité des Arts mécaniques. Sur le *Ranchet articulé pour voitures* de **M. Jacquemain Compas**.

M. Lindet, au nom du Comité d'Agriculture. Sur les *Appareils de* **MM. Grandel** et **Gouverneur** *pour l'épuration du Kapok.*

M. Pillet, au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts. Sur le *Traité de composition décorative* de **MM. Gauthier** et **Capelle**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMUNICATION

M. R. Le Grain fait une communication sur un Traîneau automobile et son emploi dans divers pays.

M. M. Picard présente une Machine à pointer et mesurer de **M. G. Barberat Boillot**.

M. le Président remercie et félicite vivement **MM. Le Grain** et **Picard**, de leurs très intéressantes communications.

SÉANCE SUPPLÉMENTAIRE

DU VENDREDI 15 DÉCEMBRE 1911, à 8 heures 1/2

Présidence de *M. Bertin*, Président.

Cette séance est consacrée entièrement à la *Conférence* de **M. Granger**, sur *La Porcelaine tendre française*, qui sera insérée au *Bulletin*, et pour laquelle M. le Président adresse à M. Granger ses meilleurs remerciements et félicitations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Œuvres choisies d'Amedeo Avogadro (Opere sclte di Amedeo Avogadro).

Annotées par le professeur Icilio Guareschi de la R. Université de Torino. (A l'Unione typografico-editrice torinense, 28 corso Raffaello, Torino, 1911. (Prix : 20 francs.)

L'Académie Royale des sciences de Torino, dans le but d'honorer la mémoire d'Amedeo Avogadro, a décidé de publier un volume qui renferme les œuvres choisies de ce savant italien, aussi grand physicien que grand chimiste. L'Unione tipografico-editrice torinense a assumé la charge de cette importante publication, et l'honneur de la faire connaître aux savants du monde entier. Les mémoires reproduits sont précédés d'un discours historique dû au professeur Icilio Guareschi et ils sont suivis d'une bibliographie générale de tous les travaux d'Avogadro. Ce magnifique volume se recommande à l'attention de tous les savants et de toutes les bibliothèques.

Sommaire. — (Discours historique du professeur I. Guareschi).

Mémoires et écrits de Amedeo Avogadro :

Essai d'une manière de déterminer les masses relatives des molécules élémentaires des corps, et les proportions selon lesquelles elles entrent dans ces combinaisons.

Saggio di un modo di determinare le masse relative delle molecole elementari dei corpi e le proporzioni secondo cui esse entrano in queste combinazioni (traduzione della Memoria precedente con Annotazioni).

Mémoire sur les masses relatives des molécules des corps simples ou densités présumées de leurs gaz, et sur la constitution de quelques-uns de leurs composés, pour servir de suite à l'*Essai* sur le même sujet, publié dans le *Journal de Physique*, juillet 1811. Communiqué à M. Delamétherie, en janvier 1814.

Memoria sul calore specifico dei gas composti paragonato a quello dei loro gas componenti.

Nouvelles considérations sur la théorie des proportions déterminées dans les combinaisons, et sur la détermination des masses des molécules des corps (février 1821).

Note sur la nécessité de distinguer les molécules intégrantes des corps de leurs équivalents chimiques dans la détermination de leurs volumes atomiques (1849).

Relazione della densità de fluidi aeriformi colla loro costituzione (1838).

Annotazioni, con frammenti sulla teoria molecolare tolti dalla *Fisica de corpi ponderabili*.

Delle molecole di cui i corpi sono composti e delle forze da cui sono animate. — Stati di aggregazione.

Delle relazioni tra la distanza e la grossezza delle molecole dei corpi solidi, e la loro densità.

Ricerce sui volumi atomici (Frammenti e Annotazioni).

Considérations sur l'état dans lequel doit se trouver une couche d'un corps non conducteur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'électricité, lorsqu'elle est interposée entre deux surfaces douées d'électricités de différente espèce (1806).

Second mémoire sur l'électricité ou suite des considérations sur l'état où se trouve une couche de corps isolateurs interposée entre deux surfaces douées d'électricités d'espèce contraire (1807).

Idées sur l'acidité et l'alcalinité (1809).

Réflexions sur la théorie électro-chimique de M. Berzelius (1813).

Mémoire sur le construction d'un voltimètre multiplicateur, et sur son application à la détermination de l'ordre des métaux relativement à leur électricité par contact (1822). Con una tavola.

Résumé des essais d'Avogadro fait par Œrstedt (1823).

Expériences sur quelques points douteux relatifs à l'action capillaire (1837). Con una tavola.

Bibliographie.

Traité de physique, par Chwolson, 2e édition française. Tome Ier, 1er volume : **Introduction, Mécanique, Méthodes et instruments de mesure**. Paris, Librairie scientifique A. Hermann et Fils, 6, rue de la Sorbonne. 1912. (Prix : 17 francs.)

Le Traité de physique de Chwolson est classé aujourd'hui comme ouvrage magistral ; c'est l'ouvrage que toute personne intéressée aux questions si complexes et si nombreuses du domaine de la physique doit commencer par placer sur sa table de travail.

Voici l'avis de la 2e édition française.

M. Chwolson a commencé la publication de son Traité de physique générale en 1897. Une traduction allemande, présentée par M. le professeur Wiedemann, a paru de 1902 à 1908. La présente traduction française, à laquelle M. Amagat a bien voulu donner la belle préface que l'on va lire, a été entreprise en 1906. En Russie les éditions se sont rapidement succédé : la 3e édition du tome Ier remonte déjà à 1908 ; celle du tome II est de 1911 ; une 3e édition du tome III sera prête en 1912. Les nombreuses et importantes additions faites simultanément dans l'édition française et dans les éditions russes, ont permis jusqu'ici de conserver à l'œuvre de M. Chwolson son caractère de vive actualité. Mais nous sommes entrés, aussi bien au point de vue expérimental qu'au point de vue théorique, dans une période où se renouvellent tant de questions, appartenant à tous les domaines de la physique, qu'il est devenu nécessaire de remettre au point les débuts de l'ouvrage. M. Chwolson a mis tous ses soins à cette tâche délicate et le lecteur verra, dans l'introduction générale qui ouvre cette seconde édition française, avec quelle maîtrise l'auteur définit la nouvelle orientation qu'il se propose de donner à son traité.

Pour faire pénétrer les notions de la mécanique électromagnétique dans la physique, il paraît difficile de ne pas faire intervenir les mathématiques. Malheureusement, les sciences abstraites ont un langage et un appareil techniques qui effarouchent beaucoup de bonnes intelligences. Cependant, il n'y a guère ici de milieu ; les procédés synthétiques ont une simplicité parfois trompeuse et cachent souvent le fond des choses. On ne s'étonnera donc pas des additions théoriques, très sobres d'ailleurs, que nous avons cru devoir faire encore, sous notre responsabilité, au texte de l'auteur, pour rendre plus aisée l'étude des idées nouvelles qui entrent de toutes parts dans la physique. Nous avons indiqué ces additions par des astérisques dans la table des matières.

Nous avons notamment fait figurer, dans les chapitres sur les fondements de la mécanique, les principes de variation, que les traités spéciaux envisagent ordinairement sans se préoccuper de leur portée et de leur fécondité à l'égard des théories physiques ; comme nous le ferons voir, dans les tomes suivants, ces principes mettent déjà en œuvre les idées relativistes, dont O. Rodrigues a été, en 1815, le précurseur, par sa manière d'envisager le prin-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cipe de la moindre action. Nous avons présenté aussi, au point de vue d'Hamilton, la théorie des systèmes de rayons rectilignes créée par Malus, qui paraît devoir reprendre toute son importance physique dans l'étude de l'énergie rayonnante. Enfin, à propos du principe de Doppler, nous avons rappelé que M. le professeur W. Voigt à établir dès 1886, dans toute sa généralité, la transformation qui est à la base de la mécanique électromagnétique.

Voici la table des matières de ce premier volume.

1re partie : Introduction générale.

Quelques propositions de mathématiques. — Vecteurs. — Publications périodiques sur la physique.

2e partie : Mécanique.

Titres des chapitres I à IX : Du mouvement. — De la force. — Travail et énergie. — Mouvement vibratoire harmonique. — Propagation des vibrations par rayonnement. — La gravitation universelle. — Éléments de la théorie du potentiel newtonien. — La pesanteur. — Dimensions des grandeurs physiques. Bibliographie.

Note de la dynamique du point et du corps invariable, par MM. Eugène et François Cosserat. — Quelques renseignements bibliographiques.

3e partie : Instruments et méthodes de mesure.

Titres des chapitres I à IX : Remarques générales sur les mesures physiques. Bibliographie. — Quelques instruments auxiliaires. — Mesure des longueurs et des aires. Bibliographie. — Mesure des angles. — Mesure des volumes. — Mesure des forces et des masses. — Mesure du temps. — Mesure de l'intensité de la force de la pesanteur. Bibliographie. — Mesure de la densité moyenne de la terre. Bibliographie.

Note sur la théorie des intégrateurs, par M. Édouard Davaux.

Le pain de froment, étude critique et recherche sur sa valeur alimentaire selon le blutage et les systèmes de mouture, par M. E. Fleurent, membre du Conseil supérieur de l'Agriculture. In-16 de VIII-224 pages, avec 33 figures. (Prix : 3 fr. 75) Paris, Gauthier-Villars, 1911.

Préface. — Les idées générales qui m'ont guidé dans la rédaction de ce volume peuvent se résumer en une seule : faire connaître le produit qui sert de base à l'alimentation française et définir la valeur économique de la qualité de pain qu'elle réclame impérieusement.

Il y a peu de temps encore, cette étude pouvait apparaître comme une œuvre de combat. Aujourd'hui, elle a perdu ce caractère.

C'est que toutes les critiques passionnées qui se sont élevées pour plaider, au point de vue physiologique et alimentaire, la supériorité du pain bis ou complet sur le pain blanc se sont apaisées. Le peu de faveur qu'elles ont trouvé devant le consommateur a été pour leurs auteurs le commencement de la sagesse. Ils ont compris qu'on ne traite pas l'humanité tout entière comme un cas pathologique et que s'il est utile pour le médecin de conseiller, dans certaines occasions, l'emploi de tel ou tel aliment, il est non moins nécessaire, pour l'homme sain qui travaille, de pouvoir se procurer, au plus bas prix, le produit capable de lui fournir la plus grande somme d'énergie.

Aussi bien, y a-t-il lieu, même pour le savant, dans cette voie comme dans beaucoup d'autres, de se laisser guider par les usages de la pratique courante.

« Je me plais, disait Pasteur, à rattacher aux explications de la Science les usages techniques. Ils sont presque toujours le fait d'observations justes. Bien que la nature de mes travaux ne m'ait pas souvent rapproché de l'application, il m'a été donné déjà maintes fois

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de reconnaître toute la vérité des pratiques du métier. Il arrive bien, parfois, que c'est la vérité de la légende, mêlée de merveilleux; mais, si cette pointe de miracle ne vous rebute pas et que vous aimiez à considérer les faits en eux-mêmes, vous reconnaîtrez à peu près invariablement *qu'un usage quelconque, lorsqu'il est généralement suivi, est le fruit d'une expérience raisonnée, qu'il y a quelque utilité à ne point s'en écarter* et que la connaissance des phénomènes naturels qui s'y rattachent n'est vraiment complète que lorsqu'on en peut donner scientifiquement l'explication. »

Cette affirmation de l'illustre savant s'applique merveilleusement à l'objet dont traite ce volume.

La recherche de la farine de plus en plus blanche est une préoccupation qu'on retrouve à toutes les époques de l'histoire de l'homme, si bien que, malgré toutes les tentatives de réaction, l'usage du pain blanc de froment s'est imposé à toutes les nations civilisées.

Justifier cet usage, de façon à l'affermir, par les moyens dont la Science dispose à l'heure actuelle, tel est le but que je me suis proposé.

J'ai essayé de l'atteindre en utilisant soit des matériaux déjà connus, soit des recherches personnelles encore inédites.

Table des matières. — CHAP. I. La production et la consommation du blé et du pain dans leurs rapports avec l'histoire de la mouture. — CHAP. II. Des aliments en général. — CHAP. III. Le grain de blé. Sa constitution histologique ; composition chimique et valeur alimentaire de ses différentes parties. — CHAP. IV. Les produits de la mouture du grain de blé. Farines de meules et farines de cylindres. — CHAP. V. Pain blanc et pain bis. Valeur alimentaire et utilisation comparative. — CHAP. VI. La question des phosphates. — CHAP. VII. Le pain de troupe. — CHAP. VIII. La fonction alimentaire du pain et le problème agricole industriel de l'enrichissement des blés en matière azotée. — CHAP. IX. La boulangerie moderne. Index bibliographique.

Cours d'aviation de l'École spéciale des Travaux publics (M. Eyrolles, directeur), rue du Sommerard, Paris.

Le livre 1er renferme une description des appareils d'aviation et propulseurs, par MM. les professeurs G. ESPITALLIER et RENÉ CHASSERIAUD, en 16 chapitres, dont les titres sont les suivants :

Considérations générales sur les différents genres d'appareils d'aviation.
Historique de l'aviation. Comment l'homme apprit son métier d'oiseau.
La période contemporaine.
Les principaux types d'aéroplanes.
De la résistance de l'air sur un plan orthogonal. — De la résistance de l'air sur les surfaces inclinées. — Expériences sur la résistance des plaques inclinées.
Conséquences pratiques des expériences Eiffel. Étude du profil des ailes. — Expériences Eiffel sur un aéroplane complet. Applications au calcul d'un appareil.
Problème général de la sustentation dynamique. — I. Le parachute et le planeur. — II. Théorie de l'aéroplane.
De la stabilité.
Théorie du virage.
Des hélices. — Études expérimentales sur les hélices.
Les applications. Conclusions.

L'intérêt que le premier livre présente fait désirer que le second livre vienne rapidement nous donner une étude d'ensemble.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La chimie amusante, par M. F. Dronne, chez M. Bourdain, 16, rue du Mail, à Blois. (Prix : 3 fr. 50.)

C'est un recueil de métamorphoses et de transformations des fleurs et des liqueurs qui peuvent en être extraites. L'ouvrage contient la description de nombreuses expériences de chimie amusante qu'il est possible d'exécuter en se servant presque uniquement des fleurs naturelles qui s'y trouvent désignées, de différentes liqueurs qui peuvent être extraites de ces dernières, de quelques fleurs artificielles, de quelques alcalis et acides, d'un peu de chlore ou de chlorure de chaux et d'une petite quantité de gaz acide sulfureux, qui sont des plus faciles à se procurer.

L'ouvrage renferme une nomenclature alphabétique des fleurs sur lesquelles l'auteur a opéré.

Soit une liste de plus de 150 fleurs naturelles, dont la teinte change de couleur lorsqu'elles sont soumises à l'action du gaz ammoniac; — une liste des principales fleurs naturelles desquelles il peut être extrait une liqueur qui change elle-même de couleur sous l'action des alcalis et des acides; — une liste des teintes que prennent, sous l'action des réactifs qui viennent d'être désignés, les différentes liqueurs qui peuvent être extraites des fleurs dont il vient d'être parlé et exposé des principales expériences auxquelles les liqueurs dont il s'agit peuvent être employées ; — une liste des principales fleurs naturelles qui peuvent être décolorées sous l'action du gaz acide sulfureux; — enfin une description des principales liqueurs de jus de fleurs qui peuvent être décolorées sous l'action du même gaz et des expériences qui peuvent être exécutées avec les liqueurs dont il s'agit, après que ces dernières ont été rendues préalablement incolores.

La marbrerie. Caractéristique des Marbres, Pierres et Granits ; Gisements et exploitation des carrières ; Travail et façonnage, par M. Darras, ingénieur ; avec préface de M. J.-J. Pillet, professeur à l'École nationale des Beaux-Arts et au Conservatoire des Arts et Métiers. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1911, 47 et 49, quai des Grands-Augustins. (Prix : 15 fr.).

Préface. — L'auteur de cet ouvrage étudie les marbres, les granits et les quelques pierres assez fines pour trouver leur emploi dans les travaux de décoration. Il commence par indiquer la provenance des marbres, en donnant l'origine de ceux qui sont d'un emploi courant, de ceux, plus nombreux encore peut-être, qui, n'étant pas employés, mériteraient cependant de l'être et ne le sont pas, parce que, le plus souvent, ils sont ignorés du consommateur.

Connaître la provenance des marbres ne suffit pas, il faut aussi être renseigné sur leurs *propriétés constructives :* persistance de figure et de constitution (résistance aux intempéries), *capacités mécaniques* (résistance aux forces qui attaquent une construction), *capacités plastiques* (grain, couleur, facilité de travail), etc.

Tous les procédés du carrier et du marbrier, tous les outils et toutes les machines modernes mis aujourd'hui à leur disposition, sont décrits complètement et discutés par l'auteur dans une seconde partie de ce livre.

Maintenant, grâce à l'ouvrage de M. Darras, personne ne peut rien ignorer de ce qui permet d'extraire du sol les beaux matériaux qu'il renferme et de les utiliser convenablement.

Mais, s'il est bon de venir en aide au « maître de l'œuvre », à l'architecte et à ses auxiliaires, il est une troisième personne dont les intérêts sont aussi à prendre en considération, c'est le propriétaire. C'est ce que fait l'auteur dans une troisième partie. Les travaux de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

marbrerie peuvent, en effet, au point de vue de leur règlement, donner lieu aux discussions les plus longnes, si celui qui les a commandés n'est pas suffisamment au courant des méthodes de calcul pour les évaluations, et si celui qui les exécutera ne possède pas les moyens d'établir des devis rationnels.

Nous avons la conviction que ce volume rendra les plus grands services à ceux qui l'étudieront; c'est pourquoi nous le recommandons avec une entière confiance aux personnes qu'intéressent les travaux de marbrerie.

Aide-Mémoire avec Barèmes pour le calcul du Béton non armé et du Ciment armé, par M. N. DE TÉDESCO. Paris, Société anonyme de publications industrielles, 20, rue Turgot. (Prix: 6 fr. 50.)

Cet *Aide-Mémoire* comprend deux parties bien distinctes relatives, l'une au *Béton non armé*, l'autre au *Ciment armé*.

La *première partie* est spécialement consacrée au calcul du *Béton non armé*. Elle indique les méthodes à suivre pour déterminer rationnellement les dimensions des semelles de fondation, et des murs de soutènement sollicités par la poussée des terres ou de l'eau.

Dix barèmes correspondants donnent, par simple lecture, les dimensions convenables de ces ouvrages dans différents cas, et des exemples numériques indiquent la manière de se servir de ces barèmes comme aussi d'en justifier les résultats d'une façon rationnelle.

Cette première partie comprend deux annexes :

1° La publication des divers cahiers des charges pour la fourniture des chaux et ciments ;

2° La table récapitulative des matières qui ont été traitées depuis 1896 par le journal *Le Ciment*.

La *seconde partie* est spécialement consacrée au calcul du *Ciment armé*, en conformité avec les instructions de la Circulaire ministérielle du 20 octobre 1906. On sait que ces instructions donnent bien les équations à employer pour la vérification d'un projet, mais non pas la marche à suivre pour déterminer, sans tâtonnement, les dimensions d'un ouvrage. L'*Aide-Mémoire* comble cette lacune et montre dans chaque cas, par un exemple numérique, l'application des formules simples dont il recommande l'emploi. En outre, des barèmes de calculs tout faits donnent les armatures des dalles, poutres et poteaux à l'aide d'une simple lecture. Des barèmes spéciaux facilitent le calcul des dalles reposant sur quatre côtés ou sollicitées par une charge isolée.

On trouvera aussi, dans chaque cas, un exemple numérique de la marche à suivre pour justifier, le cas échéant, à l'aide des équations officielles, les dimensions indiquées par les barèmes.

Le chapitre relatif à l'*extension* comporte le calcul des tuyaux et des réservoirs suivi d'applications numériques.

Comme annexes à la deuxième partie :

1° La publication complète de la Circulaire ministérielle du 20 octobre 1906 ;

2° La table récapitulative des matières qui ont été traitées depuis 1908 par le journal *Le Ciment armé*.

Marchandises dangereuses, par M. JULES AEBY. In-8 de 404 p. Anvers, chez l'auteur, 43, rue de l'Empereur. (Prix : 20 francs.)

« Depuis presque dix ans, dit M. Jules Aeby, je donne aux grandes Compagnies maritimes de cette place des renseignements sur les propriétés des produits chimiques, au point de vue de leur danger éventuel pour le transport. J'ai été maintes fois mêlé comme expert, soit par le tribunal, soit par les assureurs ou les assurés, à des règlements

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'avaries causées par des matières inflammables, explosives ou présentant d'autres inconvénients. Pour cette raison, j'ai pris la décision de présenter dans ce volume les fruits de mon expérience et ce que j'ai pu réunir aux sources les plus diverses. »

Les dénominations françaises, anglaises et allemandes, ainsi que les synonymes les plus usuels, de plusieurs centaines de produits différents sont classés alphabétiquement dans ce répertoire. « Par produit organique, j'entends celui qui est capable de brûler lorsqu'on y met le feu, en opposition avec les produits inorganiques, qui n'ont généralement pas cette faculté. »

Au septième Congrès international de chimie appliquée, qui s'est tenu à Londres en mai-juin de l'année passée, le Dr C. A. von Martius, de Berlin, a envoyé un rapport des plus intéressants intitulé : Le transport d'articles dangereux par les navires marchands. M. Martius fit voter, en conclusion, d'établir une codification uniforme des prescriptions en vigueur dans tous les pays ayant un trafic maritime, pour ce qui concerne le transport par navires marchands de substances dangereuses. M. Jules Aeby classe ces marchandises dangereuses comme il suit :

A, celles qui sont inflammables ; B, celles qui sont explosives ; C, celles qui sont corrosives ou mordantes ; D, celles qui dégagent de mauvaises odeurs ; E, celles qui sont vénéneuses.

Les trois points qu'il est essentiel de considérer avant tout lui paraissent les suivants : 1° Dans quel état physique (gazeux, liquide ou solide) se trouve un produit? 2° Quel est l'emballage : verre, fût, bidon, etc. ? (Des tambours de fer, faut-il le dire, doivent toujours paraître suspects.) — 3° Quel est l'arrimage ?

Ce répertoire alphabétique serait de la plus grande utilité à toutes les Compagnies de transport qui sont exposées à de si gros ennuis lorsqu'on leur confie des marchandises dangereuses.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN DÉCEMBRE 1911

OFFICE CENTRAL DE L'ACÉTYLÈNE. — **Les principaux appareils à acétylène.** In-8 (24 × 16) de 98 p., 32 fig. Paris, 104, boulevard de Clichy. **14525**

ROHDEN (C.). — **Die offizinellen Ötherischen Öle und Balsame.** In-8 (24 × 16) de VIII-176 p. Berlin, Julius Springer, 1911. **14526**

GAUTHIER (JOSEPH) et CAPELLE (LOUIS). — **Traité de composition décorative.** In-8 (24 × 16) de V-398 p., 865 fig., LIII planches. Paris, Plon, 1911. **14527**

STATISTIQUE GÉNÉRALE DE LA FRANCE. — **Statistique des forces motrices en 1906.** In-4 (27 × 21) de 110 p. Paris, Imprimerie Nationale, 1911. **14528**

OFFICE DU TRAVAIL, BRUXELLES. — **Rapport relatif à l'exécution de la loi du 31 mars 1898 sur les Unions professionnelles pendant les années 1905-1907.** Bruxelles, J. Lebègue et Cie, 1911. **14529**

LAVIALLE (JEAN-BAPTISTE). — **Essai de classification du genre Castanea, précédé du rapport sur la 1re Exposition internationale de la châtaigne.** In-8 (25 × 16) de 72 p., 160 fig. Limoges, Ducourtieux et Gout, 1911. **14530**

AVOGADRO (AMEDEO). — **Opere scelte di...** In-4 (28 × 21) de CXL-491 p. Torino, Unione tipografico-editrice, 1911. **14531**

CHWOLSON (O. D.). — **Traité de physique.** Traduit par E. DAVAUX. 2e édition. In-8 (25 × 16). Tome I, vol. I : Introduction, mécanique, méthodes et instruments de mesure, de XVIII-515 p., 229 fig. Paris, A. Hermann et Fils, 1912. **14532**

Deutscher Journal-Katalog für 1912. In-8 (22 × 15) de 170 p. **14540**

ESPITALLIER (G.) et CHASSÉRIAUD (RENÉ.) — **Cours d'aviation.** Tome I : **Appareils d'aviation et propulseurs,** de 295 p., 129 fig. Paris, École spéciale des travaux publics, 1911. **14541**

Guide to the Library of the Patent Office. New series YK-YM : Subject list of works on peat, destructive distillation, artificial lighting, mineral oils and waxes, gaslighting and acetylene. London, 1911. **14542**

SAILLARD (EMILE). — **Conférences données pendant l'année 1911** (9e année). (Société Industrielle de Saint-Quentin et de l'Aisne. Comité de sucrerie et de distillerie). In-8 (25 × 16) de 150 p. Saint-Quentin, Imprimerie du « Guetteur », 1911. **14543**

DRÔNNE (F.). — **La chimie amusante, sans appareils, à la portée de tous,** à l'aide des fleurs et des liqueurs qui peuvent en être extraites. In-8 (21 × 13) de VI-262 p. Blois, Bourdain. **14544**

Results of meteorological observations made in New South Wales during 1891-1895. In-8 (25 × 15) de 484 p. Sydney, W. A. Gullick, 1906. **14545**

DARRAS (M.). — **La marbrerie.** Caractéristique des marbres, pierres et granits ; étude des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gisements et de l'exploitation des carrières; travail et façonnage. In-8 (25 × 16) de x-343 p., 151 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1912. **14546**

FROIS (MARCEL). — **Hygiène et pratique du blanchissage.** In-8 (25 × 16) de 123 p., 32 fig. Lille, Imprimerie L. Danel, 1910. **14497**

AEBY (JULES). — **Marchandises dangereuses.** In-8 (24 × 16) de 303 p. Anvers, chez l'auteur, 43, rue de l'Empereur, 1910. **14547**

PACORET (ETIENNE). — **Les appareils de levage, de transport et de manutention mécanique** (Fascicule IV de la Bibliothèque de la « Technique moderne », de 180 p., 426 fig.) Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1911. **14548**

FLEURENT (E.). — **Le pain de froment.** Étude critique et recherche sur sa valeur alimentaire selon le blutage et les systèmes de mouture (Actualités scientifiques). In-16 de VIII-224 p., 33 fig. Paris, Gauthier-Villars, 1911. **14549**

***

BARADUC-MULLER (L.). — **Sur l'emploi du carborundum dans la fabrication des aciers spéciaux** (*ex* Revue de Métallurgie, Vol. VIII, septembre 1911, pp. 673-707). **ex Pér. 304**

BERTIN (L.). — **Nouvelle chaudière à gaz à circulation accélérée pour le chauffage central par l'eau chaude** de la Société française de chaleur et lumière. (*ex* Compte rendu du 38e Congrès de la Société technique de l'industrie du gaz en France, tenu à Marseille en 1911, de 20 p., 11 fig., III planches. **ex Pér. 298**

MARIÉ (GEORGES). — **Dénivellations de la voie et oscillations des véhicules de chemins de fer.** Compléments théoriques. Études diverses (*ex* Annales des mines, mai 1911, de 84 p., 10 fig., I planche). **ex Pér. 109**

MARIÉ (GEORGES). — **Limites de flexibilité des ressorts et limites de vitesse du matériel des chemins de fer** (*ex* Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France, novembre 1910, de 69 p., 8 fig.). **ex Pér. 313**

***

Bulletin semestriel de la maison Schimmel et Cie (*Ernst, Karl et Johannes Fritzsche, propriétaires*) *à Miltitz près Leipzig.* Octobre, 1911. **Pér. 318**

Smithsonian Miscellaneous collections. Volume 56, part 22 (publication 2053). Volume 57, part 3 (publication 2011), part 4 (publication 2012), part 5 (publication 2014). Volume 58, part 1 (publication 1944). **Pér. 27**

Minutes of proceedings of the INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. Vol. CLXXXV. London, Great George Street, Westminster, 1911. **Pér. 189**

Bulletin de la SOCIÉTÉ LIBRE D'ÉMULATION DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE DE LA SEINE-INFÉRIEURE, 1910. **Pér. 6**

OFFICE DU TRAVAIL, BRUXELLES. — *Annuaire de la législation du travail.* 14e année, 1910. **Pér. 278**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — *Carnegie scholarship memoirs.* Vol. III. London, E. et F. N. Spon, 1911. **Pér. 157**

COMITÉ CENTRAL DES HOUILLÈRES DE FRANCE ET CHAMBRE SYNDICALE FRANÇAISE DES MINES MÉTALLIQUES. — *Rapport des Ingénieurs des mines aux Conseils généraux* sur la situation des mines et usines en 1910. Paris, 55, rue de Châteaudun. **Pér 237 r**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Annales du Commerce extérieur, 1911, fascicules 6 et 7. **Commission permanente des valeurs de douane**, valeurs arbitrées pour 1910. Paris. Imprimerie Nationale, 1911. **Pér. 107**

The mineral industry. Vol. XVIII, 1909. Vol. XIX, 1910. **Pér 198**

Proceedings of the ROYAL INSTITUTION OF GREAT BRITAIN. — Vol. XIX, part II. London, 1911. **Pér. 258**

BUREAU OF MINES. — *Bulletins* 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 14. Washington, 1910, 1911. **Pér 372**

Transactions of the INSTITUTION OF ENGINEERS AND SHIPBUILDERS IN SCOTLAND. — Vol. LIV, 1910-1911. Glasgow, 1911. **Pér. 5**

Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. Statistique générale de la France. *Résultats statistiques du recensement général de la population effectué le 4 mars 1906*. Tome Ier, 4e partie. Paris, Imprimerie Nationale, 1911. **Pér. 97**

MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS. *Réunion des Sociétés des Beaux-Arts des départements du 6 au 9 juin 1911*. Trente-cinquième session. Paris, Plon-Nourrit et Cie, 1911. **Pér. 4**

Spreehsaal-Kalender 1912, par le Dr J. KOERNER.
Avec une partie technique, et une Bibliographie choisie. **Formulaires**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LITTÉRATURE

DES

PÉRIODIQUES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ

Du 15 Novembre au 15 Décembre 1911

DÉSIGNATIONS ABRÉGÉES DES PUBLICATIONS CITÉES

Ac. . . . Annales de la Construction.
ACE . . . American Society of civil Engineers.
ACP . . . Annales de Chimie et de Physique.
ACS . . . American Chemical Society Journal
AIM. . . . American Institute of Mining Engineers.
AM. . . . Annales des Mines.
AMa . . . American Machinist.
Ap. . . . Journal d'Agriculture pratique.
APC . . . Annales des Ponts et Chaussées.
ASM . . . American Society of Mechanical Engineers. Journal.
ATp. . . . Annales des travaux publics de Belgique.
BAC . . . Bulletin de l'association des chimistes de sucrerie.
Bam. . . . Bulletin technologique des anciens élèves des Écoles des arts et métiers.
BCC. . . . Bulletin du Congrès international des chemins de fer.
CG. . . . Colliery Guardian.
CN. . . . Chemical News (London).
Cs. . . . Journal of the Society of Chemical Industry (London).
CR. . . . Comptes rendus de l'Académie des Sciences.
CZ. . . . Chemiker Zeitung.
E. . . . . Engineering.
E'. . . . . The Engineer.
Eam. . . . Engineering and Mining Journal.
Elé. . . . L'Électricien.
Ef. . . . Économiste français.
EM. . . . Engineering Magazine.
Fi . . . . Journal of the Franklin Institute (Philadelphie).
Gc. . . . Génie civil.
Gm. . . . Revue du génie militaire.
IC. . . . Ingénieurs civils de France (Bulletin).
Ie. . . . . Industrie électrique.
It. . . . . Industrie textile.
IoB. . . . Institution of Brewing (Journal).
Im . . . Industrie minérale de St-Etienne.
JCS. . . . Chemical Society, Journal.
JEC. . . . Journal of Industrial and Engineering Chemistry.
JCP. . . . Journal de chimie physique.
JdP. . . . Journal de Physique.
LE . . . . Lumière électrique.
Ms. . . . . Moniteur scientifique.
MC. . . . Revue générale des matières colorantes.
PC . . . . Journal de Pharmacie et de Chimie.
Pm. . . . Portefeuille économ. des machines.
PM. . . . Philosophical Magazine.
RCp . . . Revue générale de chimie pure et appliquée
RdM. . . . Revue de métallurgie.
Rgc. . . . Revue générale des chemins de fer et tramways.
Ré . . . . Revue électrique.
Ri . . . . Revue industrielle.
RI . . . . Royal Institution of Great Britain. Proceedings.
RM. . . . Revue de mécanique.
Rmc. . . . Revue maritime et coloniale
Rso. . . . Réforme sociale.
RSL. . . . RoyalSocietyLondon(Proceedings).
Ru . . . . Revue universelle des mines et de la métallurgie.
SA. . . . Society of Arts (Journal of the).
ScF. . . . Société chimique de France (Bull.).
Sie. . . . Société internationale des Électriciens (Bulletin).
SiM. . . . Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.
SL. . . . . Bull. de statistique et de législation.
SNA. . . . Société nationale d'Agriculture de France (Bulletin).
SuE. . . . Stahl und Eisen.
Ta . . . . Technique automobile.
Tm. . . . Technique moderne.
Va. . . . La Vie automobile.
VDI. . . . Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.
ZaC. . . . Zeitschrift für angewandte Chemie.
ZOI. . . . Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieure und Architekten-Vereins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AGRICULTURE

Associations agricoles en Algérie *SNA. Oct.*, 680.

Bétail. Combinaison des méthodes générales pour l'amélioration du bétail (Grau). *Ap.* 14 *Déc.*, 747.

— Élevage et transhumance du bétail de Salers. *Ap.* 23 *Nov.*, 657.

— Alimentation. Équivalents fourragers d'après les méthodes danoises et suédoises (Blanchon). *Cosmos.* 2 *Déc.*, 633.

— Marché de la Villette. Projets de réforme. *Ef.* 2 *Déc.*, 823.

— Larves d'hypodermes. Lutte contre les (Wagner). *Ap.* 30 *Nov.*, 692.

— Mensuration des animaux dans les concours (Voitellier). *Ap.* 7 *Déc.*, 712.

Beurre. Détermination de l'humidité (Rivett). *CN.* 1 *Déc.*, 261.

Blé. Maladie du. *SNA. Oct.*, 713. Nouvelle variété de printemps (de Magitot). *SNA. Oct.*, 650.

Culture petite et grande (Robert). *Ap.* 30 *Nov.*, 680.

Cidre et l'art. 2 du décret du 28 *Juillet* 1908 (Lindet, Truelle). *SNA. Oct.*, 654.

Chili. Agriculture au. *Ap.* 7, 14 *Déc.*, 714-750.

Engrais. Emploi de la cyanamide. *Ap* 23 *Nov.*, 642.

— Élévation des purins (Ringelmann). *Ap.* 23, 30 *Nov.*, 654.

— Engrais potassiques dans le Boischaut. Essais. *Ap.* 30 *Nov.*, 690.

— Potasse en agriculture, observations faites à l'école d'agriculture de Berthonval et dans le Pas-de-Calais (Malpeaux). *Ap.* 24 *Déc.*, 754.

Eucalyptus, propriétés et applications industrielles (Beaugé). *Ap.* 8 *Déc.*, 718.

Fromages. Causse du Larzac et le Roquefort (A. Dumazet). *Ap.* 14 *Déc.*, 744.

Labourage mécanique. *Ri.* 23 *Nov.*, 462.

Lait, prix du. *Ap.* 23, 30 *Nov.* 651, 682. *SNA. Oct.*, 714.

— Fermentation lactaire et acidification du caillé. *Ap.* 23 *Nov.*, 656.

Machines agricoles. La station d'essais. *Ap.* 7 *Déc.*, 714.

Maroc. Possibilités agricoles. *Ap.* 23 *Nov.*, 652.

Mulets. L'industrie mulassière (Gailler). *Ap.* 7 *Déc.*, 719.

Pins australiens (Smith). *Cs.* 15 *Déc.*, 1352.

Plantes légumineuses (Fondard et Gauché). *SNA. Oct.*, 711.

Pommes de terre. Nouveau mode de conservation. *Ap.* 23 *Nov.*, 656.

Purin, pompes à (Ringelmann). *Ap.* 23-30 *Nov.*, 654, 14 *Déc.*, 752.

Tracteur de labour Saunderson et Gifkins. *E'.* 8 *Déc.*, 593.

Vigne. Station œnologique de Beaune. *Ap.* 23 *Nov.*, 659.

CHEMINS DE FER

Chemins de fer. L'ilote ivre. Le chemin de fer de l'État français. *Ef.* 2 *Déc.*, 817.

— Canton-Kowloon. *E.* 24 *Nov.*, 707.

— Lotschsberg Simplon. *E'.* 24 *Nov.* 531. 8 *Déc.*, 580.

— du Brésil (Wiener). *Rgc. Déc.*, 359.

— du monde 1905-1910. *Rgc. Déc.*, 405.

— Statistique des. *BCC. Déc.*, 1393.

— Métropolitains de Paris. Ligne N° 4. *Ac.* 11 *Déc.*, 177.

— — pour marchandises à Londres. *E'.* 15 *Déc.*, 615.

— — Trains continus et circulation de Londres (Lewis). *SA.* 15 *Déc.*, 103.

Électriques. Les — *E.* 24 *Nov.*, supplément.

— — État prussien (Brecht). *VDI.* 9 *Déc.*, 2045.

Boîte à huile. Tracier. *Gc.* 25 *Nov.*, 74.

Éclairage électrique des trains. Sylverton. *E'.* 24 *Nov.*, 544. Langton. *E.* 1er *Déc.*, 750.

Frein à main avec timonerie Westinghouse pour wagons de 20 tonnes à la Compagnie de l'Est. *Rgc. Déc.*, 396.

Locomotives. à l'exposition de Turin. *E'.* 15 *Déc.*, 608.

— articulées Mallet. *Pm. Déc.*, 177 Du Southern Pacific. *E.* 15 *Déc.*, 791. En Amérique. *E'.* 8 *Déc.*, 583.

— express 4-4-0 à surchauffeur Smith et distribution Stumpf. *BCC. Déc.* 1531.

— sans foyer. *Ri.* 16 *Déc.*, 492.

— Équilibreur de pression Ziabloff. Sur les deux fonds d'un cylindre. *Rgc. Déc.*, 410.

— Réchauffage d'alimentation et sur-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chauffe. *E.* 24 *Nov.*, 690. 8 *Déc.*, 753.

Rail Bertrand. *Gc.* 25 *Nov.*, 73.

Signaux. Block system sur les chemins de fer de l'Illinois. *Rgc. Déc.*, 408. Signaux pour traversées jonctions doubles manœuvrés à distance (Oder) *BCC. Déc.*, 1551.

Voie. Butoirs pour. *Ac. Déc.*, 190.

Voitures américaines en acier (Gutbrod). *VDI.* 2 *Déc.*, 1997.

Wagon tombereau de 20 tonnes C^ie^ de l'Est. *Rgc. Déc.*, 389.

TRANSPORTS DIVERS

Automobiles à l'Exposition de l'Olympia. *E.* 24 *Nov.*, 707. *Gc.* 16 *Déc.*, 124.

— Progrès en 1912. *Va.* 25 *Nov.*, 753.

— Véhicules industriels. *Va.* 9 *Déc.*, 793.

— *à pétrole* Delahaye. *Va.* 25 *Nov.* 753.

— — « La Métallurgique ». *Va.* 2 *Déc.*, 772.

— — Pilain. *Va.* 9 *Déc.*, 787.

— Carburateur Zénith. *Va.* 16 *Déc.*, 820.

— Chaînes ou cardans. *Va.* 9 *Déc.*, 790.

— Pare-boue Menu. *Va.* 9 *Déc.*, 797.

— Roue Sankey. *E.* 1^er^ *Déc.*, 732.

Motocycle. Velior. *E.* 24 *Nov.*, 708.

CHIMIE ET PHYSIQUE

Absorption des gaz par les corps poreux (Ducloux). *CR.* 11 *Déc.*, 1217.

Adhérence des plaques polies (Budgett). *E'.* 1 *Déc.*, 570.

Affinité résiduelle et constitution. Composés azotés (Clarke). *JCS. Nov.*, 1927.

Alcool dénaturé dans l'industrie chimique (Trillat). *Revue scientifique.* 2 *Déc.*, 718.

Aluns et sulfate d'alumine. Industrie des (Cazes). *RCp.* 3 *Déc.*, 363.

Amidon. Grains d' — en lumière polarisée (Boutaric). *JdP. Nov.*, 891.

Audiphone magnétique bilatéral (Soret). *CR.* 11 *Déc.*, 1214.

Azote et oxygène par l'air liquide, procédé Claude. *La Nature*, 16 *Déc.*, 41.

— Composés organiques azotés nouveaux (Forster). *CN.* 24 *Nov.*, 248.

Camphène. Constitution (Henderson et Hebron). *JCS. Nov.* 1901. Études sur la série du (Callan). Synthèse Kemppa de l'acide camphorique. (*id.*). 1982, 2010.

Carburundum, Silundum et Alundum. *Pm. Déc.*, 188.

Catalyse. Préparation par des amines alcooliques (Sabatier et Mailhe). *CR.* 11 *Déc.*, 1204.

Céramique. Bore dans la formation des glaçures (Singer). *Ms. Déc.*, 785.

— Coloration des masses dans la confection des dents en porcelaine (Eisenlohr). *Ms. Déc.*, 791. Couleurs en céramique. *Spreehsaal*, 23 *Nov.*, 681, 695, 709.

— Émaux : dilatation et composition chimique (Wayer et Havas). *Ms. Déc.* 792.

— Points de fusion des oxydes, silicates, borates, aluminates et de leurs mélanges. *Spreehsaal*, 7 *Déc.*, 710.

— Glaçures. Rôle de l'acide chromique (Buttner). *Spreehsaal*, 16 *Nov.*, 669.

Chaux et Ciments. Contraction du béton armé ou non. *Le Ciment. Nov.*, 211.

— Le Ciment. *E.* 8 *Déc.*, 771.

Chimie minérale. Industrie et technologie (Hasenclever). *Cs.* 30 *Nov.*, 1291.

Cristaux et colloïdes, états moléculaire et micellaire (Malfitano). *ACP. Déc.*, 502.

Densités des vapeurs. Procédé Hofmann (Egerton). *CN.* 1 *Déc.*, 259.

Détente adiabatique des gaz et équivalent mécanique de la chaleur (Schwoerer). *SiM. Oct.*, 230.

Diffusion. Application de l'évaporation à la mesure des coefficients de diffusion (Vaillant). *JdP.* 6 *Nov.*, 877.

Dissolutions. Théorie thermodynamique; application à la théorie du potentiel chimique. Dissolécule et formule de Vant' Hoff et Colson. *CR.* 27 *Nov.*, 1074. *ScF.* 5 *Déc.*, 1008. Équilibres chimiques en solutions (Dubrisay). (*id.*), 1076.

Distillation. Pression des vapeurs des liquides mélangés en distillation fractionnée (Rosanoff). *Fi. Déc.*, 527.

Eau oxygénée. Action sur les composés oxygénés de l'iode (Auger). *CR.* 20 *Nov.*, 1005.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Eaux potables. Stérilisation par l'ozone à Saint-Pétersbourg. *E'.* 1 *Déc.*, 560.
— — Épuration par l'hypochlorite de chaux. Injecteur Duyk. *Gc.* 16 *Déc.*, 133.
— — Déferrisation (Reisert). *Gc.* 2 *Déc.*, 91.
Égouts. Purification des eaux (Fowler). *Cs.* 15 *Déc.*, 1343.
Éléments chimiques. Constitution (Nicholson) *Pm. Déc.*, 864. (Shorter) *Pm. Déc.*, 933.
Explosifs brisants. *ZAC.* 30 *Nov.*, 1333. Nitroglycérine. Influence du rapport de l'acide libre à la glycérine sur le rendement de la fabrication (Hofwinner). *Cs.* 30 *Nov.*, 1333. — Condensable à basse température produite par l'action de la décharge silencieuse sur la vapeur de sulfure de carbone (Dewar et Jones). *RSD.* 30 *Nov.*, 574.
— Poudres sans fumée, stabilité vis-à-vis des rayons violets (Berthelot et Gaudechon). *CR.* 11 *Déc.*, 1220.
Gaz rares dans le grisou (Moureu et Lepape). *CR.* 20 *Nov.*, 1043.
Gaz de tourbe en Irlande. *E.* 8 *Déc.*, 774.
Gaz d'éclairage. Lampes intensives au gaz surpressé (Charrière). *Bam. Oct.*, 1019.
— Extinction des cokes. *J. f. Gasb.*, 2 *Déc.*, 1169, 1178.
Huiles. Recherche du sulfure de carbone dans les (Millean). *CR.* 20 *Nov.*, 1021.
— de lin. Lipase (Jalander). *Cs.* 30 *Nov.*, 1321.
— Application de la fluorescence à l'essai des huiles industrielles (Outerbridge). *Fi. Déc.*, 591.
— Emulsion d'huile et d'eau, stabilité (Hatschek). (*id.*), 1322.
Hydrazides et Hydrazones. Décomposition par la chaleur (Chattaway, Cummings et Wilsdon). *JCS. Nov.*, 1950.
Industrie chimique allemande. *RCp.* 19 *Nov.*, 337.
Kieselgur algérien (Lahache). *RCp.* 3 *Déc.*, 358.
Laboratoire.
— *Analyse.* Recherche qualitative de certains éléments formant des sulfates insolubles. Barium. Strontium. Calcium (Broving et Blumenthal). *CN.* 15 *Déc.*, 284.
Laboratoire. *Dosage* de l'urée (Desgrez et Taboury). *CR.* 20 *Nov.*, 1007.
— colorimétrique rapide du manganèse dans les fontes par le persulfate d'ammonium (Stanichith). *RdM. Déc.*, 891.
— de l'albumine urinaire (Vallery). *CR.* 11 *Déc.*, 1243.
— de l'amidon par l'iode (L. Reed). *CN.* 8 *Déc.*, 271.
Liquides inflammables. Appareils de sûreté Martini et Huncke pour leur manipulation. *Gc.* 9 *Déc.*, 108.
Optique. Rayons marginaux dans les systèmes cintrés aplanétiques (Foix). *JdP. Nov.*, 896.
— Équatorial coudé Hartness. *ASM. Déc.*, 1511.
— Emploi des prismes biréfringents pour obtenir les franges d'interférences (Meslin). *CR.* 4 *Déc.*, 1145.
Osmose. Pression osmotique (Prudhomme). *ScF.* 5 *Déc.*, 1015.
— Son mécanisme (Fouard). *CR.* 4 *Déc.*, 1152.
Oxygène solide produit par l'évaporation de son liquide (Dewar). *RSL.* 30 *Nov.*, 589.
Papier. Divers. *Cs.*, 15 *Déc.*, 1374, 1376.
Photographie. Impressions photographiques sur cuivre (Reboul). *CR.* 11 *Déc.*, 1215.
Platine. Nouvel élément du groupe du (French). *CN.* 15 *Déc.*, 283.
Radio-activité. Produits de — dans l'atmosphère (Kinoshita et Nishikawa). *Pm. Déc.*, 821.
— Radium. Applications modernes (Lieber). *Fi. Déc.*, 579.
— Solubilité de l'émanation du radium. (Boyle). (*id.*), 840.
— Rayons β de la famille du radium (Danger). *CR.* 27 *Nov.*, 1066.
Savon. Dosage de l'eau dans le (Fitzpatrick). *CN.* 24 *Nov.*, 248.
Soufre. Constances du point d'ébullition (Waidner et Burgess). *CN.* 8 *Déc.*, 274.
Suie. Caractère et composition (Cohen et Ruston). *Cs.* 15 *Déc.*, 1360.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sucrerie. Divers. *Cs.* 30 *Nov.*, 1325.
Sulfate ferrique. Combinaison avec l'alcool (Recoura). *CR.* 11 *Déc.*, 1223.
Tannage. Fabrication des extraits tanniques (Meunier). *Tm. Déc.*, 695.
Teinture des bois. Application des réactions colloïdales (de Keghel). *RCp.* 19 *Nov.*, 348.
— Théorie de la teinture. Couleur et état moléculaire de l'acide picrique (Dreaper). *JCS. Nov.*, 2094.
— Théocarbamine et sels d'hydroxylamine. Action sur la conservation des tissus de soie chargés (Sisley). *MC.* 1er *Déc.*, 337.
— Taches de couleur plus ternes causées par la soude caustique de l'hypochlorite électrolytique (J Donnielli). (*id.*), 341.
— Décreusage des soies par la mousse de savon. (*id.*), 342.
— Couleurs nouvelles. *MC.* 1er *Déc.*, 348.
— Noir d'aniline. *MC.* 1er *Déc*, 353.
— Vaporisation des tissus enroulés horizontalement (J. Motte). *MC.* 1er *Déc.*, 356.
— Action du blanchiment sur le poids et la résistance des textiles (Higgins). *Cs.* 30 *Nov.*, 1295.
— Attendrissement des fibres par les oxydes métalliques au blanchiment (Higgins). (*id.*), 1296.
— Enlevage blanc sur mordant de chrome au moyen de lactate stannique (Scheurer). *ScM. Oct.*, 229.
Terpènes. Chimie des (Hendurson et Helbron). *JCS. Nov.*, 1887.
Tellure. Prétendue complexité (V. Harcourt et Barker). *CN*, 1er *Déc.*, 263.
Thermodynamique des gaz (Beer). *Ru. Sept.*, 203.
Titane et ses alliages. *Ri.* 9 *Déc.*, 483.
Vapeur d'eau, recherches récentes. *E.* 1er *Déc.*, 726.
Verre à vitres, procédé de la Window Glass Co, *Gc.* 25 *Nov.*, 66.
— Coefficient de dilatation (Wolf). *Ms. Déc.*, 796.
— Grandes pièces en verre creux; soufflage (Granger). *Tm. Déc.*, 691.
Volumes atomiques et spectres des éléments (Rossi). *Pm. Déc.*, 922.

COMMERCE, ÉCONOMIE POLITIQUE

Allemagne. Appareils d'éclairage en 1910-1911. Banques en 1910. Impôts sur les successions. Commerce extérieur pendant les 3 premiers trimestres de 1911. Vins mousseux 1910-1911. *SL. Oct.*, 468-482.
— et Angleterre. Commerce extérieur. *Rmc. Oct.*, 73.
— et Autriche. Lois sur l'industrie (Combes de Lestrade). *Musée Social. Nov.*
— Traits caractéristiques de l'entreprise en Allemagne. *Ef.* 2 *Déc.*, 819.
— Impôt sur les allumettes en 1910-1911. *SL. Nov.*, 618.
— Population d'après le dernier recensement. *Ef.* 16 *Déc.*, 897.
Angleterre et ses colonies en 1909-10. *SL. Nov.*, 618.
— Commerce extérieur 1er trimestre et 10 premiers mois de 1911. *SL. Nov.*, 626. *Ef.* 9 *Déc.*, 856.
Belgique. Commerce extérieur 1909-1910. *SL. Nov.*, 630.
Brevets américains. *E*. 1er *Déc.*, 566.
Canada. Rapports avec les États-Unis (Marsollet). *Rmc. Oct.*, 81.
— Statistique : recensement. *Ef.* 2 *Déc.*, 821.
Chine. Commerce extérieur en 1910. *SL. Nov.*, 640.
Crédit populaire. Congrès du (Clément). *Rso.* 16 *Déc.*, 697.
Enseignement. Laboratoire de mécanique à Belfast. *E*. 1er *Déc.*, 558. Institut technique municipal de Belfast. *E.* 8 *Déc.*, 778.
Espagne. Modification de l'impôt sur le revenu. *SL. Oct.*, 485.
États-Unis. Commerce extérieur 1910-1911. *SL. Oct.*, 525.
— Diminution de la population agricole. *Ef.* 25 *Nov.*, 786.
— Progrès industriel (J. Douglas). *SA.* 24 *Nov.*, 21.
— Progrès des industries textiles (Reynolds). *ASM. Déc*, 1575.
France. Dette publique en capital (1910-1911). *SL. Oct.*, 410.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

France. Découvert du trésor au 1er janvier 1911. *SL. Oct.*, 416.
— Dette flottante au 1er septembre 1911. (*id.*), 413.
— Octrois en 1910. *SL. Oct.*, 417.
— Contributions directes et taxes assimilées. *SL. Oct.*, 441.
— Banque de France. Modification au statut. *Ef.* 25 *Nov.*, 781.
— Forces motrices de la France. *Ef.* 25 *Nov.*, 783.
— Irrégularités de la comptabilité publique. *Ef. Nov.*, 1787.
— Dépopulation. 1er semestre 1911. *Ef.* 25 *Nov.*, 791.
— La race et les associations de gymnastique et de sport (Michaux). *Rso.* 1er *Déc.*, 625.
— Commerce des Colonies françaises en 1910. *Ef. Déc.*, 829.
— Commerce extérieur en 1910. *SL. Nov.*, 543.
— Caisse d'épargne et de crédit agricole en 1910. *SL. Nov.*, 596, 602.
— Retraites ouvrières. *Ef.* 9, 16 *Déc.*, 853, 893.
— Taxes de remplacement à Paris. *Ef.* 16 *Déc.*, 896.
Hollande. Recettes de l'État. 1862-1909. *SL. Nov.*, 633.
— Rendement des impôts depuis 1895. *SL. Nov.*, 638.
Guinée britannique et son fondateur (J. de Villiers). *SA.* 8 *Déc.*, 87.
Japon. Rendement du travail agricole. *Ef.* 25 *Nov.*, 789.
— Commerce extérieur 1906 à 1910. *SL. Nov.*, 647.
Jeunesse tombée. Œuvres de relèvement (de Rivière). *Rso.* 16 *Déc.*, 869.
Vie chère et grèves de consommateurs (Maroussem). *Rso.* 16 *Déc.*, 718.

CONSTRUCTIONS ET TRAVAUX PUBLICS

Chauffage et ventilation. Radiateurs à nid d'abeilles. *Ri.* 16 *Déc.*, 496.
— Réchauffeur mélangeur pour réservoirs d'eau Lœv. *Ri.* 25 *Nov.*, 466.
Chauffage et ventilation. Conditionnement de l'air (Busey et Carrier). *ASM. Déc.*, 1613-1636.
— Chauffage électrique (Rossander). *LE.* 25 *Nov.*, 233.
— au gaz. Cheminée Meran. *Ri.* 2 *Déc.*, 476.
— Foyer de la Société « Chaleur et Lumière ». *Ri.* 16 *Déc.*, 497.
— Lois américaines sur la ventilation. *Ri.* 2 *Déc.*, 477.
Drague Paulman et Braun. *VDI.* 25 *Nov.*, 1970.
Ciments. Emploi dans le bâtiment. *Ac. Déc.*, 186.
— Imperméabilisation des — et asséchements des constructions. *Ri.* 9, 16 *Déc.*, 486, 493.
Lignes d'influence (Mellor). *E.* 24 *Nov.*, 689.
Murs de soutènement. Calcul (Moreau). *Ac. Déc.*, 180.
— en béton armé. *E'.* 15 *Déc.*, 620.
Niveau de précision Leneveu. *Pm. Déc.*, 185.
Ponts sur le Weser à Brême. *VDI.* 25 *Nov.*, 1976.
— du Risorgimento. Rome, en ciment armé. *E.* 1er *Déc.*, 721.
— de Québec. *E.* 8 *Déc.*, 769.
— dans l'Alaska. *E'.* 8, 15 *Déc.*, 581, 607.
Rivures dans les ponts et charpentes (Laurent). *Bam. Oct.*, 1010.

ÉLECTRICITÉ

Accumulateurs alcalins, fer nickel, *LE.* 25 *Nov.*, 244.
Actions physiologiques des courants électriques Weiss. *Sie. Oct.*, 416. Expériences d'électrocution au laboratoire central d'électricité (Zagon). (*id.*), 437.
Conductibilité. Variation dans les corps phosphorescents sous l'action de la lumière (Vaillant). *CR.* 4 *Déc.*, 1141.
Distributions. Protection des installations à courants faibles contre les perturbations par courants alternatifs (Girousse). *CR.* 4 *Déc.*, 1135.
— Couplage des sources d'énergie électrique (Banneux). *Ru. Sept.*, 251.
— Protection contre les surtensions (Capart). *Tm. Déc.*, 668.
— Réseaux souterrains à haute tension reliés mécaniquement aux lignes aériennes. *LE.* 18 *Nov.*, 195.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Distributions à 110 000 volts dans l'Ontario. *Ie.* 25 *Nov.*, 593.
— Propriétés géométriques d'un réseau alternatif dont les pôles et le neutre possèdent, par rapport à la terre, des résistances des self-inductions et des capacités quelconques (Leprince-Ringuet). *LE.* 25 *Nov.*, 227.
— Câbles à longues portées (Humann). *ZOI.* 24 *Nov.*, 737. 1er *Déc.*, 753.
— Appareillage à l'exposition de Bruxelles. *VDI.* 16 *Déc.*, 2098.
Dynamos. Phénomènes électromagnétiques résultant de la mise en court-circuit brusque d'un alternateur (Boucherot). *LE.* 3 *Déc.*, 259.
— homopolaire Barbour. *Re.* 16 *Déc.*, 489.
— Régularisation des groupes électrogènes (Barbillon). *Tm. Déc.*, 674.
Moteur vertical Oerlikon. *Elé.* 25 *Nov.*, 337.
— monophasés à collecteurs Felten et Guillaume. *Re.* 24 *Nov.*, 482.
Éclairage par lampes à basse tension (Bunet). *Ie.* 25 *Nov.*, 587.
— Lumière Moore en triphasé (Hilpert). *LE.* 2 *Déc.*, 263. — Au néon (Claude). *Sie. Déc.*, 505.
Électro-chimie. Figuration des lignes équipotentielles dans un électroyseur (Brochet). *CR.* 4 *Déc.*, 1150.
— Coefficient de température et conductibilité électrique de l'acide chlorhydrique en dissolution alcoolique (Partington). *Cs. Nov.*, 1937.
— Études des dissolutions d'ammonium. Électrode d'ammonium (Slade). *Cs. Nov.*, 1974.
— Galvanisation Marino. *E.* 15 *Déc.*, 806.
Électrostriction (l'). (Adams). *Pm. Déc.*, 889.
Électrons. Émission de — par les rayons Alpha (Bumstead). *Pm. Déc.*, 907.
Magnétisme. Rationalité des rapports des moments magnétiques moléculaires et du magneton (P. Weiss). *JdP. Nov.*, 900.
Mesures. Volt-Wattmètre de précision à lecture directe Carpentier. *Ri.* 25 *Nov.*, 461.
— des capacités. *Re.* 24 *Nov.*, 487.
— Compteur électrique (le) (Durand). *Elé.* 2, 9, 16 *Déc.*, 356, 372, 389.
— Action du champ magnétique sur la résistance des métaux (Heaps). *Pm. Déc.*, 900.
Mesures de potentiels explosifs entre 20 000 et 300 000 volts (Villard et Abraham). *CR.* 11 *Déc.*, 1204.
Ohm thermique. Son emploi pour la simplification des calculs (Hering). *Fi. Déc.*, 569.
Pile thermo-électrique Argent. — Bismuth (Coblentz). *Fi. Déc.*, 559.
Stations centrales, Dunston-on-Tyne. *Re.* 24 *Nov.*, 453.
— — hydro-électriques de Beaumont, Isère. *Gc.* 9 *Déc.*, 101.
Tantale pur, thermo-électricité et résistivité (Pecheur). *CR.* 4 *Déc.*, 1140.
Télégraphie sans fil. Applications militaires (Squier). *Fi. Déc.*, 527.
Téléphonie automatique. *E'.* 1er *Déc.*, 560.
Transformateurs. Pôles auxiliaires pour. *Tm. Déc.*, 698.

HYDRAULIQUE

Compteur à eau chaude Siemens. *Gc.* 2 *Déc.*, 93.
Desséchement du Zuydersee. *Tm. Déc.*, 711.
Distribution d'eau d'Aix-les-Bains (St.-Pol). *Bam. Oct.*, 981.
Pompe à incendie automobile centrifuge Merryweather. *E'.* 8 *Déc.*, 595.
Turbines Francis. Réglage (Camerer). *VDI.* 2 *Déc.*, 2007.

MARINE, NAVIGATION

Antiroulis Frahm sur la Lucania. *E.* 15 *Déc.*, 803.
Cargo frigorifique El Zarate. *E'.* 15 *Déc.*, 618.
Compas gyroscopique. Théorie (Lenaire). *Rmc. Oct.*, 31.
Dock de 20 000 tonnes à Prince-Rupert, Colombie britannique. *F.* 15 *Déc.*, 810.
Interaction au passage de bâtiments voisins. *Nature.* 30 *Nov.*, 145.
Machines marines au pétrole Junkers 1000 ch. *E.* 24 *Nov.*, 697.
— — Diesel sur le continent. *E'.* 8 *Déc.*, 579, 610.
— à vapeur triple expansion de la Walsend Slipway Co. *E.* 8 *Avril*, 708.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Machines marines. Turbines et à pistons combinées (Dickie). *E.* 1er *Déc.*, 747.

Marines de guerre.

— Argentine. Cuirassés Rivadavia. *E'.* 1er *Déc.*, 555.

— Propulsion des navires de combat (Drosne). *Tm. Déc.*, 677.

— Applications frigorifiques dans les (Lefebvre). *Tm. Déc.*, 680.

— Sous-marins. Applications de l'Électricité. *LE.* 18 *Nov.*, 211.

— — Allemand. US. *E'.* 1er *Déc.*, 568.

— — Holland. *Gc.* 16 *Déc.*, 121.

Paquebots. Stabilité, calcul approximatif (Leddell). *E'.* 15 *Déc.*, 604.

— Dimensions maxima (White). *E.* 24 *Nov.*, 718.

— à turbines Shynio-Maru. *E'.* 24 *Nov.*, 536.

Port de Rangoon. *E'.* 24 *Nov.*, 532.

Rivières. Déviations des (Ellis). *E'. Déc.*, 607.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Aéronautique. Association du ballon et de l'aéroplane. *Gc.* 25 *Nov.*, 73.

— Concours militaire de Reims (Espitallier). *Gc.* 2, 9 *Déc.*, 81, 105.

— L'hélice propulsive (Soreau). *IC. Sept.*, 252-470. Progrès de construction. *Va.* 16 *Déc.*, 818.

— Moteurs d'aviation 1912. *Va. Déc.*, 803.

— *Aéroplanes* 1912. *Va.* 16 *Déc.*, 811.

— Rendement (Berriman). *SA.* 1er *Déc.*, 49.

— Lancement de projectiles par pointeur Scott. *Gc.* 19 *Déc.*, 132.

— Résistance des ailes. *E.* 15 *Déc.*, 806.

— Au Salon de 1911 (Marchis). *Tm. Déc.*, 662.

— Taux de sustentation d'un modèle d'aéroplane, détermination directe (Lafat). *Tm. Déc.*, 665.

Air comprimé. Turbo-compresseurs Pokorny Wittekind. *E.* 15 *Déc.*, 791.

Changement de vitesse Forest. *Va.* 25 *Nov.*, 762.

— hydraulique Manly. *ASM. Déc.*, 1595.

Chaudières. Détartreur de tubes Nirascow. *Bam. Oct.*, 1001.

— La surchauffe. *E'.* 24 *Nov.*, 542.

— Clapet d'arrêt. Sugden. *E.* 1er *Déc.*, 745.

Chaudières. Foyer au pétrole de la Walsend Slipway Co. *E.* 8 *Déc.*, 764.

— Réchauffeur Row. *Ri.* 2 *Déc.*, 469.

— Tirage rationnel (Izart). *Tm. Déc.*, 687.

— Tube de niveau Hopkinson. *E.* 15 *Déc.*, 796.

— Valve d'étranglement Meijer. *E.* 15 *Déc.*, 809.

Dessinateur. Outillage technique et pratique (Escard). *RM. Nov.*, 420.

Embrayages. Hill. Brush, Cottin et Desgouttes, Peugeot, Grohman Vollmer, Benn, Capet, Starr, Austin, Badois, Bollée, Daimler Smith, Knapp, Lindsey et Cowper, Hamon, Murphy, Graham, Whitcomb, General-Electric Wirth, Lamberton, Tschantz, Clément, Anker, English, Vincent et Harrison, Flersheim, Ferguson, Hirtz, Phélan. *RM. Nov.*, 381.

Graisseur à pompes Friedmann. *Ri.* 25 *Nov.*, 463.

— Richards pour paliers. *E'.* 15 *Déc.*, 622.

— Appareil Orsag à essayer les huiles. *Gc.* 19 *Déc.*, 134.

Imprimerie. Commande des machines par l'électricité. *Ic.* 25 *Nov.*, 581.

Levage. Transbordement d'un navire à l'autre (Giraud). *Gc.* 26 *Nov.*, 61. 2 *Déc.*, 86.

— Électro-aimants pour levage. *Ri.* 25 *Nov.*, 466.

— Grappins. Stolhert. *E.* 8 *Déc.*, 777.

— Grue roulante de secours de 35 tonnes Wilson. *E.* 15 *Déc.*, 797.

— Manivelles de sûreté Clémencet Duperron Morland. *Gc.* 25 *Nov.*, 71.

Machines-outils à l'exposition de Turin. *VDI.* 25 *Nov.*, 1965. — allemandes dans le monde (Schleringer). *VDI.* 9, 16 *Déc.*, 2038, 2089.

— Affûtage au jet de sable. Essai (Magruber). *ASM. Déc.*, 1691.

— Cisaille poinçonneuse. *Ri.* 25 *Nov.*, 462.

— — portative DBD. *Gc.* 7 *Déc.*, 93.

— Fraises cylindriques. *E.* 15 *Déc.*, 789.

— Meules. Fabrication et emploi. *Gc.* 9 *Déc.*, 112. A rectifier. Emploi le plus favorable (Prockandt). *RdM. Déc.*, 893.

— Raboteuse rapide à double effet. Wicksted. *E.* 24 *Nov.*, 700. Travail en courses courtes. *E.* 1er *Déc.*, 789.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Machines-outils. Scie alternative pour métaux ; essais. *E.* 1er *Déc.*, 746.
— Soudure électrique Kjelberg. *E.* 24 *Nov.*, 712.
— Tour. Essai au (Lea). *E.* 24 *Nov.*, 713.
— Traitement mécanique et chimique des métaux à l'atelier (Robin et Gardner). *RM. Nov.*, 405.
— Presses. Déformation des objets pressés *E.* 8 *Déc.*, 774.
— *à bois* avanceuse pour scies Bisset. *E.* 15 *Déc.*, 796.

Moteurs à gaz modernes (Streeter). *EM. Déc.*, 349.
— A l'exposition de Posen *VDI.* 25 *Nov.* 1053.
— pour stations centrales minières. *E.* 15 *Déc.*, 803.
— à gaz de tourbe à Portadown. *E'.* 8 *Déc.*, 585.
— Gazogènes (Les). *E'.* 15 *Déc.*, 622.

Moteurs à pétrole. Tarage des. *E.* 15 *Déc.*, 802.
— Constantes pour petits moteurs (Enric). *ASM. Déc.*, 1541.
— marin 1000 chevaux Junker. *E.* 24 *Nov.*, 697. Plenty. *E'.* 1 *Déc.*, 573.
— Équilibrage des (Lecornu). *CR.* 4 *Déc.*, 1108.
— Turbines. Rendement. *E.* 24 *Nov.*, 706.
— — Holzwarth. *Id.*, 714.
— Carburateurs Ware. *E.* 1er *Déc.*, 732.
— Limites d'inflammabilité des mélanges de paraffines et d'air (Burgess et Wheeler). *JCS. Nov.*, 2013.

Moteurs à vapeur. Progrès des (Lentz). *ZOI.* 17 *Nov.*, 721.
— à l'exposition de Posen. *VDI.* 25 *Nov.*, 1053.
— *Turbines* (les). *E.* 1er-15 *Déc.*, 727, 785.
— — Rendement des ajutages (Chrestien.) *VDI.* 16 *Déc.*, 2081.

Résistance des matériaux. Endurance des métaux. *E.* 24 *Nov.*, 693.
— Production mécanique de la rouille. *E'.* 24 *Nov.*, 542.
— Résistance à l'écrasement des fers, aciers et alliage (Robin). *Tm. Nov.*, 475. *Déc.*, 529. *Im. Sept.*, 529.

Résistance des matériaux. Examen microscopiques des ruptures. (Primrose). *E.* 1er *Déc.*, 748.
— Résistance des pièces creuses épaisses à une pression intérieure (Cook et Robertson) *E.* 15 *Déc.*, 786.

Textiles. Inventions de John Kay. *SA.* 8 *Déc.*, 73.
— Lavage des laines (Cogney). *It.* 15 *Déc.*, 466.
— Chaleur et humidification les plus favorables au travail des textiles (Pinte). (*id.*), 467.

Torsiomètre électrique Lux. *E.* 24 *Nov.*, 715.
Transmission flexible Herzmark. *Gc.* 16 *Déc.*, 130.

MÉTALLURGIE

Alliages magnétiques Hensler. *E.* 1er *Déc.*, 739. Alliage pouvant donner des azotures métalliques. Préparation (Beck). *RdM. Déc.*, 868.
Aluminium. Ses altérations (Heyn et Bauer). *RdM. Déc.*, 839.
Bronze. Four à bascule et récupération Morgan. *Pm. Déc.*, 180.
Damasquinage (Belaiew). *Ru. Sept.*, 302. — *Métallurgie*, 23 *Déc.*, 699.
Or. Traitement au Nicaragua (Deeding). *AIM. Déc.*, 1029.

Sidérurgie. Son évolution (Anglès d'Auriac). *Tm. Nov.*, 441.
— Solubilité du carbure Fe^3C dans le fer. — *Métallurgie*, 22 *Déc.*, 704.
— Processus de la fusion (Friedrich). *SuE.* 23 *Nov.*, 1909.
— Petits lingots à masselottes (Marton). *SuE.* 23 *Nov.*, 1918.

Fours à flamme, théorie. *SuE.* 7, 14 *Déc.*, 2000, 2046.
Laminoir à blindages de Terni. Commande hydro-électrique. *Re.* 24 *Nov.*, 469.
— à tôles. Réglage. *SuE.* 23 *Nov.*, 1921.
Fonderie, organisation et machinerie (Horner). *E.* 1er *Déc.*, 723.
— Four Martin pour moulage d'acier à Tsaritsyne (Richarme). *RdM. Déc.*, 882.
Electrosidérurgie à Héroult, Californie, et à Trollhattan (Fuck). *Metallurgical. Déc.*, 631.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Acier électrique (l') (Rodenhauser). *ZAC.* 1-8 *Déc.*, 2289-2301.
— Refusion de ferro-manganèse au four électrique et emploi pour désoxydation. *Metallurgical. Déc.*, 641.
Zinc. Électrométallurgie. *RdM. Déc.*, 860.
— Fours Hiorth. Soderby. *RdM. Déc.*, 855, 859. divers, *Metallurgical.* 665.

MINES

Cuivre. La Braden Copper Cº. *Eam.* 9 *Déc.*, 1128.
Détroit de Magellan. Mines au. *Eam.* 3 *Déc.*, 1091.
Diamants. Leur formation (Cocker). *CN.* 24 *Nov.*, 248.
Eaux dans les mines. Aveuglement des (Kirby). *Eam.* 18 *Nov.*, 986.
Électricité. Grues électriques au Rand. *Eam.* 12 *Nov.*, 983.
Extraction. Machines d'. Freins et réglage. (Wallich). *VDI.* 2, 9 *Déc.*, 2002, 2054.
— — électrique Westinghouse au Rand. *E.* 8 *Déc.*, 760.
— air comprimé et électricité pour les treuils souterrains (Pauly). *AIM. Déc.*, 923.
Fer. Mine de Newport (Vallat). *AIM. Nov.*, 903.
de Biwebik. *Eam.* 25 *Déc.*, 1043.
Minerais dans le monde (d'Auriac). *Tm. Nov.*, 441.
Or. Alluvions à Québec. *Eam.* 25 *Nov.*, 1035.
Placers en Colombie. *Eam.* 9 *Déc.*, 1137.
— Mines de Liberty Bell (Chase). *AIM.* 981.
— Prix du minage. Goldfield, Nevada. *Eam.* 18 *Nov.*, 985.
— Anciens gisements de Turquie. Histoire (Dominion). *AIM. Nov.*, 873.
— Cyanuration. Dosage de l'oxyde de calcium dans la chaux employée en cyanuration (Bahney). *AIM. Nov.*, 895.
Préparation mécanique. Flottation du zinc. Elmore. Balot. *Eam.* 18 *Nov.*, 994.
— Filtrage des slimes (Young). *AIM. Nov.*, 839.
— Agitateur Trent à Tonopah. *Eam.* 2 *Déc.*, 1085.
Remblayage Rill. *Eam.* 18 *Nov.*, 1000.
Sauvetage. Organisation en Illinois (Stock). *AIM. Déc.*, 951.
Spath Fluor à Roseclare, Ill. *Eam.* 3 *Déc.*, 1088.
Tourbe. Extracteuse Strenge. *Gc.* 2 *Déc.*, 94.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE DES NOUVEAUX MEMBRES

ADMIS, PENDANT L'ANNÉE 1911

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

BALLU (T.), Ingénieur agronome, 32, rue Cassette, Paris.

BERTRAND DE FONTVIOLANT, Professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures, 16, rue Brémontier, Paris.

CARMICHAEL (Robert S.), Filateur et Tisseur de Jute, 4, rue Saint-Florentin, Paris.

CAUCHIS (Paul), Relieur-Brocheur de la Maison Lordier et Cauchis à Paris, 14, rue d'Arcueil, à Gentilly (Seine).

CORNU (Mme), née Pauline Thénard, 6, place Saint-Sulpice, Paris.

DELLOYE (Lucien), Directeur général des Glaceries de la Cie de Saint-Gobain, 1, place des Saussaies, Paris.

FLEURENT, Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers, 91, rue du Cherche-Midi, Paris.

GETTING (G.) et JONAS (A.), Industriels, 2, rue Coquenard, à Saint-Denis (Seine).

GIBERT (Edmond), Fabricant de grillages, boulevard de Charonne, 168, Paris.

HERSCHER (Eugène), Ingénieur des mines, Administrateur délégué de la Société de Bourdon, 32, rue La Boétie, Paris.

LEGRELLE, (Jacques), Propriétaire, Membre de la Société des Agriculteurs de France, 39, rue Berthier, à Versailles.

LUCAS, Ingénieur agronome à Gournay-sur-Marne (Seine-et-Oise).

PÉNICAUD (Jean), Ingénieur des Arts et Manufactures, rue de Monceau, 77, Paris.

PETITALOT, Directeur de la Société Electro-Textile, 53, rue Truffaut, Paris.

PLISSON (J.), Ingénieur, 43, boulevard Raspail, Paris.

RADIGUER (E.), ancien Ingénieur du génie maritime, Directeur de la Société anonyme des Établissements Delaunay-Belleville, 51, avenue Bosquet, Paris.

SAILLARD, Ingénieur agronome, Directeur du Laboratoire du Syndicat des fabricants de sucre de France, 34, rue du Louvre, Paris.

SAUTET (Georges), Vice-Président de la Chambre Syndicale des huiles et graisses industrielles, 97, route d'Orléans, à Montrouge (Seine).

SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS MALICET ET BLIN, 103, avenue de la République, à Aubervilliers (Seine).

TAUPIAT DE SAINT-SYMEUX (Félix), Ingénieur des Arts et Manufactures, 8, rue de la Tour-des-Dames, Paris.

VALETTE (P. E.), Docteur en droit, ancien Avocat à la Cour d'Appel de Paris, Manufacturier à Cuise-la-Motte (Oise.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LE 2e SEMESTRE DE LA CENT DIXIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(JUIN-DÉCEMBRE 1911)

A

Aeby. « Marchandises dangereuses », 523.
Alexandre. Régénération du caoutchouc, 50.
Allis et Chalmers. Machine soufflante, 96.
Aragon. « Ponts en bois et en métal », 222.
Auscher. Métaux antifriction, 343.

B

Balthazar et Niclou. « Intoxication hydrocarbonée », 345.
Barbillon, Bergeon et Claret. « Courants alternatifs », 117.
Barillé. Siphons d'eaux minérales, 345.
Bemmelen. « Die Absorption », 114.
Bloch. « Technique de l'Éclairage », 220.
Bordigna. Huiles d'olive italiennes. 178.
Borsig. Machine soufflante, 103.
Boulvin. « Cours de mécanique », 117.

C

Callendar. L'Osmose, 479.
Charbonneau. « Courants alternatifs à haute fréquence », 116.
Cheysson. Notice nécrologique, 417.
Chwolson. « Traité de Physique », 519.
Coffignier. Solubilité des résines, 80.
Cottrell. Précipitation des poussières, 169, 386.

D

Darras. « La marbrerie », 519.
De Gramont. « Aérodynanique du plan », 111.
Derning. Dissolvants de la cellulose, 184.
Diesel. Moteurs, 384.
Drome. « Chimie amusante », 522.
Duclaux et Robert. « Études aérotechniques », 223.

E

Espitallier et Chase. « Cours d'aviation », 521.

F

Foix. Manchons Auer. Rayonnement, 77.
Friend. Action des huiles sur le fer, 180

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

G

Garçon (Jules). Notes de Chimie, à chaque Bulletin.
Gardner. Couleurs de peintures, 179.
Garrett. Demi-fixe, 213.
Gaston (de). « Aéroplanes en 1911 », 400.
Gautier et Capelle. « Traité de composition décorative ». Rapport de M. Pillet, 432.
Grandel et Gouverneur. Épuration des fibres de Kapok.
Greilsamer. « Le Vernis de Crémone », 9.
Grenet. « Trempe. Recuit. Conditions d'emploi des aciers », 221.
Filtres à pâtes poreuses, 12.
Gruner. Notice nécrologique de M. Cheysson, 417.
Gruner et Bousquet, « Atlas des houillères », 217.
Guyot. « Droit forestier », 219.

H

Haller. Appareil à distiller Robert, 3.
Hammel. Brûleur à pétrole, 203.
Hanna. Chargeur de locomotives, 198.
Haton de la Goupillière et Bès de Berc. « Cours d'exploitation des mines », 217.
Heckel. « Plantes nouvelles de Madagascar », 225.
Hitier. Notes d'agriculture, à chaque Bultin.
Blé, récolte de 1911, 186.
Dry Farming, 83.
Lait dans les grandes villes, 191.
Crédit agricole en France, 347.
Production horticole de la France, 497.
Hoerbiger - Rogler. Machine soufflante, 103.
Humphries. Engrenages, 106.

J

Jacquemin-Compas. Ranchet articulé, 422.
Janney. Transmission, 105.
Junker. Moteur à pétrole, 511.

K

Kaye. Étalons de longueur en silice, 171.
Kennedy. Machine soufflante, 97.
Kirkwood. Foyer à pétrole, 203.
Korting. Brûleur à pétrole, 205.

L

Lafosse. Rapport sur l'exercice 1910, 259.
Lake. Presses à filières, 374.
Lalande et Noalhat. « Thermodynamique », 115.
Lanz. Demi-fixe de 1000 chevaux, 211.
Larsoe Lovekin. Brûleur à pétrole, 206.
Leblanc (Maurice). Le vide et ses applications, 453.
Lebon. « Gabriel Lipmann », 219.
Leiser. Ouvrage sur le « Wolfram », 398.
Legrand. Rapport sur l'exercice 1910, 278.
Lehmann. Toxicité des gaz et des vapeurs, 491.
Levasseur. « Commerce de la France », 110.
Levy Lambert. « Chemins de fer funiculaires », 220.
Leduc. Ciment Portland, 280.
Le Goff. Sucre dans l'alimentation, 345.
Lindet. « Lait et son analyse ». Ouvrage de M. Monvoisin, 109.
— « Séchage des fruits ». Ouvrage de M. Rabaté, 109.
— Épuration des fibres de Kapok. Procédé Grandel et Gouverneur, 427.
Lobel. « Technique cinématographique », 399.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M

Mesta. Machine soufflante, 98, 101, 105.
Monvoisin. « Lait et son analyse », 109.
Muntz et Lainé. Épuration des eaux d'égout, 133.

N

Nansouty (de). « Aérostation, aviation », 400.
Nicou. « Minerais de fer en France », 223.
Noalhat. « Thermodynamique », 115.
Norris. Alliages au vanadium, 173.

P

Perissé. « Moteurs à gaz et à pétrole à l'exposition de Bruxelles », 115.
Pillet. « Traité de composition décorative » de MM. Capelle et Gautier, 432.
Proust. « Recherche des mines d'or », 1131.

R

Rabaté. « Séchage des fruits », 109.
Ramsay. Mesure de quantités infinitésimales, 68.
Ratignier et Parvilhac. Tulle artificiel, 81.
Richard (G.). Notes de mécanique. Revue de quinzaine. Littérature des périodiques, à chaque Bulletin.
Robert. Appareil à distiller dans le vide. Rapport de M. Haller, 3.
Rohden. « Huiles éthérées », 401.
Rottach. « Chine moderne », 224.
Ruston Proctor. Demi-fixe, 215.

S

Sabatier. Hydrogénation par catalyse, 167.
Sauvage. Rapport sur le Ranchet articulé de M. Jacquemin-Compas, 422.
Schlumberger. « Tissage moderne », 222.
Schnabel. Moufle, 511.
Schutz. Préparation des acides purs, 69.
Slick. Machine soufflante, 101.
Soutwhark Foundry. Machine soufflante, 99.

T

Taylor. Trompes, 514.
Tedesco. « Ouvrages en béton et ciment armés », 222, 523.
Tesla. Turbine à vapeur, 389.
Teyssier. « Année sucrière », 113.
Texas. Brûleur à pétrole, 204.
Trinks. Machines soufflantes aux États-Unis, 94.
Tucker. Chalumeau à oxygène, 170.

U

Urbain. « Spectrochimie », 225.

V

Vandevelde. « Analyse et falsifications des denrées alimentaires », 1140.
Verès. Essence de térébenthine, 79.
Vonwiller. Conductibilité du sélénium, 341.

W

Wery. Agendas agricoles, 399.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE 2e SEMESTRE DE LA CENT DIXIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(JUIN-DÉCEMBRE 1911)

A

Acides purs. Préparation (SCHUTZ), 69. Acétique, purification, 81. Gallotannique, 344.

Aiguisage des outils et gravure des métaux par électrolyse, 341.

Alliages de vanadium (NORRIS), 173.

Aluminium. Action des solutions salines, 72.

Aniline. Solubilité, 81.

Antifriction : métaux (AUSCHER), 343.

Azotures d'aluminium, 341.

B

Barrages de la Bober, 385.

Blé. Récolte en 1911 (HITIER), 186.

BIBLIOGRAPHIE.

Lait et son analyse (MONVOISIN) (LINDET), 109.

Séchage des fruits. Étude pratique (RABATÉ) (LINDET), 109.

Commerce de la France avant 1789 (LEVASSEUR), 110.

Aérodynamique du plan (DE GRAMONT), 111.

Fraudes : 2e congrès international pour leur répression, 112.

Année sucrière (TEYSSIER), 113.

Nouveautés chimiques pour 1911 (POULENC), 113.

Mines d'or : recherche pratique et exploitation (PROUST), 113.

Analyse et falsifications des denrées alimentaires. Répertoire international (VANDEVELDE), 114.

Die Absorption (V. BEMMELEN), 114.

Thermodynamique. Éléments de. Application à la machine à vapeur (LALANDE et NOALHAT), 115.

Moteurs à gaz, à pétrole et divers à l'exposition de Bruxelles (L. PERISSÉ), 115.

Courants alternatifs à haute fréquence (CHARBONNEAU), 116.

Cours de mécanique. Machines à déplacer les fluides (BOULVIN), 117.

Cours d'électricité industrielle (BARBILLON, BERGEON et CLARET). Courants alternatifs, 117.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aéroplane. Étude de la stabilité (DE BOTHEZAT), 118.
Atlas des houillères (GRUNER et BOUSQUET), 217.
Exploitation des Mines, cours (HATON DE LA GOUPILLIÈRE et BÈS DE BERC), 217.
International catalogue of scientific litterature, Chemistry, 218.
Droit forestier, cours (GUYOT), 219.
Gabriel Lipmann. Biographie (LEBON), 219.
Éclairage, principes de la technique (BLOCH), 220.
Chemins de fer funiculaires, transports aériens (LÉVY LAMBERT), 220.
Trempé. Recuit et conditions d'emploi des aciers (GRENET), 221.
Soudure autogène, sept conférences, 221.
Ouvrages en béton et ciment armé, calcul (TEDESCO), 222.
Tissage mécanique moderne (SCHLUMBERGER), 222.
Ponts en bois et en métal (ARAGON), 222.
Minerais de fer en France (NICOU), 223.
Études aérotechniques, nouvelles méthodes (V. DUCLAUX et ROBERT), 223.
Chine moderne (ROTTACH), 224.
Madagascar. Plantes utiles (C. HECKEL), 225.
Spectrochimie. Introduction à son étude (URBAIN), 225.
Wolfram (H. LEISER), 398.
Agenda agricole (WERY), 399.
Technique cinématographique (L. LOBEL), 399.
Aérostation. Aviation (DE NANSOUTY), 400.
Aéroplanes en 1911 (DE GASTON), 400.
Les huiles éthérées et les baumes de la pharmacie (ROHDEN), 401.
Composition décorative. Traité de (GAUTIER et CAPELLE). Rapport de M. PILLET, 432.
Avogrado, œuvres choisies, 518.
Traité de physique (CHWOLSON), 519.
Aviation. Cours d'(ESPITALLIER et CHASSERIAUD), 521.
Chimie amusante (DRONNE), 522.
La marbrerie (DARRAS), 522.
Béton et ciment armé. Aide-Mémoire (DE TEDESCO), 523,
Marchandises dangereuses (J. AERY), 523.

C

Caféine et décaféination du café, 492.
Camphre naturel (CLAVERY), 343.
Caoutchouc, régénératiou théorique et pratique (ALEXANDRE). Traduction de M. Lamy-Torrilhon, 50.
Carburundum, sous-produits du, 340.
Cellulose, nouveaux dissolvants (DERRING), 184.
Cémentation (la) (GUILLET), 342. En gaz comprimés (GIOLITTI et CARNAVOLI), 367.
Chalumeau à oxygène (TUCKER), 170.
Charbons américains, 77.
Chaudières, chauffage au pétrole, 203.
Chaux, essais sur les chantiers (GIRARD), 336. Centres de production de la chaux, 339.
Ciments et mortiers, 173.
Ciment Portland, constitution et formation (LEDUC), 280. *Ciment huilé*, 515.
Condenseurs (MAURICE LEBLANC), 437.
Constructions par panneaux, 393.
Coton, action des solutions cupriques, 82.
Couvertes en ciments pour poutres métalliques, 392.
Couleurs de peintures (GARDNER), 179.
Cristaux. Déshydratation des (FIRTH), 481.
Cyanuration, ses tendances, 72.
Crédit agricole en France (HITIER), 347.

D

Distillation. Appareil à distiller dans le vide de M. ROBERT. Rapport de M. HALLER, 3.
Dry Farming (le) (HITIER), 83.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

E

Eaux. Déferrisation et démanganisation (SCHWERS), 485.
Eaux d'égouts. Épuration et utilisation agricole (MUNTZ et LAINÉ), 133.
Éclairage au néon (CLAUDE), 482.
Engrenages. Humphris, 106.
Essence de térébenthine (VERÈS), 79.
Étalons de longueur en silice (KAYE), 171.
Exercice financier de 1910. Rapports de MM. LAFOSSE, 259, et LEGRAND, 278.

F

Fer. Action des solutions salines, 71.
— Des huiles (FRIEND), 180.
Filtres à parois poreuses et bougies collodionnées (GRENET), 12.
Froid. Machines frigorifiques (MAURICE LEBLANC), 483.
Fumées. Précipiteur COTTRELL, 169, 386.

G

Gazogène. MATHOT, 390.

H

Horticulture. Production horticole en France (HITIER), 497.
Hydrogénation et déshydrogénation par catalyse (SABATIER), 167.
Huiles d'olives italiennes (BORDIGNA), 178. Extraction, 483.

I

Industries chimiques minières et métallurgiques de la Nouvelle-Calédonie, Madagascar et la Martinique en 1909-1910, 332.
Intoxycation hydrocarbonée chez l'homme (BALTHAZAR et NICLOU), 345.

K

Kapok. Épuration des fibres de —, par MM. GRANDEL et GOUVERNEUR. Rapport de M. LINDET, 427.

L

Lait. Crise dans les grandes villes (HITIER), 191.
Locomobiles et demi-fixes, 211.
Locomotives. Chargeurs mécaniques, 197.
— Chauffage au pétrole, 210.
— Baltic du Nord, français, 384.

M

Machines soufflantes aux États-Unis (TRINKS), 94.
Manchon Auer. Rayonnement (FOIX), 77.
Médailles d'or Carnegie ; 172. Bessemer, 173.
Mesures de quantités infinitésimales (RAMSAY), 68.
Moteurs à pétrole. DIESEL, 384. JUNKER, 511.
Moufle (SCHNABEL), 511.

N

Notice nécrologique de M. CHEYSSON, par M. GRUNER, 417.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

O

Osmose. Son interprétation physique (CALLENDAR), 479.

P

Poteries. Dépôts métalliques sur les, 340.
Poussières dans les industries chimiques. Précipitation (COTTRELL), 169, 386.
Presses à filières (LAKE), 374.

R

Ranchet articulé JACQUEMIN-COMPAS. Rapport de M. SAUVAGE, 422.
Réaction d'équilibre $2CO \rightleftarrows CO^2 + C$. 77.
Résines. Solubilité (COFFIGNIER), 80.

S

Sélénium. Conductibilité électrique (VONWILLER), 341.
Siphons d'eaux minérales (BARILLÉ). Dangers des, 345.
Sucre dans l'alimentation (LE GOFF), 345.

T

Teintures trop sombres. Correction des, 183.
Tonkin. Mines du, 70.
Toxicité des gaz et des vapeurs (LEHMANN), 491.
Transmission. JANNEY, 105.
Trompes. TAYLOR, 514.
Tulle artificiel. RATIGNIER et PARVILHAC, 81.
Turbine à vapeur. TESLA, 389.

V

« *Vernis de Crémone* », le. Ouvrage de M. *Greilsamer*. Rapport de M. *Levache*, 9.
Vide. Production et applications (MAURICE LEBLANC), 435.

Le Gérant : GUSTAVE RICHARD.

Paris. — Typ. PHILIPPE RENOUARD, 19, rue des Saints-Pères. — 50878.

388
9 12

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires