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
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	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

	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	1874. 73e année. 3e série, tome 1
Adresse	**Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1874**
Collation	**1 vol. (708 p.) : ill., pl. 1-20 ; 26 cm**
Nombre de vues	**729**
Cote	**BSPI 73**
Sujet(s)	**Progrès scientifique et technique Innovations -- France -- 19e siècle**
Thématique(s)	**Machines & instrumentation scientifique**
Typologie	**Revue**
Langue	**Français**
Date de mise en ligne	**30/11/2009**
Date de génération du PDF	**02/02/2026**
Notice complète	https://www.sudoc.fr/037924427
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.73

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

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

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

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

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

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

nécessaire de se reporter aux tables publiées annuellement.

Pour en savoir plus

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

Voir le catalogue et accèder aux volumes numérisés

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

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

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

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

S. E. I. N.
Bibliothèque
BSI-73

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR

L'INDUSTRIE NATIONALE

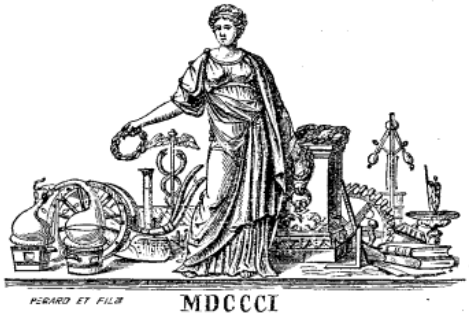
PUBLIÉ

SOUS LA DIRECTION DES SECRÉTAIRES DE LA SOCIÉTÉ

MM. E. PELIGOT ET CH. LABOULAYE.

TROISIÈME SÉRIE. — TOME I. — 1874.

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



PARIS,
SIÉGE DE LA SOCIÉTÉ, RUE DE L'ABBAYE, 17.

1874

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ.

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

RÉDACTION DU BULLETIN.

Renseignements, tous les jours, de deux à cinq heures.

PARIS. — IMPR. DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

73e année. Troisième série, tome I. Janvier 1874.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. CLOEZ, *au nom des comités des arts chimiques et de l'agriculture, sur une* RÉCLAMATION DES FABRICANTS DE PAPIER *au sujet de l'impôt projeté sur le sel marin employé dans les fabriques de produits chimiques.*

Messieurs, le projet de budget soumis à l'Assemblée nationale par M. le Ministre des finances, le 28 octobre dernier, propose, au nombre des nouveaux impôts à créer, l'élévation à 15 francs du droit sur le sel de consommation et le rétablissement du droit de 10 francs sur le sel destiné aux fabriques.

La Société d'encouragement n'a pas à examiner l'opportunité de la partie de l'impôt s'appliquant au sel de consommation, mais, appelée à soutenir et à défendre les intérêts menacés d'une branche importante de l'industrie nationale qui a été déjà rudement éprouvée par les traités de 1860, elle lui doit un concours actif, et, à cette fin, elle doit faire ressortir les conséquences de l'adoption de la partie du projet relative au rétablissement d'une taxe sur le sel des soudières.

Parmi les industries chimiques de la France, la papeterie est une des plus considérables; on évalue à plus de 50 000 le nombre des ouvriers qu'elle emploie; on peut admettre, sans exagération, que ses produits représentent une valeur de près de 100 millions, et les matières diverses, telles que les chiffons, la paille, le bois, les produits chimiques, le combustible, etc., nécessaires à cette production fournissent à l'industrie des transports un tonnage d'environ 800 000 tonnes.

Les éléments constituants du sel marin, le chlore et le sodium, servent tous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les deux à la préparation de la pâte à papier; le premier, usité depuis longtemps, à l'état de chlore libre ou de chlorure de chaux, pour le blanchiment de la fibre végétale convenablement divisée: le second employé, depuis quelques années seulement, à l'état de soude caustique, pour le traitement de la paille, dont l'importance est si grande aujourd'hui pour la papeterie.

Les progrès extraordinaires réalisés récemment dans la fabrication de la *pâte chimique de bois*, qu'il ne faut pas confondre avec la *pâte mécanique*, sont dus essentiellement à l'emploi de lessives concentrées de soude agissant sur les copeaux de bois, à une température élevée et sous une pression plus ou moins forte.

La production économique des produits chimiques, indispensables à la papeterie, préoccupe aujourd'hui les fabricants au même degré que l'étude des succédanés du chiffon. L'élévation du prix de ces produits, résultant de l'établissement, en France, d'un impôt sur la matière première d'où ils dérivent, produirait des effets désastreux. Le renchérissement du chlorure de chaux notamment, dont la consommation est si considérable et le prix déjà si élevé, mettrait nos fabricants dans l'impossibilité de soutenir la concurrence étrangère. L'industrie nouvelle de la fabrication des pâtes à papier de paille, et celle, plus récente, des pâtes chimiques de bois, qui commencent à prospérer dans plusieurs grands établissements, comme ceux de Wirernes et d'Essonnes, se trouveraient bien compromises, sinon supprimées au profit de l'étranger, dans le cas de l'élévation du prix de la soude caustique.

Pour transformer 100 kilog. de paille en pâte à papier, il faut employer une dissolution marquant 4 degrés Baumé. La quantité de soude caustique du commerce, à 62 degrés (Descroizilles), nécessaire pour ce traitement varie entre 18 et 22 kilogrammes, suivant la qualité de la paille.

Pour le blanchiment, il faut, au minimum, 10 pour 100 du poids de la paille en chlorure de chaux à 100 degrés chlorométriques. Cette quantité s'élève souvent à 12, et même à 15 pour 100.

On a constaté, en moyenne, un rendement de 40 kilog. de pâte à papier sèche pour 100 kilog. de paille. Ce rendement s'élève quelquefois à 44 kilog., mais il est aussi, bien souvent, inférieur à 40 kilogrammes.

En rapprochant ces nombres, on trouve que, pour produire 100 kilog. de pâte sèche de papier, il faut employer :

45 à 50 kilog. de soude caustique à 60 degrés;

25 à 30 kilog. de chlorure de chaux à 100 degrés.

Or la soude caustique à 60 degrés vaut environ 50 francs les 100 kilog., le chlorure de chaux peut être évalué à 30 francs. C'est donc une dépense

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 30 à 34 francs de produits chimiques pour produire 100 kilogrammes de pâte sèche de papier valant à peu près 60 francs. C'est certainement plus de la moitié du prix de revient de cette marchandise.

Quant à l'accroissement du prix de revient qui serait produit par l'établissement de l'impôt projeté, il peut être évalué à environ 6 pour 100. C'est une augmentation trop forte pour pouvoir être supportée sans compensation.

Les industriels qui ont entrepris la fabrication de la pâte chimique de bois se trouveraient dans une position plus critique encore que ceux qui traitent la paille; ils emploient, en effet, une quantité de soude caustique plus considérable, et le rendement qu'ils obtiennent est moins élevé, le bois ne donnant guère plus de 33 pour 100 de son poids de cellulose fibreuse blanche et sèche.

Il est à noter que l'industrie du papier est déjà frappée d'un impôt de 10 pour 100 sur la valeur du produit fabriqué : pour arriver à lutter, dans ces conditions, contre la concurrence des pays voisins, l'Allemagne et la Belgique, il lui a fallu transformer complétement son outillage au prix d'énormes sacrifices.

Le nouvel impôt aurait pour conséquence la ruine d'un certain nombre de fabriques, de celles surtout qui ont eu le mérite de réaliser, en France, l'application des nouveaux procédés.

On ne pourrait pas, d'ailleurs, rétablir l'égalité entre nos fabricants et ceux des pays voisins par un drawback, à la sortie, sur les produits français, et par un droit compensateur, à l'importation, sur les produits étrangers.

M. Lamy, dans le rapport qu'il a présenté à la Société d'encouragement dans la séance du 19 janvier 1872 (1), a fait ressortir nettement l'impossibilité de rembourser le drawback, en donnant précisément pour exemple la fabrication du papier ordinaire à écrire et à imprimer. Comme il ne reste dans le produit fabriqué aucune trace des éléments du chlorure de sodium employés seulement comme agents de réaction, il serait évidemment impossible de restituer équitablement, à la sortie, les droits nouveaux supportés par le produit.

Si l'on manque de base pour établir le drawback, on ne sait pas non plus sur quoi s'appuyer pour imposer à la pâte belge ou allemande un supplément de droit d'entrée équivalent à l'augmentation de notre prix de revient. La pâte à papier indigène n'étant frappée d'aucun droit d'accise, nous n'avons aucune raison de taxer le produit similaire étranger plus haut que les chiffres stipulés dans le traité de commerce.

(1) Voy. *Bulletin* de 1872, 2e série, t. XIX, p. 12.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La papeterie française, dans les conditions actuelles, lutte péniblement contre la concurrence étrangère ; elle a pu cependant, depuis quelques années, exporter ses produits principalement en Angleterre, dans une proportion assez faible d'abord, mais qui tend, chaque année, à s'accroître ; elle contribue donc à faire rentrer l'argent dans notre pays. C'est une considération qui ne peut pas aujourd'hui nous laisser indifférents.

En résumé, Messieurs, vos comités réunis des arts chimiques et d'agriculture, après avoir examiné les observations du syndicat de la papeterie, pensent qu'il y a lieu de les prendre en considération et d'appeler de nouveau l'attention de M. le Ministre des finances et de MM. les membres de l'Assemblée nationale sur les nombreux inconvénients et les difficultés que la Société trouve à l'établissement d'un impôt de 10 francs par 100 kilogrammes sur le sel employé comme matière première dans la fabrication des produits chimiques, et dont les dérivés sont indispensables à plusieurs branches importantes de l'industrie nationale, et notamment à la papeterie.

Signé CLOEZ, *rapporteur.*

Approuvé en séance spéciale, le 24 novembre 1873.

CHEMINS DE FER.

NOTE SUR L'EMPLOI DES MACHINES LOCOMOTIVES SUR LES PLANS INCLINÉS, PAR M. LE CHATELIER, INGÉNIEUR EN CHEF DES MINES (1).

Trois sortes d'appareils sont employés pour élever les convois sur les rampes d'une forte inclinaison, auxquelles on donne, plus spécialement, le

(1) Cette note a été rédigée, en 1852, par M. Le Chatelier, à la demande et pour l'usage personnel d'un de ses amis, M. Petit, ingénieur des ponts et chaussées, qui s'était distingué par de brillants débuts dans la construction du réseau français, et qu'une maladie, contractée dans un voyage en Algérie, a enlevé, jeune encore, à sa famille et à ses camarades. — M. Petit avait été consulté par le Gouvernement italien sur la construction de ses chemins de fer ; il avait fait de cette note une annexe à son rapport, dont elle confirmait les conclusions.

Plusieurs personnes, qui avaient eu, à diverses époques, connaissance de cette note, et qui avaient été frappées de l'exactitude des vues qu'elle contenait, et dont l'expérience a, depuis, vérifié une bonne partie, ont insisté auprès de l'auteur, malgré sa répugnance à livrer à la publicité une étude faite à la hâte et à titre de consultation intime, pour qu'il la fît imprimer. — Nous avons cru qu'elle intéresserait les lecteurs du *Bulletin*, et nous avons insisté nous-même pour qu'elle y fût insérée. (*Note de la rédaction.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nom de plans inclinés : les machines fixes mettant en mouvement des câbles sans fin auxquels sont attachés les waggons, le système atmosphérique et les machines locomotives.

En général, il paraît constant qu'à moins de circonstances exceptionnelles qui permettraient, par exemple, d'utiliser de puissantes chutes d'eau, le dernier système doit être préféré aux deux autres, si l'on tient compte à la fois des frais de premier établissement et des frais d'entretien.

Cette note n'a pas pour objet de discuter le mérite comparatif des différents systèmes ; elle est destinée à faire apprécier l'étendue des services qu'on peut obtenir du dernier de ces systèmes, et à poser les principes qui doivent en régler l'application.

Les machines locomotives sont de très-puissantes machines dans les conditions habituelles de leur service, c'est-à-dire lorsque leurs organes fonctionnent avec une grande vitesse, de manière à produire une dépense considérable de la vapeur que leurs chaudières engendrent en quantité à peu près indéfinie, lorsqu'elles sont établies sur des proportions convenables. Ainsi les machines à marchandises que la compagnie du chemin de fer du Nord fait construire actuellement, lorsqu'elles marcheront à la vitesse de 36 kilomètres à l'heure (10 mètres par 1″), à pleine charge, développeront sur leurs pistons un travail moteur de 600 chevaux.

Le maximum de puissance ne peut être atteint que par le maximum de vitesse, car le travail produit à chaque coup de piston, restant sensiblement le même, est en quelque sorte multiplié par le nombre de coups de piston obtenu dans une seconde. Mais, lorsqu'une machine est construite sur un plan donné, si l'on veut lui faire remorquer la charge la plus considérable possible sur une rampe, la première précaution à prendre est de réduire sa vitesse de translation, parce qu'en même temps les résistances au mouvement diminuent, et la vapeur, affluant en moins grande quantité dans les cylindres, souffre moins des étranglements, et y prend une pression très-élevée. On arrive ainsi à obtenir un effort de traction maximum pour la machine, mais on a diminué considérablement le travail moteur de la machine, car cet effort maximum n'a été obtenu qu'à la condition de faire marcher très-lentement le convoi.

Si les dimensions de la machine ne sont pas assignées à l'avance, on peut les combiner de telle sorte que la vitesse de translation soit réduite sans que la vitesse d'oscillation du mécanisme soit changée ; le travail moteur conser-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vera sa valeur maximum, qui ne dépendra plus que de la vitesse à laquelle il convient de limiter le fonctionnement des organes de la machine ; le travail résistant restera également le même, mais il se composera du produit d'une plus grande charge par une vitesse de translation plus petite.

Si je prends, par exemple, la machine du chemin de fer du Nord, dont j'ai parlé tout à l'heure, qui développait un travail de 600 chevaux en marchant sur niveau, avec pleine charge, à 36 kilomètres à l'heure, et que je veuille lui faire gravir une rampe de 4 à 5 millimètres, je ne pourrai parvenir qu'en réduisant sa vitesse à 15 ou 10 kilomètres à l'heure, de manière à diminuer la résistance au mouvement, et en même temps afin d'obtenir plus de pression utile dans les cylindres ; le travail moteur sera réduit à 300 chevaux ou au-dessous, puisque les pistons ne donnent plus qu'un nombre de coups beaucoup plus petit ; l'augmentation de pression dans les cylindres n'est guère que de 1/5 à 1/6, tandis que leur vitesse d'oscillation a été diminuée de plus de moitié.

Mais si je puis disposer librement des dimensions de cette machine, et que je réduise à moitié le diamètre des roues motrices, sans changer les autres dimensions de la machine, j'aurai la même vitesse d'oscillation des pistons et le même travail moteur de 600 chevaux que lorsque la machine avec les roues ordinaires marchait à 36 kilomètres à l'heure. La vitesse de translation seule sera changée, elle sera réduite à 18 kilomètres à l'heure ou 5 mètres par seconde, et par suite il faudra doubler la résistance qui produisait le travail résistant ; on pourra doubler sensiblement la charge ou faire marcher le convoi sur des rampes fortement inclinées, sur lesquelles la gravité vienne fournir le complément de travail résistant nécessaire.

On ne peut pas, dans la pratique, se contenter de diminuer le diamètre des roues motrices d'une machine, pour augmenter l'effort de traction qu'elle développe et soutient dans son service normal ; il faut faire croître la charge de chaque roue motrice en raison inverse de son diamètre. Comme, d'un autre côté, on ne peut pas changer indéfiniment les rails, on est amené à multiplier les points d'appui pour suffire à l'augmentation de poids qui est nécessaire pour obtenir l'adhérence suffisante.

Le principe à suivre est donc, pour remonter des plans inclinés avec des machines locomotives, de donner aux roues motrices de petits diamètres qui donnent à la fois une faible vitesse de translation et une grande vitesse d'oscillation de mécanisme, de multiplier les roues en rapport avec le poids total

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des appareils et avec la charge que les roues peuvent supporter, et enfin de réduire la dimension des cylindres qui commandent chaque paire de roues ou chaque groupe de roues accouplées en rapport avec la résistance que l'adhérence ou le frottement peut développer à la circonférence de ces roues.

C'est ainsi que M. Verpilleux, appliquant cette règle, surtout pour ce qui concerne la charge à faire porter aux rails, a placé des cylindres sur son tender ; c'est ainsi que les concurrents de Semmering ont mis sous leurs machines, au minimum, 8 paires de roues motrices.

Pour organiser un service de plans inclinés, je proposerais d'employer des machines du poids de 20 à 25 tonnes, y compris le poids de leur eau et de leur coke; de leur donner des roues d'un aussi petit diamètre que possible; de réduire la vitesse de translation à 15 ou 20 kilomètres à l'heure, en conservant aux pistons une vitesse d'oscillation correspondant à 2 ou 3 tours de roues par seconde. J'armerais ces machines de freins-sabots qui frotteraient directement sur les rails, soit comme l'a fait M. Laignel sur les plans inclinés de Liége, soit comme on le fait actuellement en Angleterre; lorsque la charge à remorquer, l'inclinaison du chemin ou l'état des rails l'exigeraient, j'emploierais deux, et, au besoin, trois machines dont on profiterait, soit à la remonte en en plaçant une en queue, soit à la descente en les groupant en tête pour remplacer les waggons à freins spéciaux, qu'on est dans l'usage d'ajouter aux convois, pour rendre sûre la manœuvre des plans inclinés.

Les règles que j'ai eu l'occasion de poser, dans un travail récent, pour établir les proportions à observer dans la construction des machines, permettent de résoudre la question pour tous les cas qui peuvent se présenter. (Voir le Compte rendu de la *Société des ingénieurs civils*, séance du 5 mars 1852, t. V, p. 341.)

Je supposerai un plan incliné présentant une pente continue de 30 millimètres par mètre, sur lequel il faut remorquer habituellement des convois de 150 tonnes brutes, soit 20 waggons pesant, en moyenne, 7 tonnes 1/2 :

1° Le diamètre des roues est fixé par la limite de 2 tours 1/2 par 1″ des essieux moteurs; il doit être, par conséquent, égal à. . . . . 0^{m},70 ;

2° La résistance totale au mouvement, calculée d'après la formule de Wyndham Harding, sera :

Pour les résistances au mouvement des véhicules sur niveau (le poids des deux machines portant leur eau et leur coke étant de 25 tonnes), à raison de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4k,65 par tonne.	930 kilog.
Gravité à 30 kilog. par tonne.	6 000
20 pour 100 en sus pour les résistances additionnelles (1).	1 386
Total. . .	8 316
Ou en nombre rond.	8 300 kilog.

3° L'adhérence calculée à raison de 1/6 de la charge des roues, pour 7 000 de résistance à surmonter par l'effort de traction, les autres résistances étant des frottements intérieurs du mécanisme, exigerait un poids de 42 000 kilogrammes ; le poids total de 50 tonnes des machines donne donc un excès d'adhérence ; la résistance appliquée à la circonférence des roues représenterait moins de 1/7 de leur poids, lorsque le réservoir d'eau et de coke serait chargé, 1/6 lorsqu'il serait à peu près vide ;

4° La formule $T = p \frac{d^2 l}{D}$, pour des machines timbrées à 7 atmosphères, et donnant 4k,64 de pression utile, par centimètre carré, dans les cylindres, donne pour chaque machine une valeur de d^2 égale à. 62 500
Si l'on adopte, pour le diamètre des cylindres. 0m,380
on aura pour la course des pistons, 0m,433, soit. 0m,440

5° La surface de chauffe doit être de 62m.q. 1/2 ainsi répartis :

	m.q.
Surface de chauffe du foyer.	5,7
— — des tubes.	56,8
Total. . .	62,5

La consommation de ces machines, par kilomètre, serait à peu près double de celle des machines ordinaires, à cause du petit diamètre des roues qui double le nombre des coups de piston, à parcours égal; elle peut être estimée, en marche, à 20 kilog. de coke et 140 kilog. d'eau par kilomètre ; il leur faudrait, pour un trajet de 20 kilomètres, 1 000 kilog. de coke et 4 000 kilog. d'eau; en ajoutant à ce poids 1 000 kilog. pour le poids des caisses à eau et à coke placées sur la machine, il resterait, pour les machines,

(1) Je compte habituellement 20 à 25 pour 100 pour les résistances additionnelles, mais en laissant la gravité en dehors, tandis qu'ici je la comprends dans les résistances qui donnent lieu à des frottements additionnels.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

19 tonnes, poids qui se trouve en rapport avec les dimensions de chaudière et de cylindres nécessaires.

Une seule de ces machines remorquerait les convois ordinaires de voyageurs, deux suffiraient pour remorquer les convois de marchandises qui, dans un pays de montagnes, circuleront habituellement sur des rampes de 10 à 15 millimètres par mètre, et dont la charge ne pourra pas, notablement, excéder celle qui vient d'être indiquée.

Le diamètre des roues ne peut guère être inférieur à 70 centimètres, parce qu'il faut ménager entre la surface des rails le passage des boulons de manivelle et des têtes de bielle; avec ce diamètre, il serait peut-être encore nécessaire, dans la construction, de diminuer la course des pistons en augmentant le diamètre des cylindres, pour tenir compte de cette condition.

J'ai dit plus haut que les machines devraient être pourvues de freins; on pourrait adopter le frein-Laignel et le manœuvrer au moyen d'une petite machine à vapeur, qui servirait en même temps à l'alimentation sur place, comme cela se pratique maintenant, d'une manière assez générale, pour les machines à roues accouplées qu'on ne peut pas alimenter au repos au moyen de galets. A la remonte, dans le cas de l'emploi simultané de deux machines, on placerait l'une en tête et l'autre en queue, ce qui ne peut pas présenter d'inconvénient sérieux pour une vitesse aussi faible que celle qui serait adoptée. A la descente les deux machines seraient accouplées et placées en tête. Leurs freins seraient plus que suffisants pour assurer la marche à petite vitesse et arrêter en cas d'accident, sans qu'il fût, pour cela, nécessaire de recourir aux freins des voitures. Les machines pourraient être à 6 ou à 4 roues, toutes accouplées, suivant le poids adopté pour les rails ou la difficulté du tracé.

Le seul inconvénient que puisse présenter ce système est une certaine complication de service, pour faire coïncider les mouvements dans les deux sens; il faudrait, dans quelques cas, faire marcher les machines haut-le-pied, mais on pourrait remédier, en grande partie, à cet inconvénient, qui ne serait, d'ailleurs, qu'une source de dépenses et non pas une impossibilité ou même une gêne dans le service, en établissant quelques waggons à freins spéciaux qui stationneraient à la partie supérieure du plan incliné, ou mieux en appliquant à chaque voiture un frein et en faisant manœuvrer plusieurs freins par un seul conducteur, ainsi que cela se pratique dans quelques cas.

Je n'insisterai pas davantage sur ces divers détails de service, qui peuvent tous recevoir une solution aussi simple que dans tous les systèmes; je ferai remarquer seulement que la diminution de vitesse, relativement à celle qu'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

obtiendrait du système atmosphérique, trouverait en partie, si ce n'est en totalité, sa compensation dans l'avantage de ne pas être obligé de fractionner souvent les trains ; une faible vitesse est indispensable, dans tous les cas, à la descente, et c'est dans un sens seulement qu'il y aurait perte de temps.

Dans le cas où le tracé présenterait des plans inclinés d'une pente plus considérable, de 5 centimètres par exemple, la question se résoudrait peut-être encore de la même manière, en réduisant la vitesse de translation.

Les mêmes machines, avec des roues de $0^m,60$ de diamètre et le même poids, ne donneraient plus, à 2 tours 1/2 par 1″ de l'essieu moteur, qu'une vitesse de translation de 17 kilomètres à l'heure, mais elles pourraient développer chacune un effort de traction moyen de. . . . . 4 833 kilog.
ou ensemble. 9 667

Il en résulte qu'elles remorqueraient encore 13 waggons de 7 tonnes 1/2, ou chacune 6 waggons. Elles seraient encore, pour l'adhérence, à peu près à la limite de 1/6. Il faudrait, dans ce cas, augmenter le diamètre des cylindres, afin de pouvoir réduire la course des pistons, qui différeraient trop peu du diamètre des roues, pour que les têtes de bielles ne vinssent pas rencontrer le balast.

Si les difficultés de construction ne permettaient pas de diminuer au-dessous de $0^m,70$ le diamètre des roues, on pourrait se servir encore des mêmes machines que dans le premier cas d'une inclinaison de 30 millimètres par mètre, seulement il faudrait réduire la charge des convois remorqués. On trouve, en effet, que les deux machines dont les dimensions ont été calculées plus haut, à la même vitesse de 20 kilomètres à l'heure, avec roues de $0^m,70$, remorqueraient encore 10 waggons, ce qui suffirait pour assurer le service des voyageurs, et nécessiterait seulement le dédoublement des convois de marchandises.

Si l'on établissait un propulseur atmosphérique pour une rampe de 50 millim. par mètre, un piston de $0^m,60$ de diamètre ne pourrait, avec 3/4 de vide, entraîner que 5 waggons, et, pour remorquer des convois de 13 à 14 waggons, il faudrait arriver à un diamètre d'un mètre pour le piston et pour les tubes, et se jeter, par conséquent, dans des difficultés considérables de construction et d'entretien, qui pourraient être hors de toute proportion avec l'importance de la circulation. Il ne faut pas, d'ailleurs, perdre de vue qu'une grande partie de la charge qui pourrait être enlevée par des appareils atmosphériques se composerait du waggon directeur à placer en tête et du waggon à frein à placer en queue. De telle sorte qu'en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

définitive un propulseur atmosphérique, établi sur des proportions colossales, ne produirait pas plus d'effet utile que deux machines locomotives.

Sur un chemin de fer destiné spécialement au transport des marchandises et des matériaux encombrants, où l'on pourrait sans inconvénient réduire la vitesse à 10 kilomètres à l'heure, à la remonte, on pourrait installer un rail central, en forme de crémaillère, et faire engrener sur cette crémaillère un pignon d'un très-petit diamètre, commandé par les deux cylindres d'une machine locomotive. Avec les machines construites sur les dimensions qui ont été calculées plus haut, on obtiendrait une vitesse de translation de 10 kilomètres à l'heure avec un pignon de $0^m,35$ de diamètre, et le travail moteur des machines restant le même, chacune d'elles pourrait maintenir un effort de traction double de celui qu'elle exerçait à la vitesse de 20 kilomètres à l'heure, soit 8 300 kilogrammes. En calculant le poids qu'un effort semblable pourrait entretenir en mouvement sur un plan incliné à 50 millim. par mètre, on trouve qu'une seule machine pourrait remorquer 13 waggons de 7 tonnes 1/2. La crémaillère étant placée sur une longrine pourrait être assez élevée au-dessus du niveau des rails pour laisser le jeu nécessaire aux boutons de manivelles et aux têtes de bielles.

Pendant longtemps des chemins à crémaillère ont fonctionné en Angleterre, il en existe maintenant aux États-Unis au moins un qui paraît donner des résultats satisfaisants. Lorsqu'on songe à toutes les ressources de fabrication que présentent maintenant les forges et les ateliers de construction de machines, on ne voit pas quelle difficulté d'exécution pourrait présenter la construction d'un chemin de cette nature. Pour franchir un plan incliné, isolé, de 5 kilomètres par exemple, un convoi ordinaire avec sa machine en tête, poussé par la machine de renfort, n'emploierait pas plus de 35 à 40 minutes, à peine quelques minutes de plus que s'il fallait l'entraîner avec des câbles ou avec un piston atmosphérique. La machine locomotive de renfort, armée de freins, et placée en tête des convois, serait certainement la meilleure garantie de sécurité pour la descente, qui ne peut pas s'opérer sans précautions exceptionnelles, sur des inclinaisons aussi fortes.

Une machine de renfort pour un plan incliné à crémaillère devrait porter, indépendamment des cylindres qui commanderaient le pignon, deux petits cylindres qui commanderaient ses roues dans les manœuvres de gare, et un petit cheval pour la manœuvre des freins; mais il n'y a là rien qui complique la construction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le principe qui a été développé plus haut, et sur lequel j'ai basé les indications qui précèdent, ne paraît pas avoir été bien compris des ingénieurs qui ont rédigé le programme du concours du Semmering et par les constructeurs qui se sont présentés à ce concours. En exigeant une seule machine pour remorquer, sur une rampe de 25 millim. par mètre, des trains (tender non compris) de 140 tonnes, on a conduit les fabricants à construire des monstres, à se livrer à une véritable débauche de mécanique, sans profit pour l'économie des frais d'entretien et même des frais de personnel, car il n'est pas possible d'avoir moins de trois ou quatre hommes pour faire le service d'une machine comme la Bavaria ou comme ses rivales, mieux combinées, quoique moins heureuses dans la lutte. Les constructeurs, en adoptant des roues motrices de $1^{m},05$, susceptibles de fournir, comme marche habituelle, une vitesse de translation de 30 kilomètres à l'heure, lorsque le programme ne leur demandait que 12 à 13 kilomètres à l'heure, ont augmenté dans une proportion considérable la masse de leurs appareils.

Les deux machines dont j'ai calculé les dimensions plus haut, et que l'on pourrait accoupler, foyer à foyer (1), si l'on voulait à la rigueur confier leur conduite à un seul mécanicien assisté d'un aide-mécanicien et d'un seul chauffeur, sont susceptibles de développer, à la vitesse de 20 kilomètres à l'heure, un effort de traction de 8 300 kilogrammes; dans ces conditions, elles remorqueraient facilement 180 tonnes sur une rampe de 25 millim. par mètre, tandis que la machine Bavaria, qui pèse moitié en sus, n'a pu remorquer que 168 tonnes à une vitesse de 15 kilomètres.

On doit remarquer, de plus, qu'en employant une machine unique on n'a pas la ressource de dédoubler l'appareil moteur, lorsqu'il doit seulement remorquer des trains légers, ce qui peut être le cas le plus fréquent sur une ligne à voyageurs et à marchandises.

Le but que je me suis proposé en rédigeant cette note, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, est surtout d'appeler l'attention sur le parti qu'on peut tirer des machines locomotives pour franchir les plans inclinés, à pentes considérables, qu'il est impossible d'éviter dans un tracé en montagne. Je

(1) L'emploi des machines accouplées foyer à foyer, sous la conduite d'un seul mécanicien, avait été proposé au gouvernement piémontais, avant l'envoi de cette note et dès la fin de 1851, par M. Sommellier; c'est sur sa proposition que ce type de machines a été adopté pour la traversée des Apennins. (Juin 1872.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'ai donc pas cherché à calculer exactement les dépenses qu'entraîneraient l'installation et l'exploitation du système à câbles ou du système atmosphérique; je manquais, pour cela, de données précises et surtout récentes; mais j'ai cherché à faire une appréciation des dépenses de traction qu'occasionnerait le service par locomotives, afin de donner la mesure des avantages ou des inconvénients économiques de ce système.

En discutant les résultats constatés en 1851 sur les chemins de fer anglais, j'ai établi qu'en France le prix de la traction pouvait être donné par l'expression $P = 0^f,475 + \frac{F}{100}$, y compris la dépense des machines pilotes, etc., F étant le prix en francs de la tonne de coke. Du coke à 50 francs la tonne donnerait donc 1 franc par kilomètre et par train, pour toutes dépenses de traction, y compris le renouvellement indéfini du matériel; pour des machines faisant, sur un parcours donné, un nombre de tours de roues deux fois plus considérable que les machines ordinaires, on peut compter 2 francs pour la dépense moyenne à la remonte et à la descente; pour tenir compte de l'intérêt du prix d'achat et des dépenses exceptionnelles que nécessiterait le surcroît de machines de renfort dans des circonstances climatériques peu favorables, on peut compter comme maximum au prix de revient de 2 fr. 50. Ce prix s'appliquerait à des convois de 10 à 12 waggons sur des rampes de 30 millim. ou de 5 à 6 waggons sur des rampes de 50 millim., c'est-à-dire à des charges au moins égales à celles qu'on remorquerait avec des machines fixes à câble ou avec des appareils atmosphériques de puissance ordinaire.

Quel que soit le mode d'exploitation auquel on doive s'arrêter définitivement pour un chemin de fer tracé dans un pays de montagnes, je pense qu'on devrait toujours commencer le service avec des machines construites conformément aux indications qui précèdent; en effet, après avoir expérimenté ce mode de service, après avoir constaté l'importance de la circulation journalière, on pourra toujours bien plus sûrement se rendre compte des avantages ou des inconvénients comparatifs que peuvent présenter les différents systèmes dont l'adoption est possible. Le matériel construit pour ce service provisoire trouverait toujours son emploi, soit sans modification, soit moyennant l'augmentation du diamètre des roues, qu'on pourrait porter à 1 mètre, pour faire le service des marchandises sur les parties moins accidentées de la ligne, ou pour faire le service de renfort dans les tunnels à forte pente.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une partie des machines serait d'ailleurs nécessaire pour faciliter la construction même du chemin, pour l'installation des moteurs fixes, et plus tard pour assurer le service aux époques inévitables de chômage que produirait, à des époques plus ou moins éloignées, l'emploi de ces moteurs.

Pour prendre un exemple, je supposerai qu'on ait à exploiter une section de chemins de fer placée dans les mêmes conditions que le tracé de Suze à Modane, projeté par M. Maus, à travers le mont Cenis, tracé qui se compose d'une succession de rampes, dont l'inclinaison varie de $0^m,010$ à $0^m,035$ par mètre, sur une longueur de 36 kilomètres, et d'une pente de $0^m,019$ de 12 kilomètres dans le grand tunnel. On peut admettre que le service journalier entre Turin et Chambéry serait complétement assuré pour trois trains de voyageurs, de 8 à 10 voitures et par 4 trains de marchandises de 18 à 20 waggons dans chaque sens, savoir, en totalité, 8 trains pendant le jour et 8 pendant la nuit. On peut également admettre que, sur ce nombre de trains, un convoi de voyageurs seulement dans chaque sens ne trouverait pas son convoi de retour et qu'il faudrait faire voyager haut-le-pied les machines destinées à le remorquer.

En comptant, y compris les manœuvres de gare, 50 kilomètres de parcours par voyage, pour une machine attelée à chaque train de voyageurs et pour deux machines attelées à chaque train de marchandises, on aura un parcours journalier de 900 kilomètres, qui occasionnera une dépense annuelle de. . . . . 837 250 fr.

Ou, par kilomètre de longueur de chemin, une dépense annuelle de. . . . . 17 422 fr.

En supposant que chaque machine fasse, tous les deux jours, deux voyages, aller et retour, soit en moyenne 100 kilomètres par jour, il faudrait un matériel de 25 machines qui coûterait de premier achat environ. . . . . 1 250 000 fr., capital dont l'intérêt a été compris dans les frais de traction.

Les 10 machines fixes qui seraient nécessaires dans le système de M. Maus, y compris l'exploitation du souterrain, coûteraient avec les câbles au moins 500 000 francs d'installation l'une, soit 100 000 francs par kilomètre; comme il faudrait toujours compter au moins sur 5 000 francs par kilomètre et par an pour le remplacement des câbles, sur 40 à 50000 fr. de personnel de machinistes et de gardes-freins spéciaux et de frais d'entretien des machines, des poulies et des câbles, si l'on ajoutait à ces déboursés journaliers l'intérêt du capital de premier établissement, on ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tarderait pas à se trouver au pair dans les deux systèmes, quoique celui de M. Maus ait l'avantage de la gratuité de la force motrice. Le système atmosphérique, beaucoup plus coûteux que celui des câbles, laisserait la question encore plus douteuse.

Si l'on devait établir un système de traction au moyen de câbles, ou un propulseur atmosphérique pour le remplacer ensuite, après expérience faite par des locomotives, on perdrait un capital considérable ; la réciproque n'aurait pas lieu pour un matériel de machines locomotives, qui trouveront toujours un emploi avantageux, dût-on remplacer les roues d'un trop petit diamètre pour le service ordinaire, par des roues d'un plus grand diamètre, et en outre y faire quelques dépenses d'appropriation.

Cette question intéresse au plus haut degré le Gouvernement du Piémont, qui se trouve enfermé dans une ceinture de montagnes, dans les différentes directions où il a le plus d'intérêt à pousser les voies de fer. Il ne devrait pas hésiter à faire construire une ou deux couples de machines, moyennement pesantes et à très-petites roues, dont il serait facile de faire l'essai, soit sur les chemins déjà construits dans les Apennins, soit en France, sur les chemins de fer de la Loire, où on rencontre des plans inclinés de 30 et 50 millimètres.

Le Gouvernement du Piémont devrait également faire expérimenter le système de remorqueur à crémaillère, qui trouverait peut-être d'utiles applications, sinon comme solution définitive, du moins comme solution provisoire de difficultés qui ne peuvent être résolues qu'avec beaucoup de temps et beaucoup d'argent.

On fera certainement au système que je propose une objection motivée sur l'extrême diminution du diamètre des roues motrices ; mais ce serait une illusion que de croire qu'on peut franchir des montagnes élevées sans perte de temps ; des machines marchant sans temps d'arrêt, entraînant sans décomposition des convois d'un poids quelconque, joueraient le rôle de la tortue de la fable, et pourraient laisser derrière elles des convois remontés par des moteurs d'une action très-rapide, mais n'agissant que sur des fractions de charge et avec de nombreux temps d'arrêt. Il n'y aurait, d'ailleurs, aucun autre inconvénient qu'une très-légère augmentation de dépenses d'entretien à faire traîner, à la vitesse de 25 à 30 kilomètres à l'heure, à la remonte des convois légers pour des machines calculées pour une vitesse habituelle et moyenne de 20 kilomètres. A la descente, c'est la sécurité qui doit régler la vitesse, et il ne semble pas qu'il soit bien prudent, sur des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pentes de 30 à 50 millimètres, de marcher à des vitesses supérieures à 20 ou 25 kilomètres.

ARTS INSALUBRES.

APPAREILS DE DÉCANTATION ET DE TRAITEMENT DES EAUX AMMONIACALES, EMPLOYÉS A L'USINE DE VAUGIRARD APPARTENANT A LA COMPAGNIE PARISIENNE D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ.

La distillation de la houille, opérée en vases clos, pour la fabrication du gaz d'éclairage fournit, comme on sait, outre le coke restant comme résidu dans les cornues, des produits liquides (goudron et eaux ammoniacales), que l'on recueille dans des appareils spéciaux dits *réfrigérants* et *condenseurs*.

Le goudron, dont le traitement ne peut se faire industriellement sur les quantités relativement faibles que produit l'usine de Vaugirard, est expédié dans un établissement spécial situé à la Villette, dans lequel s'opère sa transformation en produits commerciaux.

Quant aux eaux ammoniacales qui, en raison de leur faible teneur, ne pourraient supporter les frais de transport et dont le traitement peut se faire dans des appareils de dimensions restreintes, elles sont travaillées dans un atelier placé au centre de l'usine où on opère leur transformation en sulfate d'ammoniaque cristallisé, livrable à la vente.

Les eaux ammoniacales arrivent mélangées au goudron dans de vastes citernes en maçonnerie. C'est là qu'on les puisait autrefois pour les envoyer dans un petit réservoir chargé d'alimenter les appareils de traitement; mais, dans ces conditions, la décantation était imparfaite; par suite, les eaux, étant souvent mélangées de goudron, se travaillaient mal, et leur traitement irrégulier donnait lieu à un dégagement de vapeurs carburées odorantes et non condensables dans l'acide employé pour saturer les vapeurs ammoniacales. De là, des plaintes très-vives de la part des habitants du quartier, à la suite desquelles, et sur l'avis du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine, la Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz fut invitée à prendre des mesures propres à assainir les ateliers de Vaugirard et à faire cesser un état de choses préjudiciable à la salubrité publique.

Pour se conformer aux prescriptions de l'Administration, la Compagnie a fait alors construire des appareils spéciaux de décantation, qui ne lui ont pas coûté moins de 100 000 francs; grâce à eux, elle a pu désormais satisfaire aux exigences de la salubrité et livrer aux ateliers de traitement des eaux ammoniacales parfaitement limpides et débarrassées de matières goudronneuses. Le Conseil d'hygiène publique et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de salubrité, chargé de suivre ces améliorations et d'en constater les résultats, a consigné ses observations dans un Rapport (1) dont voici un extrait :

« Les nouvelles dispositions adoptées dans l'usine de Vaugirard ont pour but :

« 1° De séparer, aussi bien que possible, le goudron des eaux ammoniacales avant d'amener celles-ci dans les chaudières, où elles sont soumises à une distillation avec addition de chaux vive;

« 2° De prévenir l'émission de vapeurs ammoniacales, lorsque la chaux est introduite et mélangée avec le liquide au moyen d'un agitateur;

« 3° De prévenir l'émission, dans l'atelier, des vapeurs empyreumatiques des bacs à acide sulfurique qui reçoivent les produits de la distillation, en faisant échapper ces vapeurs par l'une des grandes cheminées de l'usine, dont les parois sont constamment à une température très-élevée (au-dessus du rouge sombre).

« (*a*) Afin d'obtenir la séparation du goudron, les eaux ammoniacales qui en sont chargées sont d'abord amenées dans de vastes citernes en maçonnerie, établies sous le sol de l'usine et voûtées; de là, elles sont élevées, au moyen de pompes, dans une suite de grands réservoirs établis, au nombre de quatre, dans la partie supérieure de l'usine, sous les charpentes de la toiture. L'eau, poussée par les pompes dans le premier réservoir, passe de là, par déversement superficiel, dans le suivant, puis, de la même façon, du second dans le troisième, et de celui-ci dans le quatrième. Dans ce trajet, par suite des décantations successives, elle est débarrassée à peu près complétement du goudron, qui se dépose presque en entier dans les deux premiers réservoirs et encore un peu dans le troisième et le quatrième. Prise à la surface de ce dernier, elle descend par un conduit dans les vases de jauge, dont un est établi à la partie supérieure de chaque batterie de chaudières. Le goudron, déposé dans les réservoirs, est extrait par des robinets de fond et descend, par un conduit en fonte, dans les touries roulantes qui le transportent à l'usine de la Villette, où il est livré à une élaboration ultérieure. L'eau ammoniacale arrive ainsi, limpide et bien purgée de goudron, dans les vases de jauge.

« La surface découverte en section horizontale des quatre bassins établis à la partie supérieure de l'atelier, sous la toiture, est d'environ 100 mètres carrés.

« (*b*) Une partie de l'eau ammoniacale passe directement du vase de jauge dans un autre vase qui ne reçoit pas l'action du foyer. La quantité de chaux nécessaire est introduite dans ce vase, contenant le liquide froid, par une ouverture *à sas* sans dégagement de vapeur sensible, et le mélange est opéré par un agitateur dont la tige verticale se prolonge au dehors pour la manœuvre, et traverse le fond supérieur du vase par

(1) Ce rapport a été rédigé par le regretté M. Combes, inspecteur général des mines.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une ouverture laissant trop peu de jeu pour donner issue à la vapeur en quantité assez grande pour qu'elle puisse avoir des inconvénients.

« (*c*) Les bacs, garnis intérieurement de plomb, contenant l'acide sulfurique, où viennent barboter les produits de la distillation, sont et restent couverts pendant toute la durée de l'opération. L'espace compris entre la surface supérieure du liquide et le couvercle est mis en communication, par un gros tuyau vertical qui traverse la masse liquide, avec un conduit souterrain de grand diamètre qui va déboucher dans l'une des grandes cheminées de l'usine, où règne une température constamment supérieure à celle du rouge sombre.

« Ce système est bien conçu et exécuté; il constitue une amélioration considérable au traitement des eaux ammoniacales, tel qu'il était pratiqué auparavant dans l'usine de Vaugirard. La Commission, qui l'a vu fonctionner dans son ensemble, est, en définitive, d'avis que les opérations, conduites avec les soins convenables, sous la surveillance exacte des chefs et contre-maîtres de l'usine, qui est toujours indispensable, et moyennant l'entretien en bon état de tous les appareils, peuvent être poursuivies sans inconvénient pour la salubrité..... »

Décantation des eaux ammoniacales (*planche* **1**).

Fig. **1**. Section verticale des citernes et des réservoirs suivant la ligne I, II de la figure **2**.

Fig. **2**. Plan pris au-dessus des réservoirs.

Fig. **3**. Section horizontale suivant la ligne III, IV de la figure **1**.

A, citernes voûtées en maçonnerie, recevant les eaux mélangées de goudron.

B, pompes puisant le mélange d'eau et de goudron dans les citernes A, pour l'envoyer dans les réservoirs supérieurs.

C, machine à vapeur commandant les pompes B.

D, E, F, G, réservoirs, au nombre de quatre, communiquant entre eux à la partie supérieure et dans lesquels s'opère successivement la décantation; les deux premiers, D et E, retiennent la majeure partie du goudron.

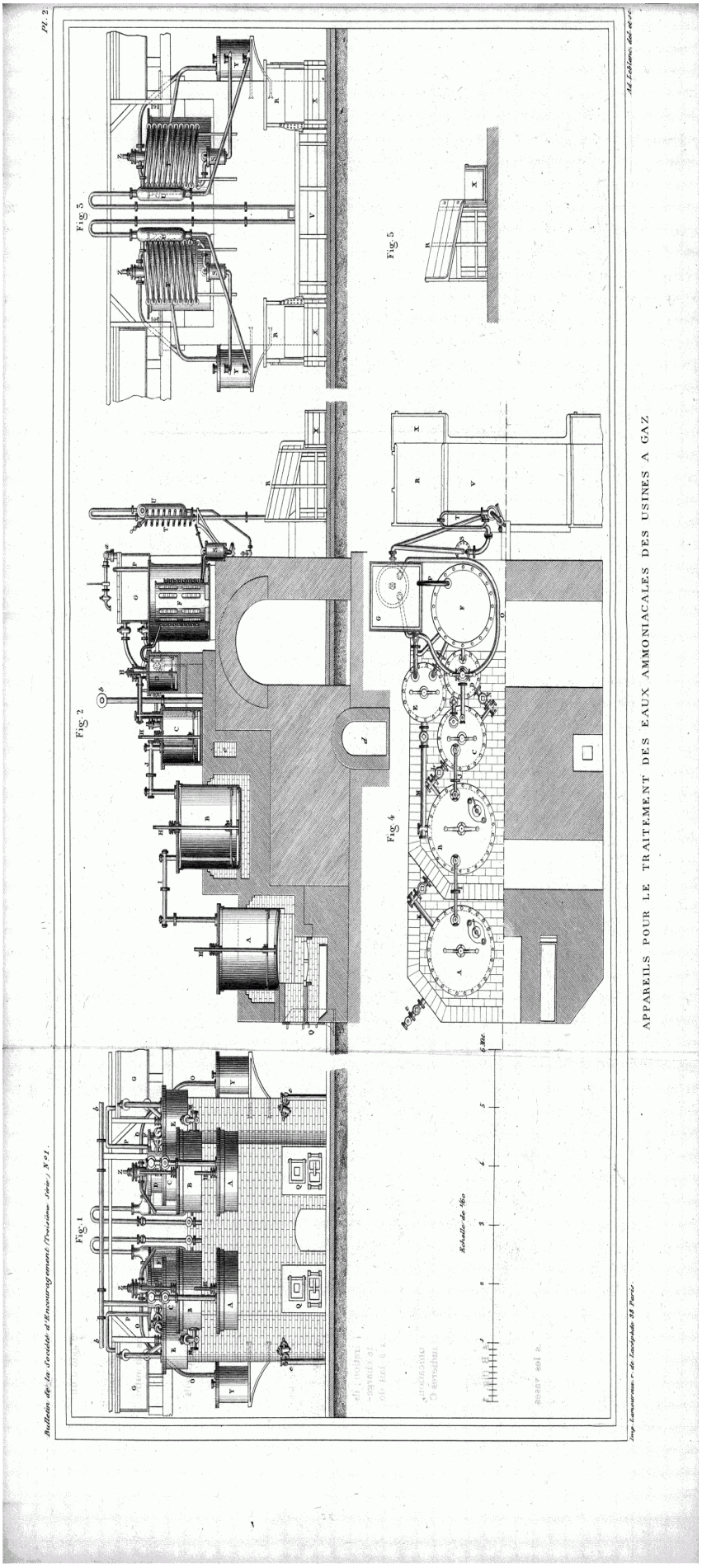
H, tuyau pour la sortie du goudron destiné à remplir les touries roulantes qui l'emportent à l'atelier de la Villette.

I, J, K, tuyaux de purge servant à faire écouler dans les citernes extrêmes la petite quantité de goudron qui s'accumule à la longue à la partie inférieure des réservoirs.

L, prise de l'eau ammoniacale destinée au traitement; elle est disposée à la surface du dernier réservoir G et conduit aux vases de jauge.

La figure **4** de cette planche représente, en section verticale, l'un des bacs à acide sulfurique où viennent barboter les produits de la distillation ultérieure opérée dans l'usine de Vaugirard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

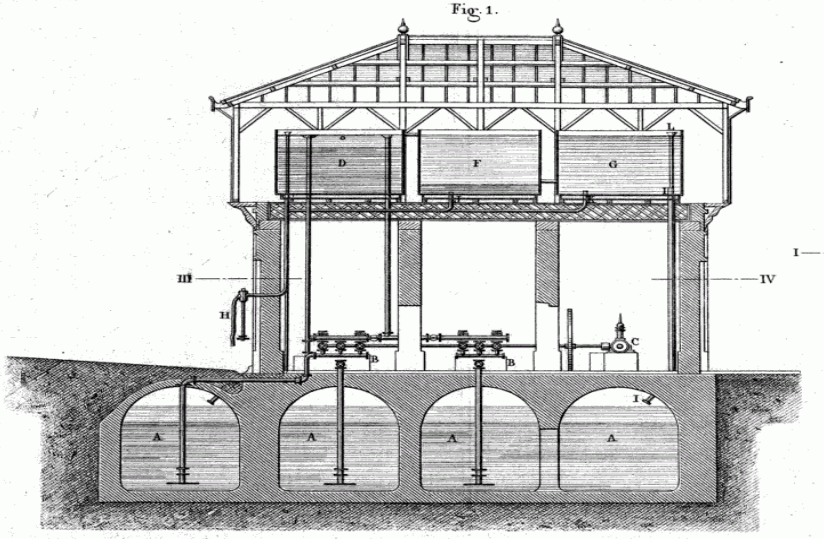


Fig. 2.

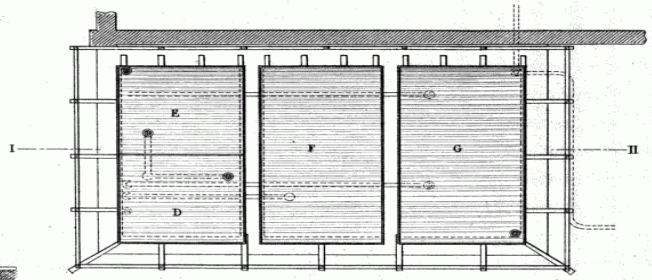


Fig. 3.

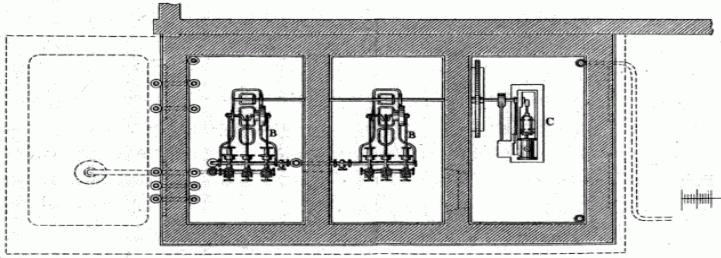
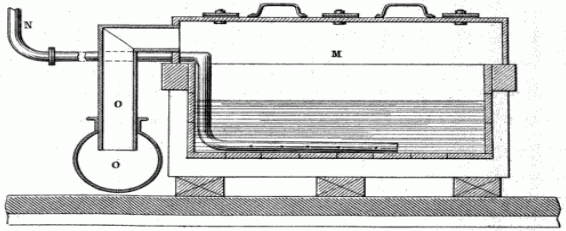


Fig. 4.



Echelle de 1/50 pour la Fig. 4.

Echelle de 1/200 pour les Fig. 1. 2 et 3.



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38 Paris

Ad. Leblanc del. et sc

DÉCANTATION DES EAUX AMMONIACALES DE L'USINE A GAZ DE VAUGIRARD

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M, bac à acide sulfurique doublé de plomb, et fermé hermétiquement à l'aide d'un couvercle mobile.

N, tuyau amenant dans le bac M les produits de la distillation.

O, conduite servant à entraîner les vapeurs qui se produisent à la surface du bain d'acide sulfurique ; ces vapeurs se rendent dans la cheminée de l'usine.

Lorsque l'acide du bac est saturé, on dirige les vapeurs ammoniacales dans un autre bac.

Traitement des eaux ammoniacales (*planche* 2).

Fig. 1. Vue de bout de l'ensemble des appareils du côté des foyers; ces appareils constituent deux batteries identiques.

Fig. 2. Section longitudinale.

Fig. 3. Vue de l'autre bout du côté des cristallisoirs.

Fig. 4. Demi-vue en dessus.

Fig. 5. Égouttoirs.

A, premières chaudières recevant le chauffage direct des foyers Q.

B, secondes chaudières chauffées par la chaleur perdue des foyers.

C, troisièmes chaudières chauffées par le barbotage des vapeurs dégagées par les chaudières B.

D, quatrièmes chaudières recevant les eaux de condensation des récepteurs Y.

E, chaudières à lait de chaux..

F, bâches de chargement munies d'un serpentin.

G, vases de jauge recevant les eaux ammoniacales destinées à chaque opération; ils communiquent, au moyen d'un robinet placé dans le bas, avec les bâches de chargement, et par un autre robinet disposé dans le haut, avec les chaudières à lait de chaux.

H, agitateurs des chaudières.

I, J, tuyaux de dégagement des vapeurs ammoniacales mettant en communication, d'une part, les chaudières B avec les chaudières A, et d'autre part, les chaudières C avec les chaudières B.

K, tuyaux de vidange des chaudières B dans les chaudières A (fig. 4).

L, tuyaux de vidange des chaudières C dans les chaudières B (fig. 4).

M, tuyaux de vidange des chaudières à lait de chaux dans les chaudières B (fig. 1 et 4).

N, tuyaux de vidange des chaudières D dans les chaudières C (fig. 4).

O, tuyaux de vidange des récepteurs Y dans les chaudières D.

P, tubes de sûreté servant au dégagement des vapeurs des bâches F dans les vases de jauge G.

Q, foyers.

R, égouttoirs pour le sulfate d'ammoniaque.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

S, récipients recevant les produits de la condensation des serpentins F, et communiquant avec les récepteurs Y.

T, serpentins à air dans lesquels circule le gaz ammoniac.

U, bouteillets de sûreté pour éviter l'absorption de l'eau des récepteurs dans les cristallisoirs.

V, cristallisoirs.

X, bacs en plomb recevant les eaux mères des égouttoirs.

Y, récepteurs recevant les produits de la condensation des serpentins F et T.

Z, robinets de pression à trois eaux.

a, conduites amenant les eaux ammoniacales destinées au traitement dans les vases de jauge.

b, conduite permettant de diriger les vapeurs ammoniacales dans un autre appareil pendant la levée du sel.

c, carneau.

d, cheminée courante en communication avec le carneau *c*.

e, tuyau de vidange des chaudières A pour l'écoulement des eaux épuisées.

(M.)

LE COMBUSTIBLE.

CONFÉRENCE FAITE A BRADFORD PAR M. SIEMENS, MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES (1).

« En accédant à la demande que m'a adressée le Conseil de l'*Association britannique* de faire une conférence aux classes ouvrières de cette grande région industrielle, j'ai compris que la tâche que j'entreprenais n'était pas des plus faciles. Si j'ai, en effet, devant moi, plusieurs des membres les plus distingués de l'Association, dont la présence m'oblige, en quelque sorte, à traiter scientifiquement mon sujet, d'un autre côté je ne dois pas oublier que l'assemblée à laquelle je m'adresse est, en majeure partie, composée d'auditeurs d'une incontestable intelligence sans doute, mais n'ayant pas reçu cette éducation scientifique qui a, pour ainsi dire, sa langue spéciale. Chose qui, d'ailleurs, n'est pas faite pour me rassurer, d'autres ont, avant moi, entrepris une pareille tâche et ont admirablement réussi à présenter leur sujet entièrement dépouillé de toute aridité. En citant Tyndall, Huxley, Miller, Lubbock et Spottiswoode, c'est montrer mon désir de m'effacer devant de pareils

(1) Cette conférence a été faite à la demande de l'*Association Britannique pour l'avancement des sciences*, pendant la session qu'elle a tenue, à Bradford, en 1872.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

noms, mais en même temps de profiter de leur exemple pour rappeler que la vérité doit toujours être simple et que les formules scientifiques ne doivent prendre place que là où l'expérience n'a pas encore prononcé.

« Le sujet que j'ai choisi pour cette conférence, *le combustible*, est, depuis l'enfance, familier à chacun de nous, et cependant on peut dire qu'il est peu compris même de ceux auxquels les applications de la substance importent le plus. Il y a là matière à des considérations du plus haut intérêt, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue pratique ; aussi diviserai-je mon sujet en cinq parties que je me propose de traiter successivement :

« I. Qu'est-ce que le combustible ?
« II. Quelle est sa source ?
« III. Comment doit-on l'utiliser ?
« IV. La question houillère actuelle.
« V. En quoi consiste la chaleur solaire ?

I. *Qu'est-ce que le combustible ?*

« Pourquoi, diront sans doute quelques-uns d'entre vous, perdre du temps à s'arrêter sur une pareille question ? Tout le monde ne sait-il pas que le combustible n'est autre que la houille qu'on extrait des entrailles de la terre, en exploitant les larges gisements dont notre pays est si abondamment pourvu ? Pourquoi charger notre esprit de définitions scientifiques, qui ne rendront pas le charbon moins cher et qui n'en prolongeront pas davantage la durée dans nos foyers domestiques ? Un peu de patience, je vous prie ; il est de toute nécessité que, dès l'abord, nous soyons d'accord sur ce qu'on entend par combustible et sur sa nature essentielle, afin que nous nous comprenions bien quand il s'agira ensuite de discuter son origine et ses usages, ce dernier point étant, sous tous les rapports, d'un intérêt pratique et digne de la plus sérieuse attention.

« Considéré dans l'acception ordinaire du mot, *le combustible* est une matière carbonée qui peut être à l'état solide, fluide ou gazeux et qui, en se combinant avec l'oxygène, donne lieu au phénomène qu'on nomme *chaleur*. Ordinairement l'apparition de ce phénomène a lieu avec flamme, parce que la combustion engendre un produit gazeux. En brûlant, par exemple, de la houille sur une grille, l'oxygène de l'air se combine avec le carbone solide de cette houille, et produit de l'acide carbonique, l'un des éléments constituants de l'atmosphère sans lequel les plantes ne pourraient vivre ni se développer. Mais toute combustion n'est pas nécessairement accompagnée de flamme elle ne produit pas toujours non plus une chaleur intense. Ainsi voilà du magnésium ; qui, vous le voyez, brûle sans flamme tout en développant beaucoup de lumière et de chaleur ; c'est qu'ici le produit de la combustion est non un gaz, mais une matière solide, l'oxyde de magnésium ou magnésie. Il en est de même du fer qu'on peut faire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

brûler lorsqu'il est dans un état de division extrême et qui, également, ne fournit que de la lumière et de la chaleur sans flamme, parce que le produit de la combustion est de l'oxyde de fer ou rouille. Mais, d'un autre côté, si, au lieu de fer à l'état d'éponge, nous prenons du fer ordinaire, et si nous le laissons exposé à l'oxygène de l'atmosphère et particulièrement dans un milieu humide, il n'y aura pas combustion, et néanmoins le métal s'oxydera, c'est-à-dire se rouillera peu à peu. Dans ce dernier cas, la combinaison aura lieu sans flamme ni lumière; quant à la chaleur, bien qu'elle ne soit pas apparente, elle se produit néanmoins lentement, ainsi que le démontrent des expériences faites avec grand soin et desquelles il résulte que la somme du calorique développé graduellement est précisément égale à celle qu'a fournie plus rapidement l'éponge de fer. Cette chaleur, lentement développée, se perd aussitôt qu'elle se produit, tandis que dans l'expérience de l'éponge, comme le calorique a une puissance de production supérieure à celle de dispersion, il s'accumule au point de porter le métal au rouge.

« Il est évident que ces expériences nous conduisent à élargir la définition du mot combustible et à poser, par conséquent, en principe, qu'on doit appeler de ce nom *toute substance capable de se combiner avec une autre substance en produisant de la chaleur*. D'après cette définition, il semble, à première vue, que nous devrions trouver, dans la nature, des quantités variées et inépuisables de substances pouvant être classées comme combustible; mais, en y regardant de plus près, on ne tarde pas à se convaincre que le nombre en est relativement très-limité. Examinons la croûte solide du globe; nous voyons qu'elle est composée, en majeure partie, de roches siliceuses, de roches calcaires et de roches magnésiennes. Or la silice n'est que la combinaison du métal silicium avec l'oxygène; ce n'est donc pas un combustible, mais c'est le produit d'une combustion qui s'est opérée lors de la formation de notre planète. Le calcaire ou carbonate de chaux est dû à la combinaison de l'oxyde de calcium, ou chaux, avec l'acide carbonique, et tous deux sont essentiellement le produit de la combustion du métal calcium pour l'un, et du carbone pour l'autre. Enfin la magnésie, comme vous l'avez vu par l'expérience que j'ai faite il y a quelques instants, provient de la combustion du métal magnésium et forme, avec le carbonate de chaux, la roche dolomitique qu'on rencontre en abondance dans la chaîne des Alpes. Tous les métaux les plus communs, tels que le fer, le zinc, l'étain, l'aluminium, le sodium, etc., ne se rencontrent dans la nature qu'à l'état oxydé, c'est-à-dire brûlé; seuls, les métaux précieux, tels que l'or, l'iridium, le platine et, jusqu'à un certain point, l'argent et le cuivre, ont résisté à l'action oxydante d'une grande intensité qui a dû se developper à une certaine période de la création du globe. A l'exception de ces métaux, qui sont rares, on voit que la houille seule, dont les éléments constituants principaux sont le carbone et l'hydrogène, se présente à l'état de substance non oxydée.

« Mais n'a-t-on pas dit qu'est-ce que la houille, comme source de chaleur, compa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rativement aux immenses réservoirs d'eau des océans, qui seront à notre disposition lorsque le combustible terrestre sera épuisé? C'est là, en effet, l'exclamation qu'ont poussée dernièrement certains journaux à l'occasion des débuts d'une compagnie d'éclairage se proposant de fabriquer du gaz à l'eau (1). Hâtons-nous de le dire, c'est là une grosse erreur ! Sans doute, l'hydrogène en combustion produit beaucoup de chaleur, mais on ne fait pas attention que c'est l'eau qui fournit l'hydrogène et que cette eau est elle-même le résultat de la combustion à laquelle notre globe était livré avant que les océans ne fussent formés, si bien que pour engendrer l'hydrogène, c'est-à-dire le séparer de l'oxygène avec lequel il forme le liquide, il faudrait précisément la même quantité de chaleur que celle qu'a nécessitée, dans l'origine, la combinaison des deux gaz. On voit donc, d'après ce qui précède, qu'à l'exception de la houille et des hydrocarbures liquides naturels (naphte, pétrole), qui n'en sont qu'une modification, ainsi qu'à l'exception des métaux précieux, les éléments solides et fluides dont la terre est formée sont des produits de la combustion et, par conséquent, tout à fait l'inverse de ce qui, d'après notre définition, constitue le combustible. Notre globe est donc, en quelque sorte, un globe de cendres qui tourne éternellement dans l'espace ; heureusement qu'il se meut en compagnie d'un autre corps céleste, le soleil, aux splendides et puissants rayons d'où découlent la vie, la chaleur ou le mouvement de toutes choses.

« L'influence fortifiante des rayons du soleil est rendue perceptible à nos sens par la chaleur qu'ils émettent. Mais ne conviendrait-il pas d'estimer cette chaleur, ne pourrait-on pas en évaluer la quantité emmagasinée à la fois sous la terre, dans nos dépôts de combustible et à sa surface? Pareille question, je l'avoue, m'aurait fort embarrassé, si elle m'eût été faite il y a quelque trente ans. En consultant les ouvrages de physique d'alors, j'aurais appris que la chaleur est un fluide subtil existant dans le combustible, et qui, au moment de la combustion, s'en échappe, soit pour disparaître, soit pour se répandre autre part; mais j'aurais été incapable d'associer l'idée de combustion avec celle de développement de chaleur, et de les faire découler toutes deux d'un même principe naturel ; je n'aurais jamais pensé qu'il eût été possible de considérer la chaleur solaire comme en quelque sorte pétrifiée dans le combustible, c'est-à-dire rendue *latente*, pour me servir de l'expression consacrée. C'est grâce aux

(1) Il y a déjà longtemps qu'en France le procédé du gaz à l'eau a été essayé, puis abandonné. C'est d'abord l'ingénieur Selligue, qui décomposait l'eau sur du charbon ardent, et recueillant l'hydrogène lui communiquait le pouvoir éclairant qui lui manque en le mélangeant à des vapeurs d'hydrocarbure ; il y a trente ans environ que la ville de Dijon était éclairée d'après ce système. Plus tard, M. Gillard, reprenant la question, décomposait l'eau de la même manière, mais ce n'était plus de la vapeur d'hydrocarbure dont il se servait pour rendre l'hydrogène éclairant; il avait recours à un treillis en fil de platine au centre duquel il faisait brûler le gaz.

(M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

travaux de MM. Meyer, Joule, Clausius, Rankine et autres savants modernes que nous sommes capables aujourd'hui de donner au phénomène de la chaleur sa vraie signification. Suivant la *théorie dynamique* adoptée (théorie mécanique), la chaleur développée par une substance échauffée n'est autre que le résultat d'un mouvement de ses particules, mouvement qui, une fois produit, peut être transformé dans sa direction et dans sa nature, et être ainsi converti en force mécanique évaluée en pieds-livres ou force de cheval. Si on donne plus d'intensité à ce mouvement, il se manifeste à nos organes visuels par un dégagement de lumière qui, lui-même, n'est autre qu'un mouvement vibratoire imprimé par la substance incandescente aux atomes de la couche atmosphérique qui nous sépare d'elle. D'après cette théorie, qui constitue l'un des plus importants progrès que la science ait faits dans ce siècle, chaleur, lumière, électricité et action chimique ne sont que des manifestations différentes de l'*énergie de la matière*, manifestations pouvant se transformer mutuellement l'une dans l'autre, mais étant aussi indestructibles que la matière elle-même.

« L'énergie de la matière existe sous deux formes : 1° elle peut être dynamique ou calorifique (*kinatic*), c'est-à-dire se manifestant à nos sens soit comme poids en mouvement, soit comme chaleur sensible, soit enfin à l'état de courant électrique; 2° elle peut être potentielle, c'est-à-dire énergie en réserve. Comme exemples de ces deux manières d'être, considérons un poids d'une livre (0^k,453), par exemple, et supposons qu'on l'élève avec la main à la hauteur de 1 pied (0^m,30) au-dessus du sol. Pour accomplir cet acte, il faudra nécessairement dépenser une certaine énergie musculaire (force dynamique ou calorifique) capable d'empêcher le poids de tomber, c'est-à-dire d'obéir à la loi de gravitation. Tant que le poids est à terre, il est inerte; mais, du moment où il est suspendu, en quelque sorte, à la hauteur de 1 pied, son état est changé ; il peut tomber et utiliser sa chute à produire un travail mécanique; il a donc une énergie possible ou potentielle d'une unité pied-livre, capable de produire une unité de travail mécanique. S'il s'agit d'une livre de carbone, lorsqu'elle sera élevée à la hauteur de 1 pied, elle représentera une unité d'énergie potentielle; mais cette quantité de carbone, séparée de l'oxygène, a pour lui une affinité d'une si grande énergie, qu'elle est capable de développer 11 000 000 de fois cette même unité lorsqu'on favorise leur combinaison par une élévation de température. En d'autres termes, l'énergie dynamique ou calorifique développée par la combustion d'une livre de carbone pur est égale à celle qui serait nécessaire pour élever 11 000 000 de livres à la hauteur de 1 pied ou bien à celle d'un cheval-vapeur travaillant pendant 5 heures 33 minutes. C'est là, théoriquement, disons-le de suite, la limite maximum de travail qu'on puisse espérer obtenir de la combustion d'une livre de substance carbonée, et l'on sait combien nous en sommes encore loin dans la pratique de nos machines à vapeur (1).

(1) En brûlant une livre de carbone en présence de l'oxygène libre, il se produit de l'acide car-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Il est facile de montrer par des exemples comment les différentes formes d'énergie de la matière peuvent se transformer :

« Si l'on frappe rapidement et vigoureusement sur un morceau de fer avec un marteau pendant une minute, le fer devient chaud ; c'est la conversion en chaleur de la force mécanique exercée par l'énergie musculaire.

« La compression rapide de l'air dans l'appareil dit *briquet à air* enflamme un morceau d'amadou.

« En faisant passer un courant électrique à travers un fil de platine, celui-ci rougit immédiatement ; c'est la conversion de l'électricité en chaleur, tandis que la conversion inverse est démontrée par la pile thermo-électrique.

« La chaleur de combustion étant le résultat de la combinaison chimique de deux substances, l'oxygène et le carbone, ne devrait-il pas s'ensuivre que la première pourrait être, aussi bien que la seconde, considérée comme un combustible ? Évidemment, cela devrait être si l'on envisage la question à ce point de vue, de telle sorte que, si notre atmosphère était composée d'un gaz carboné, il suffirait, pour nous alimenter de lumière et de chaleur, de conduire l'oxygène à travers des tuyaux et de le débiter par des becs à l'extrémité desquels on déterminerait la combustion ; c'est ce que démontre l'expérience suivante, où vous voyez ce globe transparent, rempli de gaz d'éclairage, dans lequel je dirige et fais brûler un simple jet d'air. Est-il besoin de faire remarquer que les choses sont ici complétement interverties, et qu'une pareille atmosphère ne nous permettrait pas de vivre ? Par conséquent, on ne saurait ranger dans la catégorie des combustibles ni l'oxygène, ni d'autres substances analogues, comme le chlore, par exemple, qui sont capables de développer de la chaleur par combinaison chimique.

II. *Quelle est la source du combustible ?*

« Les rayons solaires sont la source d'où découle toute énergie sous la forme de la

---

bonique avec dégagement de 14 500 unités de chaleur (l'unité de chaleur étant considérée comme celle qui est nécessaire pour élever d'un degré Fahrenheit la température d'une livre d'eau). D'après les expériences de Meyer et de Joule, chaque unité de chaleur équivaut à 772 unités de force mécanique ; d'où une livre de carbone représente réellement $14\,500 \times 772 = 11\,194\,000$, ou, en nombre rond, 11 000 000 d'unités d'énergie potentielle. (*Note de l'auteur.*)

Ajoutons, pour compléter ce que dit l'auteur, que la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré Fahrenheit la température d'une livre d'eau et que l'on prend pour unité est exactement égale à celle qui serait engendrée par un poids d'une livre tombé d'une hauteur de 772 pieds, ou bien que cette même quantité de chaleur, appliquée mécaniquement sans aucune perte, suffirait pour élever un poids d'une livre à la hauteur de 772 pieds ou un poids de 772 livres à la hauteur d'un pied. C'est ce qu'on appelle l'*équivalent mécanique de la chaleur ;* on sait qu'en France cet équivalent est de 424 kilogrammètres, c'est-à-dire que la chaleur suffisante pour élever d'un degré centigrade la température d'un kilogramme d'eau équivaut à une force capable d'élever 424 kilogrammes à la hauteur d'un mètre. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaleur et de la lumière que l'astre nous transmet à travers l'espace qui nous sépare de lui. Quand ces rayons tombent sur une plante, leur action calorifique n'est pas perçue par nos sens, car cette plante n'est pas échauffée comme le serait un morceau de fer ou de bois placé dans les mêmes conditions. Il se produit un phénomène chimique de dissociation ; la plante absorbe l'acide carbonique que renferme l'atmosphère, et, décomposant cet acide, renvoie l'oxygène à sa source et s'assimile le carbone pour en former sa substance solide ou le ligneux. D'après ce que nous avons dit plus haut, on voit que le soleil doit fournir à l'arbre **11 000 000** d'unités d'énergie pour la formation d'une seule unité de carbone à l'état de matière ligneuse, et que ces **11 000 000** d'unités d'énergie emmagasinée ou potentielle pourront être reconstituées, c'est-à-dire transformées en unités d'énergie calorifique ou dynamique si l'on vient à brûler cette matière ligneuse, simple opération qui donnera de nouveau naissance à de l'acide carbonique. De là cette conclusion, que la formation de tout combustible à la surface du globe est due à l'action solaire. Mais, s'il en est ainsi, que sont donc tous ces amas de combustible minéral, tous ces dépôts de houille que l'on trouve dans les entrailles de la terre ? La réponse est facile. Le combustible minéral provient de gigantesques forêts primitives, dont les arbres et les plantes se sont développés, comme le font ceux de nos jours, sous l'influence de l'action solaire, et qui ont été successivement englouties et recouvertes de couches de roches et de terre pendant les convulsions qui ont accompagné la solidification de la surface du globe. On voit que nos richesses houillères peuvent être considérées comme une accumulation d'énergie potentielle, fournie directement par le soleil aux premiers temps de la terre ; c'est là ce que, dans un éclair de génie, devançant la science moderne, George Stephenson avait déjà deviné, lorsque, répondant à quelqu'un qui l'interrogeait sur la cause première du mouvement de sa locomotive : « Ce mouvement, dit-il, n'est que le résultat des rayons du soleil mis en bouteille. » (*That it went by the bottled-up rays of the sun.*)

« Grâce à nos gisements houillers, nous avons donc à notre disposition une somme d'énergie potentielle dont l'importance dépend de la richesse de ces gisements; or, nous savons aujourd'hui, par les travaux scrupuleux auxquels s'est livrée la Commission royale, récemment nommée, que, si cette richesse est encore grande, elle n'est cependant pas inépuisable en présence de la consommation toujours croissante et des difficultés de plus en plus sérieuses que l'exploitation aura à rencontrer à mesure qu'elle descendra à de plus grandes profondeurs. A ces ressources, il est vrai, nous devons encore ajouter celles que nous offrent le lignite et la tourbe, dont l'origine, également due à l'action solaire, remonte à des temps postérieurs à ceux de la formation de la houille, mais antérieurs à l'époque moderne. Ces deux espèces de combustible peuvent rendre les mêmes services que la houille, lorsqu'elles sont convenablement préparées.

« En parlant, dans d'autres occasions, de l'impérieuse nécessité qui s'impose à nous d'utiliser nos ressources houillères d'une manière plus économique qu'on ne le fait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aujourd'hui, on m'a quelquefois répondu que nous n'avions pas besoin de nous inquiéter si nous laisserions, ou non, du charbon à nos successeurs, qu'après son épuisement le génie de l'homme saurait bien découvrir quelque autre source de puissance, et que cette source serait peut-être un jour fournie par l'électricité. C'est là une thèse que j'ai encore entendu soutenir, il y a peu de temps, dans une réunion du jury de l'Exposition universelle de Vienne; mais je ferai remarquer, comme je l'ai fait alors, que l'électricité n'est qu'une autre forme d'énergie de la matière, dont la production sur une grande échelle n'en exige pas moins le concours du combustible minéral. Si nos gisements venaient à s'épuiser, il nous faudrait, sans aucun doute, recourir à la force de radiation des rayons solaires; par conséquent, il n'est pas sans utilité, pour nous, d'apprécier l'étendue de cette force, ainsi que les moyens dont nous disposons pour la recueillir et en faire l'application.

« Un premier exemple d'accumulation de l'énergie solaire à la surface du sol nous est donné par le règne végétal qui, ainsi que nous l'avons déjà dit, lui doit la possibilité d'emprunter à l'acide carbonique le carbone nécessaire à son développement. C'est là une première ressource mise à la portée de l'homme, mais qui ne peut suffire qu'aux petites agglomérations où l'industrie a peu d'importance; aussi, quand la population devient plus dense, les forêts n'offrant plus assez de ressources même pour les usages domestiques, on est obligé d'avoir recours à la houille qu'il faut souvent faire venir de loin.

« L'évaporation que produit sans cesse l'action solaire est une autre source de puissance dynamique qni a bien son importance; on estime, d'après des calculs, que la couche d'eau qui s'évapore chaque année ne s'élève pas à moins de 14 pieds (4^{m},20) d'épaisseur. Or cette vapeur se condense et reconstitue de l'eau qui tombe sous forme de pluie à toutes les altitudes, si bien que des hauteurs descendent des cours d'eau dont la chute peut être utilisée à mettre en mouvement des machines. La force hydraulique est donc également le résultat de l'énergie solaire, et, si l'on considère un lac élevé, on peut, en quelque sorte, le regarder comme un combustible transformé. On fait déjà, comme on sait, un large emploi de la force hydraulique, et c'est surtout dans les pays de montagnes qu'il y a lieu d'en tirer parti; mais il faut se rappeler qu'en raison de la facilité des transports c'est ordinairement dans les plaines que se trouvent les grands centres industriels, et malheureusement là, en général, la force hydraulique disponible n'est jamais bien considérable.

« Une autre manifestation de l'énergie solaire nous est fournie par le vent, qu'on utilise parfois comme moteur. La puissance du vent est, en effet, considérable; mais son application présente de grands inconvénients. Comment, par exemple, confier à un agent, dont l'incertitude est proverbiale, la mouture de notre grain, quand il lui suffit d'un caprice pour laisser un moulin dans l'inertie et priver ainsi toute la population d'un district de la quantité journalière de farine dont elle a besoin? C'est cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

incertitude qui fait, de jour en jour, abandonner la navigation à voiles pour lui substituer la navigation à vapeur, avec laquelle on est certain de ne plus être exposé à demeurer des semaines en place quand le vent ne souffle pas.

« On a proposé, il y a quelques années, d'établir des chaudières à vapeur chauffées au moyen de gigantesques lentilles concentrant les rayons du soleil. Ce serait là, en effet, une utilisation directe de la chaleur solaire; mais est-il besoin de faire remarquer que, sous un climat comme le nôtre où le soleil est si rare, ce projet n'aurait guère chance de réussite, et que même dans un pays comme l'Espagne il donnerait peu de résultats pratiques.

« En dehors du soleil, il existe pourtant une source d'énergie dont l'appropriation à nos besoins semble plus naturelle ; je veux parler du flux et du reflux de la mer. Sans doute, des pays baignés, comme l'Angleterre, par l'Océan pourraient, jusqu'à un certain point, utiliser ce phénomène cosmique ; mais, pour en tirer parti sur une grande échelle, il faudrait surmonter d'énormes difficultés pratiques et disposer de capitaux considérables, en raison des dimensions exceptionnelles qu'il faudrait donner au bassin destiné à recevoir le flot.

« La revue rapide que nous venons de faire en vue de l'éventualité d'épuisement du capital d'énergie potentielle que nous avons en réserve sous la forme de nos houillères ne nous amène-t-elle pas à faire cette remarque caractéristique que, parmi tous ces moyens de créer de la force, aucun d'eux ne nous semble pouvoir jamais remplacer cet esclave si docile que nous nommons machine à vapeur, ni s'approprier aussi bien que lui à nos besoins de locomotion, bien que l'on conçoive qu'il puisse surgir un jour d'autres moyens d'emmagasiner et d'appliquer l'énergie potentielle. Mais ce n'est pas de la force seule dont nous avons besoin ; il nous faut encore de la chaleur pour produire notre fer et nos autres métaux, pour réaliser nos opérations chimiques, pour satisfaire enfin nos besoins domestiques. Il est vrai qu'avec de la force mécanique à discrétion nous pourrions faire de la chaleur et, par conséquent, nous passer de toute espèce de combustible ; mais une telle transformation implique tant de difficultés et de dépenses, qu'il est bien difficile de se figurer une prospérité pareille à la nôtre dans des conditions aussi laborieuses et artificielles que celles que nous supposons.

III. *Comment doit-on utiliser le combustible ?*

« Pour traiter cette troisième question, je choisirai trois applications, c'est-à-dire que j'examinerai la consommation de la houille dans les machines à vapeur, dans les foyers domestiques et dans les fours métallurgiques :

« 1° *Consommation de la houille dans les machines à vapeur.* — Le dessin que vous avez sous les yeux représente deux types de cylindres à vapeur, ayant les mêmes dimensions intérieures. L'un est un cylindre à vapeur à haute pression, muni du tiroir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ordinaire, communiquant, d'une part, avec la chaudière et, de l'autre, avec l'atmosphère ; l'autre est un cylindre à détente de vapeur, suivant le système Corliss (1), et mis en relation avec un condenseur. Voici, en même temps, deux diagrammes montrant les pressions de la vapeur à chaque période de la course des pistons, en supposant dans les deux cas la même pression initiale de 60 liv. par pouce carré (4^k,10 par cent. carré), au-dessus de la pression atmosphérique, et la même résistance à vaincre de la part du moteur. On voit de suite, par un simple coup d'œil, que les deux cylindres sont loin de se comporter de la même manière, et qu'il suffit à celui qui est à détente d'être rempli au tiers environ de sa longueur pour accomplir le même travail que fait l'autre lorsqu'il est rempli en entier. Cette comparaison nous montre qu'avec une machine à haute pression il n'est pas difficile de modifier les choses pour réaliser une économie des 2/3 sur le combustible que l'on consomme ; et cependant, aujourd'hui encore, combien d'industriels travaillent avec des machines du type qui consomme le plus ! Dans ce cas (comme, du reste, dans tous les autres, lorsqu'on en fait une saine interprétation), la théorie est d'accord avec la pratique. Ainsi, une machine ordinaire, sans détente ni condensation, consomme généralement 10 à 12 liv. de charbon (4^k,50 à 5^k,40) par cheval et par heure, tandis qu'une bonne machine à détente et à condensation fait le même travail en n'en brûlant que 2 liv. (0^k,90). Il est vrai que, là, tout doit être combiné pour réaliser les conditions de fonctionnement les plus favorables ; le cylindre est enveloppé d'une chemise empêchant les pertes de chaleur par rayonnement, et, par suite, la condensation partielle de vapeur ; en outre, la chaudière est l'objet d'une surveillance particulière. Un exemple frappant des améliorations qu'on a obtenues, dans cette voie, en peu de temps, a été mis en lumière par l'Institut des ingénieurs-mécaniciens, dont j'ai l'honneur d'être actuellement président. L'assemblée générale annuelle, tenue à Liverpool en 1863, avait décidé qu'il serait ouvert une enquête sérieuse sur la consommation de houille faite par les meilleures machines marines du service de la navigation atlantique ; or, à cette époque, les premières investigations avaient démontré que cette consommation ne descendait, en aucun cas, au-dessous de 4,50 liv. (2^k,025) par cheval et par heure. Depuis lors, les choses ont bien changé. A la réunion tenue, en 1872, à Liverpool, M. Bramwell a présenté un tableau comprenant dix-sept exemples de machines composées à détente, dont la consommation moyenne ne dépassait pas 2,25 liv. (1^k,012). De son côté, M. E. A. Cowper a démontré qu'il était possible d'obtenir encore davantage, et qu'on pourrait ne brûler, au maximum, que 1,50 liv. (0^k,675) avec une machine composée, munie, d'après son système, d'un réservoir intermédiaire destiné à surchauffer la vapeur. Ce serait là, comme on voit, se rapprocher déjà beaucoup de la limite théorique, puisque nous

(1) On trouvera une description de la machine de Corliss au *Bulletin* de 1863, 2e série, t. X, p. 473.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avons dit plus haut que l'énergie dynamique ou calorifique produite par la combustion d'une livre de carbone pur (0ᵏ,45) équivaut au travail d'un cheval-vapeur travaillant pendant 5 h. 33′; ou bien 1/5,33 liv. de carbone pur équivaut au travail d'nn cheval-vapeur pendant une heure; or 1/5,33 liv. de carbone pur équivaut à peu près à 1/4 liv. (0ᵏ,1125) de bonne houille. En résumé, la consommation est déjà descendue pratiquement au chiffre de 2,25 liv., et la limite théorique est 0,25 liv.; tout en sachant qu'il n'est pas possible d'atteindre pratiquement cette limite, on peut néanmoins espérer que le génie de l'homme parviendra à s'en rapprocher encore davantage.

« 2° *Consommation de la houille dans les foyers domestiques.* — Il est incontestable qu'il se fait dans les grilles de nos appartements et dans nos fourneaux de cuisine un véritable gaspillage de charbon. Avec ces appareils on n'utilise que la chaleur de rayonnement, et la combustion n'a lieu, en général, que d'une manière très-imparfaite, parce que les plaques de fond et l'affluence des courants d'air froid l'entravent avant qu'elle ne soit effectuée à moitié. Le système allemand qui consiste à chauffer au moyen d'un poêle est, sans doute, plus économique; mais on lui reproche, avec raison, d'être triste, parce qu'avec lui on ne voit pas le feu, et d'avoir une chaleur moins pénétrante lorsqu'on a sur soi des vêtements humides; en outre, il n'assure pas une ventilation suffisante, car on étouffe souvent dans les chambres chauffées par ce système. Ce sont là des objections importantes, et il m'est avis que toute économie qui ne peut être obtenue qu'aux dépens de la santé, ou même du bien-être, ne mérite qu'une médiocre considération. Il existe cependant un appareil qui a l'avantage de réaliser à la fois les conditions de confortable et d'économie de consommation du combustible. Cet appareil, qui n'est pas encore très-employé, bien qu'il soit facile à tout le monde d'en faire usage, est connu sous le nom de « cheminée ventilatrice » (*ventilating fire-place*) et est de l'invention du capitaine Galton. Ainsi que vous pouvez le voir sur le dessin que je vous présente, la grille de cette cheminée ne semble pas différer extérieurement d'une grille ordinaire. Ce qui constitue l'invention proprement dite et ce qui en fait le principal mérite, c'est l'installation, derrière le foyer, d'une chambre dans laquelle l'air pénètre directement de l'extérieur; cet air, s'échauffant à une température modérée qui peut aller jusqu'à 84 degrés Fahrenheit (environ 29 degrés C.), monte dans une gaîne séparée jusqu'en haut de la chambre, dans laquelle il débouche par des ouvertures ménagées au niveau du plafond. Cet afflux d'air chaud a pour résultat d'établir une pression qui empêche les courants d'air froid d'arriver par les portes et fenêtres, et, comme la grille fonctionne à la manière ordinaire, il en résulte un tirage suffisant pour le renouvellement de l'air. Ainsi, avec ce système, on a l'avantage de voir le feu, on obtient une température convenable avec de l'air chaud qui se renouvelle constamment et on brûle moins de charbon qu'à l'ordinaire, c'est-à-dire qu'on réalise à la fois les conditions d'économie, de simplicité et d'agrément; et cependant la cheminée du capitaine Galton est encore bien peu répandue malgré les nombreux Mémoires par lesquels l'inventeur a cherché à la faire connaître,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et malgré le savant rapport qu'en a fait le directeur du Conservatoire des arts et métiers de Paris, M. le général Morin (1). A mon avis, la lenteur avec laquelle s'est, jusqu'ici, propagé ce perfectionnement incontestable dans les appareils de chauffage tient aux deux causes suivantes :

« 1° L'inventeur n'a pas pris de brevet, et, comme il n'exploite pas lui-même son affaire, personne n'est intéressé à s'en occuper et à pousser à l'application de son système ;

« 2° Sauf quelques exceptions, ceux qui bâtissent des maisons n'en font qu'une affaire de spéculation, qui consiste à les construire pour les vendre et non pour les habiter. Un entrepreneur en édifie une vingtaine, par exemple, sur un plan économique, et la première chose qu'il fait, c'est de chercher à s'en débarrasser avant même que l'aménagement en soit terminé. Quand il a trouvé un acquéreur, celui-ci, à son tour, n'a rien de plus pressé que de mettre un écriteau portant la mention : *Jolies habitations à louer*. Vient alors un locataire qui, sur la foi d'une pareille annonce, pense tout naturellement qu'en prenant à bail une de ces maisons il ne lui reste plus qu'à la meubler à son goût, et qu'en y entrant il va y jouir de tout le confortable qu'on peut raisonnablement désirer ; or c'est là une espérance qui ne tarde pas à être cruellement déçue. Le premier soir, s'il veut s'éclairer, dès qu'il tourne le robinet d'un bec, c'est en vain qu'il essaye d'allumer ; les tuyaux sont bien là, il est vrai, mais, au lieu d'arriver au brûleur, le gaz préfère s'échapper par les joints et se répandre dans la chambre. Pour l'eau, il en est de même ; comme les joints des tuyaux sont également mal faits, au lieu d'arriver aux robinets de débit, elle aime mieux suinter à travers les plafonds, ce qui amène parfois le plâtre à se détacher et à souiller les tapis sur lesquels il tombe. Mais il y a pire ; les foyers des cheminées (dont les dimensions ne sont probablement pas en rapport avec le cube des chambres qu'elles doivent chauffer) refusent absolument tout tirage et préfèrent inonder de fumée les appartements. C'est alors que plombiers et fumistes, mis forcément en réquisition, soulèvent les parquets, abîment les tapis et surmontent la maison d'affreux tuyaux ; il n'est pas jusqu'aux cheminées elles-mêmes qu'il ne faille remanier plusieurs fois jusqu'à ce qu'enfin, après tant de mécomptes, la maison devient à peu près habitable. Quoi qu'il en soit, la vente de l'immeuble aura été une bonne affaire pour l'entrepreneur, qui ne manquera pas de recommencer à bâtir, d'après le même système, sur tel ou tel autre point du voisinage où la population tend à s'agglomérer. Les choses ainsi réglées, pourquoi donc cet entrepreneur adopterait-il la cheminée du capitaine Galton? Sans doute, il ne lui en coûterait pas beaucoup et il économiserait, à ceux qui sont destinés à occuper ses maisons, une proportion notable du combustible qu'ils consomment

(1) On trouvera, à la fin de cet article, un extrait de ce mémoire avec le dessin de la cheminée. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaque année, sans parler des conditions de confortable qui en résulteraient pour eux; mais personne ne lui demande cette cheminée, et, d'ailleurs, son adoption le gênerait dans les détails de sa bâtisse et dans la passation de ses contrats, qui sont tout préparés à l'avance, si bien qu'il continue à faire les mêmes maisons et à les revendre, en suivant le même procédé routinier. En résumé, il en sera toujours ainsi tant que les locataires ne prendront pas le parti de refuser carrément les plans suivis par les constructeurs, ou, ce qui est encore mieux, tant qu'ils ne s'adresseront pas directement à des entrepreneurs tenus de bâtir, non pour eux, mais pour ceux qui doivent habiter les constructions. Il y a déjà, dans cette voie que j'indique, quelques sociétés coopératives qui bâtissent elles-mêmes; mais la question n'est pas encore bien comprise, et il reste encore beaucoup à faire pour triompher de la routine.

« 3° *Consommation de la houille dans les fours métallurgiques.* — Sur les 120 000 000 de tonnes de houille produites chaque année, on peut dire que la métallurgie en absorbe le tiers. Or, là aussi, il y a un vaste champ ouvert aux perfectionnements; car, si, pour la production de la vapeur dans nos chaudières et pour l'alimentation de nos foyers domestiques, il y a, comme nous avons vu, un écart important entre la consommation pratique et la consommation théorique du combustible, plus grand encore est cet écart lorsqu'il s'agit de chauffer une tonne de fer jusqu'au blanc soudant ou de fondre la même quantité d'acier. Etant données, par exemple, la chaleur spécifique du fer, qui est de 0,114, et la température du blanc soudant, qui est de 2 700 degrés Fahr. (environ 1 500 degrés C.), il faudrait théoriquement, pour élever une livre de fer à cette température, $0{,}114 \times 2\,700 = 307$ calories. D'un autre côté, une livre de carbone pur développant, en brûlant, 14 500 calories, tandis qu'une livre de houille ordinaire n'en développe que 12 000, on voit, par conséquent, qu'une tonne de houille suffirait pour porter 39 tonnes de fer au blanc soudant. Si nous considérons maintenant la pratique, nous voyons que, dans un four à réchauffer ordinaire, on n'échauffe avec une tonne de charbon que 1,66 tonne de métal, ce qui représente à peu près 1/23 du chiffre maximum 39 fourni par la théorie. Quant à l'acier, l'écart est encore bien plus grand. Pour en fondre une tonne au creuset, il faut ordinairement 2,50 tonnes de coke; or, en prenant, d'une part, la chaleur spécifique de l'acier, qui est de 0,119, et, d'autre part, son point de fusion, qui est de 3 600 degrés Fahr. (environ 2 000 degrés C.), on trouve que pour fondre une livre de ce métal il faut $0{,}119 \times 3\,600 = 428$ calories, et, comme une livre de coke ordinaire développe, comme la houille, 12 000 calories, il en résulte qu'une tonne de coke suffirait pour fondre 28 tonnes d'acier. La fusion au creuset, telle qu'elle se pratique à Sheffield, n'utilise donc que 1/70 de la chaleur théorique développée par la combustion.

« On voit, par ces chiffres, qu'il y a une large marge pour les perfectionnements à réaliser, et c'est sur ce point que j'ai, depuis un certain nombre d'années, concentré surtout mes efforts, avec la satisfaction d'être arrivé à des résultats économiques. Mes recherches remontent à l'année 1846, c'est-à-dire peu de temps après l'apparition de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la théorie mécanique de la chaleur, sur laquelle je me suis appuyé pour obtenir ces résultats. C'est ainsi que j'ai été conduit à créer l'appareil dit *régénérateur* (1) qui, sans être capable de reproduire le calorique lorsqu'il a été réellement consommé, offre cependant le précieux avantage de permettre d'en emmagasiner temporairement toute partie qui ne peut être utilisée de suite, pour l'appliquer ensuite à la continuation des opérations, soit qu'il s'agisse de la production d'une température élevée, soit qu'on veuille créer de la force mécanique. Pour ne pas abuser de votre attention, je n'entrerai pas dans le détail des perfectionnements successifs qu'a subis mon invention, et me contenterai de vous décrire, en peu de mots, le four que j'emploie aujourd'hui pour la fusion de l'acier. La sole de ce four est faite avec des matériaux très-réfractaires, tels que du sable siliceux pur et des briques de Dinas (pays de Galles) ; en dessous sont disposées quatre chambres dites *régénérateurs*, remplies de briques disposées les unes au-dessus des autres en laissant entre elles de petits intervalles qui se croisent, c'est-à-dire disposées comme les cases d'un damier, de manière qu'un courant de gaz combustibles, provenant d'un appareil spécial, traverse l'une de ces chambres de bas en haut, en même temps qu'un courant d'air traverse, dans le même sens, la chambre contiguë, les deux courants se réunissant au moment où ils pénètrent dans le four de fusion pour entrer en combustion. Au lieu de se rendre directement dans la cheminée, suivant le mode ordinaire, les produits de la combustion, en sortant du four, sont forcés, auparavant, de passer par les deux autres régénérateurs, qu'ils traversent de haut en bas, en abandonnant successivement une grande partie de leur chaleur aux différentes couches de briques, si bien que ce sont les couches supérieures qui sont le plus échauffées, et que les produits de la combustion, en arrivant finalement à la cheminée, n'ont plus qu'une température d'environ 300 degrés Fahr. (150° C.), c'est-à-dire sont relativement froids. Après avoir circulé dans ce sens pendant une demi-heure, les courants sont renversés au moyen de registres convenablement disposés, et maintenant l'air froid et les gaz combustibles n'entrent plus dans le four de fusion qu'après avoir traversé les deux derniers régénérateurs et leur avoir repris la chaleur emmagasinée dans le sens inverse où elle a été déposée, de telle sorte qu'au moment où le mélange pénètre dans le four il a à peu près la même température que possédaient, en le quittant, les produits de la combustion. Pendant ce temps, les deux premiers régénérateurs sont traversés par les produits de la combustion, qui les échauffent de la même manière que l'ont été les deux autres, en sorte qu'ils deviennent, à leur tour, les plus chauds, jusqu'au moment où, de nouveau, on fait manœuvrer les registres. Par suite de ce jeu alternatif d'emmagasinement et de reprise de la chaleur des produits de la combustion au profit de l'air et des gaz combustibles qui doivent pénétrer dans le four de fusion, on comprend que la température de ce four semble pouvoir être

(1) Voy. *Bulletin* de 1862, 2e série, t. IX, p. 726.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

élevée à un degré presque illimité, et cela avec un tirage de cheminée très-faible. Mais, dans la pratique, cette élévation atteint sa limite lorsque les matériaux composant le four commencent à fondre. D'un autre côté, la théorie elle-même indique une limite dont l'existence, ainsi que l'a démontré M. Sainte-Claire Deville, est révélée par ce fait, que la combustion cesse de se produire à la température de 4 500 degrés Fahr. (environ 4 500 degrés C.); c'est ce que le savant chimiste a appelé le *point de dissociation*. A cette température, en effet, on pourrait mélanger de l'hydrogène et de l'oxygène sans parvenir à les combiner, ce qui prouve bien que la combustion ne se produit réellement qu'entre les limites de 600 et 4 500 degrés Fahr. (318 et 2,500 degrés C.).

« En ce qui concerne le four régénérateur à gaz que je viens de décrire, on peut dire, en résumé, qu'il y a évidemment économie à s'en servir, puisqu'on peut obtenir avec lui, dans les limites ordinaires, une température aussi élevée qu'on veut, en même temps que les produits de la combustion n'arrivent plus à la cheminée que relativement froids (150 degrés C.). La preuve en est, qu'il permet de fondre pratiquement une tonne d'acier, en ne dépensant dans l'appareil producteur de gaz combustibles que 12 cwts (609 kilog.) de houille menue. Ajoutons, pour compléter notre description, que cet appareil spécial, qui peut être placé à une distance quelconque raisonnable du four régénérateur, se compose d'une chambre en briques contenant plusieurs tonnes de houille soumises à une combustion incomplète, qui n'est qu'une véritable décomposition lente de la matière. Dans les grandes usines, il y a un grand nombre de ces appareils producteurs de gaz, qui sont mis en relation, au moyen de tuyaux ou de carnaux, avec les différents fours régénérateurs. Aux avantages que nous avons signalés, et qu'apprécient aujourd'hui les nombreux établissements qui, dans ce pays et dans beaucoup d'autres, ont adopté le système, il faut ajouter ceux de ne plus avoir de fumée et de ne plus voir les cours encombrées par les tas de combustible et de cendres.

« Il est un projet dont je caresse depuis longtemps la réalisation, et que je n'ai pas encore eu l'occasion de mettre en pratique. Au lieu d'avoir dans l'usine les appareils producteurs de gaz, je voudrais les placer au fond même des puits de mine; de cette manière, on ferait l'économie du prix d'extraction du combustible, et les choses seraient disposées de telle sorte que le gaz, amené à la surface par des conduits, aurait une pression suffisante pour franchir plusieurs kilomètres de distance avant d'arriver aux usines qui le consommeraient. L'exécution d'un pareil plan, loin de présenter des dangers pour les mines, ne pourrait, au contraire, qu'en favoriser la ventilation, et aurait, en outre, l'avantage de permettre d'utiliser ces vastes dépôts de menus qui restent sans emploi au milieu des travaux et qui ne représentent pas moins de 20 p. 100 de l'extraction.

« Un autre de mes projets est de pouvoir un jour fournir aux villes du gaz combustible pour toutes leurs fabriques et pour les besoins domestiques de leurs habitants. En 1863, j'avais déjà réussi, pour mettre ce projet à exécution, à former, à Birmin-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gham, avec le concours de la Corporation de cette ville, une société qui s'engageait à fournir le gaz au prix de 6 d. par 1,000 pieds cubes (environ 0^{f},022 par mètre cube); mais, lorsque ce projet fut soumis à la sanction du Parlement, le comité de la Chambre des Lords le rejeta sous le prétexte que, s'il était avantageux comme on le prétendait, les compagnies à gaz ne manqueraient pas, un jour ou l'autre, d'en faire l'application. Ai-je besoin de dire que ces compagnies, constituées pour un tout autre objet, n'ont jamais fait cette application, qui reste, par conséquent, indéfiniment ajournée. Je dois cependant ajouter que la question a été dernièrement reprise à Berlin, et que le projet y a reçu un commencemnet d'exécution.

IV. *La question houillère actuelle.*

« Après avoir passé en revue les trois principaux modes d'application du combustible, dans le but surtout de bien vous faire saisir la différence qu'il y a entre notre consommation actuelle et celle qu'on pourrait réaliser si on généralisait l'application des procédés pratiques de combustion perfectionnée; après vous avoir, en outre, expliqué quels sont, dans les différents cas, les chiffres minimum de consommation fixés par la théorie, et qu'il ne nous est pas donné d'atteindre jamais d'une manière complète, je désirerais maintenant examiner la question houillère, telle qu'elle se présente de nes jours.

« En consultant le rapport de la Commission supérieure chargée d'étudier les causes de la cherté actuelle de la houille, nous trouvons qu'en 1872, malgré la crise, malgré les grèves de mineurs, l'extraction n'a pas été inférieure à 123 millions de tonnes pour l'Angleterre et le pays de Galles. Le chiffre de 1862 n'ayant été que de 83,50 millions, il en résulte que, dans cette période de dix ans, il y a eu une différence en plus de 39,50 millions, soit une augmentation de consommation d'à peu près 4 millions de tonnes par année. Pour peu que cette progression continue, notre consommation atteindra, dans trente ans, le chiffre effrayant de 250 millions de tonnes, et, comme conséquence probable, les prix s'élèveront à un niveau qui dépassera, de beaucoup, les hauts prix actuels. En partant du chiffre d'augmentation de l'année dernière, qui a l'air, jusqu'ici, de se maintenir, soit 8 sh. par tonne (10 fr.), et en déduisant de l'extraction totale les 13 millions de tonnes qui ont été exportées, nous trouvons qu'en 1872 le consommateur anglais a été obligé de payer 44 000 000 liv. (1 100 millions de francs) de plus que les années précédentes. C'est là une somme qui doit, à mon avis, appeler sérieusement son attention sur la question du gaspillage de la houille dont j'ai déjà parlé, et sur l'importance de laquelle je reviendrai tout à l'heure. Voici, à cet égard, comment s'exprime, dans son rapport, la Commission supérieure : « En résumé, il est évident que, bien que la production de la houille ait « augmenté, dans l'année 1872, dans une proportion moins forte que dans les années « qui l'ont immédiatement précédée, si on arrive à se procurer un nombre de bras « suffisant, cette différence ne tardera pas à disparaître. » De la part d'une Commis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sion supérieure émanant du Parlement, n'est-ce pas aboutir à une conclusion insuffisante après une enquête si longue et si coûteuse ? Ce qu'il y a surtout de déplorable, c'est que cette conclusion est en complète contradiction avec les tableaux soigneusement revus du rapport, tableaux qui montrent que l'augmentation croissante de la production s'est, au contraire, maintenue entièrement pendant les deux dernières années, c'est-à-dire qu'elle a été de 5826 000 tonnes pour 1871, et 5717 000 pour 1872, tandis que, pour la période de 1860 à 1870, elle ne s'est élevée, en moyenne, qu'à 4 000 000 ! Espérons que le Parlement ne se contentera pas d'un résultat aussi négatif, et qu'en vue de rétablir un équilibre convenable entre la consommation et la production il insistera pour être éclairé sur tous les moyens à employer pour empêcher que tant de charbon ne se convertisse en fumée, ou ne se dépense sous quelque forme d'énergie nuisible ou inutile.

« En prenant pour base les 105 millions de tonnes consommées en Angleterre l'année dernière, j'estime que, si nous voulions sérieusement nous résoudre à ne plus brûler notre charbon que d'une manière raisonnée et en y apportant tous nos soins, tout en profitant des leçons du présent, nous pourrions arriver à réduire cette consommation de 50 millions de tonnes. La réalisation d'une telle économie exigerait, certainement, une dépense de capitaux considérable, et ne pourrait être, par conséquent, que l'œuvre du temps ; mais on ne saurait trop insister sur l'impérieuse nécessité qu'il y a, pour nous, de marcher rapidement dans cette voie, afin de rétablir l'équilibre entre la production actuelle et la demande qui ne cesse de s'accroître. D'après les rapports statistiques sur l'augmentation progressive de la population, sur le développement des applications de la vapeur comme force motrice et sur la fabrication du fer et de l'acier, je trouve que nos besoins augmentent dans la proportion de 10 pour 100 par an, tandis que notre consommation de houille ne croît que dans celle de 4, d'où un écart de 6 pour 100 qui est comblé parce qu'on peut appeler *le progrès intellectuel*. Mais, en considérant le vaste champ qui est ouvert aux perfectionnements, je pense que nous ne devons pas nous contenter de cette somme de progrès intellectuel qui implique un déficit annuel de 4 millions de tonnes, et qu'au contraire tous nos efforts doivent tendre à nous rapprocher, le plus possible, d'un équilibre parfait, de manière à rendre presque constant le chiffre de notre production pendant plusieurs générations ; c'est alors que nos successeurs feront, il faut l'espérer, un nouveau pas en avant vers la limite théorique d'effet utile dont nous sommes encore bien loin, puisqu'il suffirait, d'après elle, d'une consommation annuelle de 10 millions de tonnes pour réaliser plus que l'équivalent de l'énergie calorique que nous consommons actuellement.

V. *En quoi consiste la chaleur solaire.*

« J'ai cherché, dans la première partie de cette conférence, à démontrer que, à l'exception du flux et du reflux de la mer, toute l'énergie mise ici-bas à notre dispo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sition émane du soleil ; j'ai expliqué que la quantité de calorique rayonnant qui nous est envoyée, chaque année, suffirait pour convertir en vapeur une masse d'eau de 14 pieds (4m,20) de profondeur, s'étendant sur toute la surface du globe, c'est-à-dire qu'elle équivaut à la quantité de calorique que produirait la combustion d'une couche de houille de 1 pied d'épaisseur (0m,30) recouvrant la même surface; mais je dois faire remarquer que nous ne recevons que le quart de cette chaleur de rayonnement, les trois quarts étant absorbés en route par l'atmosphère.

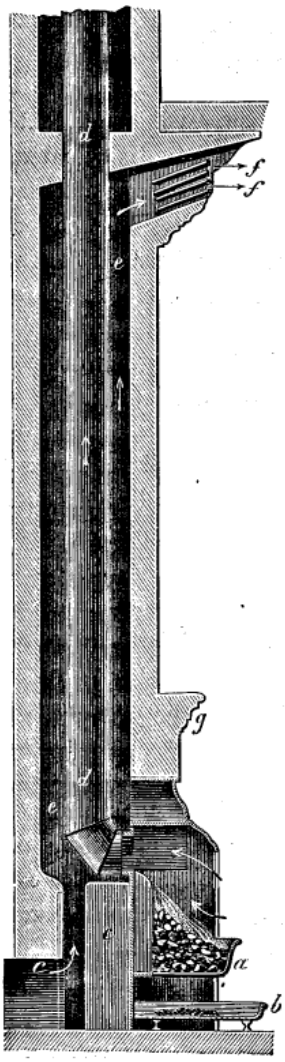
« On a cherché à estimer la totalité de chaleur rayonnante émise, en tous sens, par le soleil, et, en la trouvant équivalente au calorique que développerait annuellement la combustion d'une couche de charbon de 17 milles d'épaisseur (12,35 kilomètres) recouvrant toute sa surface, on s'est alors demandé comment une si prodigieuse quantité de chaleur pouvait rayonner, chaque année, sans diminution appréciable. Les recherches récentes faites avec le spectroscope par plusieurs physiciens, et surtout par M. Norman Lockyer, ont jeté une vive lumière sur cette question. On sait, aujourd'hui, que la surface, sinon toute la masse du soleil, se compose de corps gazeux élémentaires, et principalement d'hydrogène qui ne peut se combiner avec l'oxygène en présence duquel il se trouve, à cause de la température extraordinairement élevée qui règne, laquelle serait le résultat d'une grande compression originelle et ne s'élèverait pas à moins de 20 000 à 22 000 degrés Fahr. (11 182 à 12 302 degrés centigrades). Cette masse chimiquement inerte et comparativement sombre du soleil est entourée d'une *photosphère*, où les éléments gazeux constituants de l'astre se précipitent et entrent alors en combustion, grâce à l'abaissement de température qui résulte de leur expansion et du rayonnement de la chaleur dans l'espace. Cette photosphère est, à son tour, entourée par la *chromosphère,* laquelle est formée des produits de la combustion qui, une fois refroidis par la perte de chaleur résultant du rayonnement, retombent, grâce à la densité acquise, vers le centre du soleil ; là ils reprennent de nouveau une température considérable en vertu du phénomène de compression dont nous avons parlé, et sont bientôt dissociés en leurs éléments primitifs aux dépens de la chaleur interne du soleil. De grandes convulsions ont donc lieu continuellement à la surface du soleil, amenant ainsi, fréquemment, des explosions d'une intensité extraordinaire, pendant lesquelles des masses de feu sont projetées à des milliers de milles de distance, et produisent les phénomènes connus sous le nom de *taches du soleil*, ainsi que la *couronne* qu'on aperçoit pendant les éclipses totales de l'astre. Le soleil peut donc être, en quelque sorte, considéré comme un gigantesque fourneau à gaz, dans lequel les mêmes matériaux de combustion sont indéfiniment employés.

« Je n'irai pas plus loin dans l'examen spéculatif auquel je viens de me livrer sur la régénération de la chaleur solaire ; mais je rappellerai, en terminant, que la nature est notre meilleur maître, et que c'est en suivant ses leçons que nous apprendrons à tirer le meilleur parti des trésors d'énergie potentielle qu'elle a mis à notre disposition sous la forme de combustible. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHEMINÉE VENTILATRICE DE M. LE CAPITAINE GALTON.

La figure ci-dessous est une section verticale de la cheminée Galton, faite transversalement à la grille.



a, grille.

b, cendrier.

c, chambre placée derrière le foyer, et dans laquelle l'air arrive directement de l'extérieur.

d, tuyau emportant les produits gazeux de la combustion.

e, gaîne dans laquelle passe le tuyau *d*, et où s'élève, en s'échauffant, l'air arrivant dans la chambre *c*.

f, *f*, orifices par lesquels l'air échauffé dans la gaîne *e* sort vers le plafond pour se répandre dans l'appartement.

g, manteau de la cheminée.

Il y a donc, ainsi que l'indiquent les flèches, deux courants ascendants distincts : l'un des gaz de la combustion qui monte dans le tuyau *d* pour s'échapper par le haut de la maison, et l'autre d'air échauffé qui se dégage dans l'appartement.

Voici un extrait du rapport que M. le général Morin a fait, il y a quelques années, sur un appareil de ce genre, installé, à titre d'essai, dans la salle du conseil de perfectionnement du Conservatoire des arts et métiers, salle non terminée et, par conséquent, dans des conditions défavorables.

La cheminée essayée, dit l'auteur, a les dimensions suivantes :

Largeur au fond, $0^{m},44$; largeur en avant, $0^{m},67$; profondeur, $0^{m},25$.

La grille est légèrement cintrée en avant, et sa surface totale $= 0^{m^2},1586$. La partie qu'on appelle le *contre-cœur* et les côtés sont garnis de briques réfractaires.

Le tuyau de fumée a la forme elliptique, et ses axes sont égaux à $0^{m},38$ et $0^{m},20$, ce qui correspond à une section de passage de $0^{m^2},05966$, soit $0^{m^2},06$, et à un contour de $0^{m},91$ environ.

L'air nouveau qui doit être échauffé est pris dans la cave par un orifice qui, dans une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

première série d'expériences, n'avait que $0^m,30$ sur $0^m,17$ de passage, ou une section de $0^{m2},0510$ insuffisante.

Dans cette première série d'expériences, le conduit vertical (ou gaîne) dans lequel circule et s'échauffe l'air nouveau a eu $0^m,47$ sur $0^m,35$, ce qui correspondait à une section libre de $0^{m2},1645$. La section extérieure du tuyau de fumée en fonte, d'une épaisseur de $0^m,005$, étant égale à $0^{m2},0643$, l'aire libre de passage pour l'air nouveau était égale à $0^{m2},1645 - 0^{m2},0643 = 0^{m2},10$. Cette section trop faible a été portée, postérieurement, à $0^{m2},12$.

La hauteur du tuyau de fumée, dans le conduit d'air nouveau, est d'environ $5^m,50$, et sa surface de chauffe est de $0^m,91 \times 5^m,50 = 5^{m2},00$, à quoi il faudrait ajouter, à peu près, $1^{m2},20$ pour la surface postérieure de la cheminée ; mais, comme l'intérieur et le foyer sont garnis de briques réfractaires qui sont peu conductrices de la chaleur, il sera prudent de ne compter que sur la surface du tuyau pour échauffer l'air. On remarquera que la surface de ce tuyau est d'environ trente et une fois la surface totale de la grille, égale à $0^{m2},1586$.

Vers le haut du conduit, le tuyau de fumée en fonte prend la forme cylindrique pour se raccorder avec le conduit en maçonnerie, qui a $0^m,25$ de diamètre et $0^{m2},0491$ de section.

L'orifice, garni de directrices inclinées, par lequel l'air nouveau débouche vers le plafond, a $0^m,72$ de longueur et offre $0^{m2},12$ de passage libre pour l'admission de cet air.

La capacité totale de la salle du Conseil est de 270 mètres cubes (1).

La chaleur développée par kilogramme de houille de Charleroi est estimée à 8 000 calories. La quantité de houille brûlée par heure et par mètre carré de grille a été de 25 kilogrammes environ.

Rendement calorifique de la cheminée. — Dans la seconde série d'expériences, où les proportions données au conduit d'air nouveau étaient les plus convenables, la quantité de chaleur emportée par la fumée, en une heure, était égale à 19 287 calories. Celle qui avait été développée par le combustible était de 29 628 ; la différence, qui est de 10 341 calories, représente donc la chaleur qui a été utilisée, tant pour l'admission et l'échauffement de l'air nouveau que par le rayonnement. Elle constitue le rendement calorifique de l'appareil et s'élève à $10\,341 : 29\,628 = 0,349$ de la chaleur développée par le combustible.

D'une autre part, on remarquera que dans cette cheminée, qui se trouve presque entièrement isolée de la maçonnerie, la chaleur qui en traverse les parois est utilisée, en très-grande partie, à échauffer l'air qui circule en arrière, et que, d'ailleurs, elle a,

(1) Voy. *Annales du Conservatoire*, t. VI, 1866, p. 502, où l'on trouvera un tableau contenant le résultat des observations de la première série d'expériences. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme les cheminées ordinaires, la propriété de chauffer par rayonnement. Toute la chaleur correspondant à l'air qu'elle introduit et qui, d'après le tableau des premières expériences, s'élève à 0,23 de celle qui est développée par le combustible, est donc un effet calorifique à ajouter à celui d'une cheminée ordinaire.

Or des expériences directes ont démontré (1) que, dans les cheminées ordinaires, les sept huitièmes de la chaleur développée par le combustible ne sont employés qu'à produire leur tirage et la ventilation des appartements, et qu'un huitième seulement, ou 0,125, est utilisé au chauffage. Par conséquent, en ajoutant le rendement calorifique correspondant à l'introduction de l'air, qui est de 0,23, à l'effet calorifique du rayonnement qui doit encore être le même pour cette cheminée que pour les autres, soit 0,125, on trouve que son rendement calorifique total est de $0{,}125 + 0{,}23 = 0{,}355$, quantité triple du rendement d'une cheminée ordinaire, et qu'on pourrait peut-être encore améliorer.

Répartition des températures, à diverses reprises, dans la salle. — La circulation continue que le renouvellement de l'air produit dans la salle a l'avantage d'établir, dans les salles chauffées par les cheminées de ce genre, une uniformité presque parfaite de température que ne troublent pas des arrivées d'air froid par les portes et par les fenêtres, comme on l'observe avec les cheminées ordinaires, qui ne sont alimentées que par de l'air pris, le plus souvent, à l'extérieur. Il résulte des observations faites avec des thermomètres placés à différentes hauteurs dans la salle et à 7 mètres de la cheminée, que pendant toute une journée la température, près du plafond, n'a surpassé celle qui avait lieu à $0^{m},50$ du plancher que de $2^{\circ},22$ en moyenne, malgré l'affluence continue d'un volume considérable d'air arrivant à une température moyenne de 30 degrés à la partie supérieure de la salle.

Un thermomètre placé à $2^{m},50$ de distance du foyer, et à $0^{m},75$ au-dessus du plancher, et par conséquent exposé au rayonnement direct, indiquait une température qui s'est élevée à 30 degrés, alors qu'un autre tenu à l'abri du rayonnement et à 7 mètres de la cheminée ne marquait, à la même hauteur, que $19^{\circ},6$; ce qui, sans fournir une mesure des effets calorifiques du rayonnement, donne cependant une indication de l'échauffement qu'il peut produire sur les corps qui y sont exposés.

Proportions à adopter pour les cheminées ventilatrices. — Une première série d'expériences ayant démontré que la vitesse moyenne de l'air évacué avait été de $3^{m},70$, et qu'il y aurait avantage à la diminuer en augmentant la section et, par suite, la surface de chauffe du conduit de fumée dans la partie contenue dans la gaîne que parcourt l'air nouveau, l'auteur du rapport ajoute :

En réduisant cette vitesse à $2^{m},60$ ou $2^{m},70$, ce qui a toujours suffi à un bon tirage, on pourra obtenir, avec un feu modéré, l'évacuation de 400 mètres cubes d'air par

(1) *Études sur la ventilation*, 1er vol. des *Annales du Conservatoire*, p. 309.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

kilogramme de charbon brûlé, comme on l'a trouvé avec cette cheminée. D'une autre part, la vitesse de passage de l'air nouveau dans le conduit qui lui est réservé devant être de $1^m,50$ au moins, ces bases suffiront pour déterminer les proportions à donner aux différentes parties.

Le foyer aura la forme d'un trapèze; la grille rectangulaire en fer reposera, aux deux extrémités, sur des massifs en briques réfractaires qui laisseront, pour cette grille, un espace libre d'un tiers environ de la surface du foyer; cependant, comme il est nécessaire de disposer, sur le devant du foyer, un grillage pour contenir le charbon, il passera aussi de l'air entre les barreaux.

Dans ces conditions, on brûlera facilement 60 kilog. de houille par mètre carré de la surface totale de la grille. Par conséquent, si l'on veut faire évacuer, par heure, un volume d'air Q, soit, par exemple, 1000^{m3}, il faudra brûler $\frac{Q}{100} = \frac{1000}{400} = 2^k,50$ de houille, et donner à la grille une superficie $S = \frac{Q}{400 \times 60} = 0^{m2},0416$. Le foyer entier aura environ une surface $3S = 0^{m2},12$ à $0^{m2},15$.

L'évacuation de $Q = 1000^{m3}$ par heure correspondant à $\frac{Q}{3600} = Q' = 0^{m3},277$ en $1''$, et la vitesse de passage devant être d'environ $2^m,70$ en $1''$, la section transversale à donner au tuyau de fumée sera égale à $\frac{Q}{3600 \times 2,70} = \frac{0^{m3},277}{2^m,70} = 0^{m2},10$. S'il a la forme elliptique, ce qui convient souvent pour diminuer la saillie de la cheminée, on fera son grand axe a égal à deux fois le petit axe b, et l'on aura, pour déterminer le grand axe, la relation

$$\frac{0,7854 \times a^2}{2} = 0,3927\, a^2 = 0^{m2},10 = \frac{Q'}{2,70}$$

d'où $a = 0^m,505$ et $b = 0^m,252$.

Le contour extérieur de ce tuyau en fonte, dont l'épaisseur peut être supposée égale à $0^m,005$, sera approximativement $3,14 \left(\frac{a+b}{2}\right) = 2,35\, a = 1^m,19$.

Si la salle a une hauteur $H = 4^m,50$, comme la plupart de celles des hôpitaux, la surface de chauffe du tuyau de fumée sera

$$3,14 \left(\frac{a+b}{2}\right) \times H = 4^m,50 \times 1^m,19 = 5^{m2},35.$$

Le volume d'air à introduire devant être égal à celui qui est extrait, si la vitesse moyenne de passage est limitée à $1^m,50$ en $1''$, la section libre du conduit d'arrivée de l'air sera égale à

$$\frac{Q'}{1,50} = \frac{0^{m3},277}{1,50} = 0^{m2},18.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Celle du tuyau étant de $\frac{Q'}{2,70} = 0^{m2},10$, la section totale du conduit à ménager pour le passage de la fumée et de l'air nouveau sera égale à $Q'\left(\frac{1}{270} + \frac{1}{1,50}\right) = 0^{m2},28$. En lui donnant une section rectangulaire, ou, dans l'exemple choisi, $0^{m},70$ sur $0^{m},40$, il restera autour du tuyau de fumée un espace suffisant.

L'orifice du débouché de l'air dans la salle, au sommet du conduit et vers le plafond, présentera une section libre au moins égale et plutôt supérieure à celle du passage dans le conduit. Il pourra, selon les conditions locales, être ouvert directement à l'extrémité de ce conduit et muni de directrices qui obligent le courant d'air à arriver contre le plafond. Dans beaucoup de cas, et en particulier dans les salles d'hôpitaux étroites et longues, il sera plus convenable de faire arriver cet air dans une corniche creuse, présentant pour débouché une section étroite de $0^{m},05$ à $0^{m},06$ de largeur sur $3^{m},60$ ou $3^{m},00$ de longueur.

La marche que l'on vient d'indiquer, pour le cas où l'on voudrait faire évacuer et introduire dans une salle 1 000 mètres cubes d'air par heure, devra être suivie pour d'autres proportions. L'orifice de prise d'air nouveau devra, dans tous les cas, être muni d'un registre qui permette de le fermer en partie ou entièrement, quand on voudra diminuer ou suspendre l'arrivée de cet air.

Observations et conclusions. — Les cheminées ventilatrices peuvent être chauffées à la houille, au coke ou au bois ; dans ce dernier cas, l'activité du feu étant quelquefois moindre, ainsi que l'appel de l'air qui en est la conséquence, il sera toujours convenable de disposer, comme on l'a dit, un registre qui permette de modérer l'arrivée de l'air extérieur, afin qu'il ait toujours une température convenable. S'il n'était pas toujours à 25 ou 30 degrés environ, il pourrait, au lieu de suivre le plafond et de se mêler avec la masse générale de l'air de la salle, redescendre trop promptement vers la cheminée.

Quand on doit brûler du bois, la garniture en briques réfractaires de la grille peut être supprimée.

L'orifice de prise d'air extérieur peut être pratiqué en arrière, sur le côté ou au bas du conduit ; il doit, dans tous les cas, avoir la même section que l'aire libre de passage autour du tuyau de fumée.

Les cheminées disposées comme on vient de l'indiquer exigent, il est vrai, un conduit destiné à la fois au passage du tuyau de fumée et à l'admission de l'air extérieur, ce qui, s'il était établi dans l'épaisseur des murs, pourrait présenter quelques difficultés, particulièrement dans les maisons à loyer ayant plusieurs étages. Cependant cette difficulté est plus apparente que réelle, car, en général, dans les grands salons, l'ornementation même conduit à placer les cheminées en saillie sur l'un des murs, et l'on a vu que, pour obtenir un renouvellement d'air de 1 000 mètres cubes par heure, le conduit ne devait avoir dans œuvre que $0^{m},70$ sur $0^{m},40$. Avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces proportions, il suffirait pour renouveler deux fois par heure l'air d'un salon de 10 mètres de long sur 8 de large, et à peu près $6^m,50$ de hauteur.

Dans tous les hôtels particuliers, dans les habitations de campagne qui ont rarement plus de deux étages au-dessus du rez-de-chaussée, la prise d'air extérieur et le conduit d'introduction de cet air après son échauffement pourront toujours être très-facilement établis. Il en serait presque toujours de même lorsqu'il s'agirait de pièces d'habitation de dimensions ordinaires, pour lesquelles un conduit de $0^m,25$ sur $0^m,60$ serait généralement suffisant.

En résumé, dit le rapporteur, les avantages considérables que présentent les cheminées ventilatrices, tant au point de vue de la meilleure utilisation du combustible qu'à celui de la suppression presque totale de l'introduction de l'air froid par les portes et par les fenêtres, me semblent assez bien établis par les expériences précédentes, pour mériter l'attention des architectes et des constructeurs d'appareils de chauffage.

(M.)

ARTS PHYSIQUES.

SUR LA THÉORIE DE L'AIMANT NORMAL ET SUR LE MOYEN D'AUGMENTER INDÉFINIMENT LA FORCE DES AIMANTS, PAR M. J. JAMIN.

« Dans la séance du 16 décembre 1872, j'ai fait connaître à l'Académie le procédé qui me permet de mesurer la force nécessaire pour arracher un contact de fer très-petit, toujours le même, placé sur les divers points d'un aimant. Cette force est mesurée en grammes; je la désigne par F. Je vais dire comment elle varie pour les divers points d'une lame aimantée droite, longue, plate et large.

« Sur la ligne menée au milieu de cette lame parallèlement à sa longueur, c'est-à-dire le long de l'axe, la force F est nulle, non-seulement au milieu, mais jusqu'à une petite distance des deux bouts; après quoi elle grandit rapidement jusqu'aux extrémités où elle forme deux courbes égales, convexes par rapport à l'aimant et dont Biot a donné l'équation. Il en est de même sur toute la ligne parallèle à l'axe, avec cette différence que les ordonnées des courbes sont plus grandes vers les bords qu'au milieu. Je n'ai étudié que la courbe axiale; c'est de celle-là qu'il sera exclusivement question dans ce qui va suivre.

« Pour un même acier aimanté à saturation, F augmente avec l'épaisseur de lame, suivant des lois probablement compliquées que je n'ai pas encore étudiées; elle ne varie pas sensiblement avec la largeur. Toutes mes expériences ont été faites avec des ressorts d'acier qui avaient une épaisseur égale à 1 millimètre. Les lois que je ferai connaître s'appliqueront probablement à d'autres épaisseurs, avec des valeurs différentes des coefficients.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« I. Quand on superpose deux lames aimantées pareilles, les courbes qui représentent les valeurs de F s'élèvent, parce que le magnétisme quitte les faces que l'on met en contact pour se réfugier sur les parties extérieures. En même temps, les deux courbes se rapprochent l'une de l'autre et du milieu de l'aimant. Cet effet augmente avec une troisième lame et avec une quatrième. Finalement les deux courbes se joignent au milieu.

« A partir de ce moment, le faisceau est arrivé à son maximum. Un plus grand nombre de lames ne change rien à son intensité en chaque point; et, si on le démonte pour étudier séparément chacune des assises qui le composaient, on trouve qu'elles ont perdu une partie d'autant plus grande de leur aimantation première qu'on en avait placé davantage. En résumé, toute addition au nombre-limite des lames est en pure perte et ne fait que dépenser inutilement de l'acier. Cet aimant final est le seul susceptible d'une définition précise et le seul qu'on doive employer, puisqu'il donne le maximum d'effet : je l'appellerai *aimant normal* ou *aimant limite*. On va voir qu'alors toutes les questions magnétiques se réduisent à une simplicité inespérée.

« II. La courbe qui représente la force F dans l'aimant normal est alors une parabole représentée par l'équation $F = Ax^2$, x étant la distance au centre de la lame, et A un coefficient qui varie avec la longueur. Les nombres suivants justifient cette loi. On remarquera que les valeurs de F croissent d'abord très-rapidement avec le nombre des assises, pour arriver très-lentement à leur maximum qu'ensuite elles ne dépassent pas.

Valeurs de la force F.

$2l = 480$.

Distance au centre.	3 lames.	7 lames.	9 lames.	15 lames.	Calculé.
240 mm	41 gr	42 gr	48,2 gr	54,3 gr	57,6 gr
220	25,4	36	40,2	45,0	48,4
190	13,9	25,6	32,6	37,2	36,1
140	9,5	17,0	16,5	20,1	19,6
90	»	7,8	8,5	8,6	8,1
40	»	1,2	1,5	1,5	1,6

$2l = 310$.

Distance au centre.	1 lame.	2 lames.	3 lames.	5 lames.	6 lames.	8 lames.	12 lames.	Calculé.
155 mm	12,5 gr	22,1 gr	28,0 gr	35,5 gr	37,0 gr	38,4 gr	37,8 gr	35,4 gr
145	8,5	15,0	20,7	30,7	30,2	30,5	34,0	32,3
125	4,0	7,6	16,7	21,2	24,3	23,5	25,0	24,0
105	1,5	4,5	10,2	15,0	18,0	18,5	18,0	16,9
85	0,6	2,0	7,5	10,0	12,7	15,6	14,2	10,8
55	»	0,6	2,5	5,0	7,1	7,0	7,6	4,5
35	»	»	1,4	3,0	3,5	3,2	3,0	1,4
15	»	»	0,2	0,5	0,5	0,7	1,5	0,3

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$2l = 250.$

Distance au centre.	1 lame.	2 lames.	3 lames.	4 lames.	7 lames.	11 lames.	30 lames.	Calculé.
mm	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
125	14,5	24,6	28,2	28,6	31,6	27,6	29,6	29,6
105	10,0	12,7	16,2	18,7	18,2	19,7	19,9	20,9
75	3,0	7,0	8,6	11,2	11,2	11,2	11,2	10,4
25	»	1,0	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,2

$2l = 200.$

Distance au centre.	1 lame.	2 lames.	3 lames.	4 lames.	6 lames.	Calculé.
mm	gr	gr	gr	gr	gr	gr
100	10,0	20,0	26,5	25,0	25,0	24,0
90	6,0	13,5	13,5	20,5	20,8	19,4
70	3,2	8,9	11,2	12,4	13,0	11,7
50	2,0	5,0	7,5	6,9	7,0	6,0
20	0,4	1,0	1,7	1,4	1,5	0,9

$2l = 100.$

Distance au centre.	1 lame.	2 lames.	3 lames.	5 lames.	Calculé.
mm	gr	gr	gr	gr	gr
50	7,6	9,7	11,4	12,7	12,0
40	4,7	7,0	7,7	7,8	7,6
30	3,4	5,5	5,5	5,5	4,3
20	1,5	2,5	2,0	1,8	1,06
10	»	1,5	0,4	0,4	0,4

« III. Il est difficile de dire après quel nombre de lames le maximum est atteint, puisqu'on n'y parvient que lentement ; mais il est évident que ce nombre est d'autant plus grand que la longueur du faisceau est plus considérable. Il en faut 3 ou 4 pour 100 millimètres, 6 à 8 pour 200, 9 à 14 pour 300. On peut dire approximativement que ce nombre est proportionnel à la longueur du faisceau que l'on veut former.

« IV. Les tableaux précédents montrent que la force d'arrachement à l'extrémité du faisceau normal augmente avec la longueur $2l$. Elle est de 49 grammes pour 480 millimètres, de 38 pour 310, de 25 pour 200 et de 12 pour 100. Si l'on fait le quotient de ces forces par la moitié l de ces longueurs, on trouve :

Longueur $2l$.	480	400	310	250	200	100
F.	54,0	44,1	37,8	31,5	25,0	12,5
$\frac{F}{l} = k^2$. .	0,225	0,220	0,244	0,252	0,250	0,250

« Les deux premiers quotients sont un peu trop petits, parce que les nombres de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lames des faisceaux n'étaient pas assez nombreux pour obtenir la limite exacte de F. Tous les autres sont égaux. On en conclura que la force d'arrachement F_l, à l'extrémité d'un faisceau normal, est exactement proportionnelle à sa longueur; ce qui s'exprime par la formule $F_l = k^2 l$.

« Si l varie, $k^2 l$ sera représenté par une droite Ac, faisant, avec l'axe des x, un angle dont la tangente est k^2, k^2 variant sans doute avec l'épaisseur des lames, mais demeurant constant si cette épaisseur reste invariable.

« V. Nous avons précédemment trouvé que, pour une lame donnée de longueur $2l$, F varie avec la distance au centre suivant la loi $F = Ax^2$. Si $x = l$, on a $F = Al^2$, d'où l'on tire

$$F_l = Al^2 = k^2 l, \qquad A = \frac{k^2}{l},$$

et, par suite, l'équation générale devient

$$(1) \qquad F = \frac{k^2}{l} x^2.$$

« Lorsque le faisceau est terminé en B, la courbe parabolique des valeurs de F est AMC; s'il est limité en D, elle est ANE. Toutes ces paraboles sont tangentes en A à Ax et passent par les points de la droite AEC qui correspondent aux longueurs diverses des faisceaux normaux. En résumé, la loi des forces d'arrachement est exprimée au moyen d'un seul coefficient k, qui dépend uniquement de l'épaisseur de la lame élémentaire et de l'acier employé, k^2 étant, en moyenne, égal à 0,240; on a calculé, d'après la formule précédente, les valeurs de F correspondant aux diverses lames et qui sont inscrites dans les tableaux précédents; on trouvera une suffisante concordance entre les nombres observés et calculés.

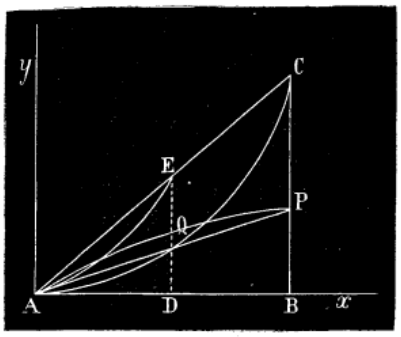
« VI. Nous admettrons comme Coulomb que la force d'arrachement F est proportionnelle au carré de l'intensité magnétique en chaque point, et qu'on peut poser $F = I^2$: donc

$$(2) \qquad I = \frac{k}{\sqrt{l}} x, \qquad (3) \qquad I_l = k\sqrt{l}.$$

L'équation (3) qu'on peut écrire $I_l^2 = k^2 l$ montre que l'intensité magnétique à l'extrémité du faisceau normal varie comme les ordonnées d'une parabole AQP tangente en A à l'axe des y; et de l'équation (2) on tire que, sur les divers points d'un barreau de longueur $2l$, cette intensité est figurée par une droite qui fait avec l'axe des x un angle dont la tangente est $\frac{k}{\sqrt{l}}$. Pour $l = AB$, cette droite est AP; ce serait la ligne AQ pour un faisceau terminé au point D.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Ainsi ce faisceau normal possède cette remarquable propriété que la courbe des intensités magnétiques se réduit à une droite. C'est justement un cas qui avait été reconnu par Coulomb, le cas où des aimants de deux lignes de diamètre n'avaient que 5 ou 6 pouces de longueur. Cette loi simple démontre de suite que le pôle est au tiers de la demi-longueur ; elle va nous permettre d'exprimer la totalité du magnétisme du faisceau.



« VII. Cette totalité M du magnétisme est l'aire du triangle ABP ou

$$l \times k\sqrt{l} = kl^{\frac{3}{2}}.$$

Si la largeur des lames est a, leur épaisseur e, et qu'on néglige les augmentations d'intensité qui se produisent aux coins et aux angles du faisceau, il faut multiplier cette quantité par le périmètre $2(a + ne)$; n étant le nombre de lames, on a donc

$$M = 2(a + ne)\, kl^{\frac{3}{2}}.$$

« VIII. Lorsqu'on place un contact sous l'aimant, tout magnétisme libre disparaît si ce contact est suffisamment grand et contient une quantité assez grande de fer. Le magnétisme M vient donc tout entier se concentrer sur la surface d'adhérence que j'appelle S. Son intensité sur cette surface, c'est-à-dire la quantité de magnétisme par unité de surface, est $\frac{M}{S}$, et la force portative y sera $\frac{M^2}{S^2}$; elle sera $\frac{M^2}{S^2}$ S pour la surface totale, ou $\frac{M^2}{S}$.

« Il résulte de là que la force portative est en raison inverse de la surface de contact, ce qui est justifié, pourvu que tout magnétisme libre ait disparu ; ce qui cesse d'être vrai, si S diminue au delà de certaines proportions. C'est pour cela que l'on emploie des contacts généralement cylindriques et non plans. En remplaçant M par sa valeur, la force portative P est

$$P = \frac{4(a + ne)^2 k^2 l^3}{S}.$$

« IX. Le poids de l'aimant est égal à celui d'une lame $2aeld$ multiplié par leur nombre qui est proportionnel à leur longueur et qu'on peut exprimer par ml : il est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donc $\pi = 2\,mael^2 d$. Par suite, le rapport de P à π qui mesure la force portative en fonction du poids de l'aimant sera

$$\frac{P}{\pi} = \frac{2\,(a+ne)^2}{S\,maed}\,k^2 l,$$

ou approximativement en négligeant ne devant a

$$\frac{P}{\pi} = H\,\frac{al}{S}\,k^2.$$

Ce rapport sera proportionnel à la longueur, à la largeur de la lame et en raison inverse de la surface de contact.

« X. Il y a deux points que je n'ai pas examinés dans ce qui précède : c'est la question des armatures et l'influence de l'épaisseur des lames. Sur ce dernier point, voici ce que j'ai reconnu :

« La force d'une lame augmente notablement avec son épaisseur, mais elle augmente moins rapidement que cette épaisseur, de sorte qu'après une limite elle demeure stationnaire ; mais une lame d'épaisseur 1 est moins forte que deux autres d'épaisseur 1/2 beaucoup moins puissantes que trois lames qui en seraient le tiers, et qu'en général la différence augmente avec le nombre des assises dont on compose un faisceau d'épaisseur donnée. J'ai été conduit ainsi à employer des rubans d'acier ; et, comme le commerce les produit, avec abondance et régularité, avec un métal excellent, il m'a suffi de les superposer en nombre suffisant pour construire des aimants normaux et atteindre la limite de la puissance tout en diminuant considérablement le poids. C'est ainsi que j'ai obtenu des aimants portant vingt fois leur poids. Je dépasserai bientôt cette limite, grâce au concours que veut bien me prêter M. Bréguet, et grâce aussi à un homme excellent et dévoué, Cyprien Bollé, mon chef d'atelier. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

NÉCROLOGIE.

La Société d'encouragement a fait de cruelles pertes dans les derniers mois de l'année dernière : d'abord deux de ses vice-présidents, MM. Darblay aîné et Amédée Durand, puis tout récemment M. Le Chatelier, dont la mort inattendue a ému plus douloureusement encore, parce que pour lui le terme fatal ne semblait pas devoir être arrivé et que le Conseil de la Société espérait pouvoir compter pendant longtemps encore sur le concours si dévoué et si précieux qu'il lui prêtait depuis plus de trente ans.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici les discours qu'au nom de la Société d'encouragement et de la Société centrale d'agriculture, dont faisaient partie MM. Darblay et Amédée Durand, M. Barral, membre du Conseil de la première de ces Sociétés et secrétaire perpétuel de la seconde, a prononcés successivement sur les tombes de ces deux hommes éminents.

C'est M. Gruner, inspecteur général des mines, qui a porté la parole aux obsèques de M. Le Chatelier; nous donnerons très-prochainement le discours qu'il a prononcé.

M. DARBLAY AÎNÉ.

« Messieurs, la mort a attendu longtemps avant de frapper le confrère éminent qui, pendant plus de trois quarts de siècle, a été l'honneur de l'agriculture et du commerce agricole de la France. Elle a respecté en lui l'énergie d'un travailleur infatigable, qui savait aller retremper ses forces au sein des populations rurales. Il était tellement robuste qu'il nous semblait à tous qu'il ne devait pas finir. Il est demeuré avec toutes ses facultés jusqu'à la dernière heure, et en s'endormant pour la vie éternelle il a pu dire : J'ai bien rempli ma vie. Depuis longtemps il aimait à répéter que toutes ses ambitions avaient été satisfaites, parce qu'il n'avait jamais perdu une minute, et qu'il avait su acquérir et conserver l'estime de ses concitoyens, bien suprême qu'il mettait au-dessus de toute fortune et de toute gloire.

« Auguste-Rodolphe Darblay naquit à Étampes le 16 novembre 1784. Son enfance s'écoula au milieu des temps les plus troublés. Il ne fit que de courtes études dans une des rares institutions qui existaient à cette époque, la pension Sencier, de Passy, où il fut le camarade de Gay-Lussac. Il apprenait très-vite et montrait une grande précocité. Aussi pouvait-il en sortir, dès 1798, à l'âge de quatorze ans seulement, pour entrer immédiatement dans la maison de son père, qui, dès lors, était déjà assez importante pour le commerce des grains et des farines. Trois ans après, il se mariait avec une jeune fille qu'il eut le bonheur d'avoir pour compagne pendant près de soixante années.

« La maison de commerce de son père, avec son habile collaboration, se développait tous les jours, et cependant elle ne donnait pas une complète satisfaction à son ardeur pour le travail. Ses relations quotidiennes avec des agriculteurs lui avaient démontré toute l'importance des services qu'il pourrait rendre en dirigeant une partie de son activité vers une profession qui, selon lui, devait prendre une des premières places dans l'État. Aussi acheta-t-il la poste de Berny pour se consacrer à tous les essais, à toutes les améliorations qui seraient compatibles avec la nécessité impérieuse, et sans laquelle il n'y a pas de succès durable, d'avoir toujours une culture en bénéfice. C'est à lui que la contrée doit l'introduction de la culture des luzernes, alors presque incon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nue; il y fit aussi le premier l'essai de la culture de la betterave, et se joignit à notre ancien et savant confrère M. Payen, pour des recherches relatives à la fabrication du sucre. Convaincu que l'amélioration du bétail était un des moyens les plus sûrs de faire prospérer l'agriculture, il importa dans son exploitation les moutons mérinos d'Espagne et contribua à propager une race qui donnait de la viande, mais en même temps une laine estimée, toute production industrielle lui paraissant une cause de succès pour les spéculations agricoles.

« M. Darblay avait réussi dans toutes ses entreprises, lorsque les cruelles invasions de 1814 et 1815 vinrent le menacer de ruine. Son exploitation eut horriblement à souffrir de l'occupation étrangère. Après la Restauration, pour comble d'infortune, il fut, sous prétexte d'opinions politiques, dépossédé de sa position de maître de poste. Mais il n'était pas de ceux qu'abattent les persécutions et les revers; il lutta avec énergie, et il trouva d'ailleurs dans M. le duc Decazes, dont l'esprit sage et libéral est demeuré respecté au sein de notre Compagnie, un protecteur qui lui fit rendre son brevet. La poste de Berny et son exploitation agricole reprirent vite leur ancienne prospérité, et il put se reposer du soin de les diriger, sur sa fille, M^me^ Muret, modèle des femmes qui ont aimé l'agriculture et ont élevé leur famille pour la profession agricole. C'est ainsi que M. Darblay a pu mourir, en ayant la consolation de voir son petit-fils devenu un des meilleurs agriculteurs de notre temps.

« Soulagé d'une partie de la surveillance de ses affaires agricoles, M. Darblay put développer davantage ses affaires commerciales, et l'on sait l'importance considérable qu'a prise la maison qu'il fonda à cette époque avec son frère resté Darblay jeune, aujourd'hui encore qu'il a atteint presque l'âge de 80 ans.

« Les travaux agricoles de M. Darblay avaient appelé sur lui l'attention de la Société centrale d'agriculture de France, où il fut élu membre titulaire en 1825. Il n'avait de plus ancien parmi nous que M. Huzard. Son rôle dans notre Société fut celui d'un homme de progrès. En 1827, il fit un très-bon et volumineux rapport sur les machines à battre, dont la propagation rencontrait alors bien des obstacles et bien des préjugés. Il a aussi attaché son nom parmi nous à la recherche des meilleures variétés de semences. C'est à lui qu'on doit en grande partie l'extension qu'a prise la culture du blé bleu ou de Noé, dont il fit connaître les avantages. La Société d'encouragement pour l'industrie nationale l'appela aussi dans son sein en 1828; il en fut longtemps vice-président, et jusqu'à sa mort il est resté un des vice-présidents honoraires de cette association qui a tant fait pour les progrès de l'industrie française. Il fut, à la même époque, avec Auguste Bella, l'un des fondateurs de Grignon, et il n'a pas cessé de porter le plus vif intérêt à la prospérité de cet établissement, qu'il se plaisait à déclarer la première école d'agriculture de l'Europe.

« M. Darblay était désormais arrivé à une haute notoriété. Le Tribunal et la Chambre de commerce de Paris, le Conseil supérieur de l'agriculture, le Conseil général du département de la Seine l'avaient appelé dans leur sein. Au cours des discus-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sions de ces diverses assemblées, il s'était fait remarquer, et M. Thiers, alors Ministre du commerce, le fit nommer chevalier de la Légion d'honneur, peu après la révolution de 1830. Toutes les positions auxquelles conduit l'élection, il les avait gagnées, lorsqu'on vint lui proposer de se présenter à la députation. Il ne voulut y consentir qu'à une condition, c'est que d'abord il sortirait des affaires commerciales. Il donna alors ce rare exemple de dire : J'ai assez de fortune. Il savait, du reste, que la maison Darblay continuerait à prospérer entre les mains de son frère. Ce qu'il voulait surtout, c'était de montrer que, dans la discussion des intérêts publics et devenu législateur, il était au-dessus des préoccupations d'intérêt personnel.

« Ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans des développements sur les nombreuses et souvent ardentes discussions auxquelles M. Darblay fut mêlé comme député. Il soutint, on le sait, avec passion le système de protection; il croyait servir les intérêts de la France, et sans doute il en fut ainsi pendant une période de temps qui devait prendre fin sans lasser son énergie. Parmi les meilleurs rapports qu'il a faits, nous en citerons un sur les chemins vicinaux. En hâtant le perfectionnement des voies de communication, il rendait à l'agriculture nationale un des plus grands services qu'elle pouvait recevoir des hommes de progrès. A la révolution de 1848, il redevint agriculteur, et fit de grandes améliorations dans ses terres de Noyen, où les électeurs de Seine-et-Oise vinrent le prendre en 1849 pour l'envoyer à l'Assemblée législative. En 1849, sur la proposition de M. Dumas, alors Ministre de l'agriculture et du commerce, M. Darblay fut promu au grade d'officier de la Légion d'honneur.

« Après le coup d'État de 1851, M. Darblay voulut rentrer et rentra dans la vie privée; il prit enfin un repos que lui avaient bien mérité soixante ans de la vie la plus active. Cependant il ne se désintéressa pas des grandes questions agricoles, commerciales ou industrielles. Au Comice de Seine-et-Oise, dont il fut longtemps le président, à la Société centrale d'agriculture, à la Société d'encouragement, au Crédit foncier, dans les Conseils de plusieurs grandes entreprises industrielles, il exerçait une grande influence à cause de sa vieille expérience. Même lorsqu'on n'était pas de son avis, on admirait la vivacité, la persévérance, l'opiniâtreté même qu'il apportait à défendre ses opinions. Son activité était prodigieuse et son amour du travail extrême.

« C'est ainsi qu'il a vécu jusqu'à l'âge de 89 ans, vigoureux encore la veille de sa mort. Ce fut un caractère dans notre siècle, où l'énergie, malheureusement, n'est pas toujours la qualité dominante chez les hommes. Il était sobre et modeste dans ses goûts. A la fin de sa vie, il eut encore une noble distraction, celle des beaux-arts. Il s'occupa de chères études, s'entourant d'objets d'art et des portraits qui lui rappelaient des souvenirs et d'anciennes amitiés. C'est à cette époque qu'il publia un opuscule intitulé : la *France,* l'*Europe,* leur état présent et leur avenir, dans lequel, hélas ! il ne prévoyait que trop les conséquences de la situation politique.

« Au bord de la tombe d'un homme qui a si bien vécu, ses confrères, ses amis et même ceux qui furent naguère ses adversaires, ne peuvent que déposer un témoignage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de respect. L'agriculture honorera toujours sa mémoire pour les services qu'il lui a rendus. »

M. Amédée DURAND.

« Messieurs, le vénéré confrère dont nous conduisons la dépouille mortelle à sa dernière demeure était un homme de bien et un caractère. C'était aussi un artiste éminent. Enfin, dans sa carrière industrielle, il rendit à l'agriculture des services hors ligne, en s'appliquant à perfectionner et à inventer des procédés mécaniques destinés à résoudre quelques-unes des questions les plus utiles pour les exploitations rurales.

« Pierre-Amédée Durand était né à Paris le 15 mars 1789. Merveilleusement doué pour les arts, il remportait dès 1810, à l'âge de 21 ans seulement, le grand prix de gravure en pierres fines, et il devenait pensionnaire de l'Académie à Rome. Pendant son séjour en Italie, il visita Naples; quoiqu'il fût bien jeune, le roi Murat lui confia l'exécution de son buste et des bustes des deux princesses ses enfants. Nos musées possèdent deux médailles très-remarquables dues à son burin, celle du Simplon et celle de l'embarquement de l'empereur Napoléon Ier à bord du *Bellérophon*. Parmi les nombreux ouvrages de sculpture qu'on lui doit, il faut citer la statue de la Religion, faisant partie du monument élevé à la mémoire du duc d'Enghien dans la chapelle de Vincennes.

« Quelques années après son retour de Rome, M. Amédée Durand fut conduit à partager son temps entre les œuvres d'art et les travaux de grande construction de machines. Il fit bientôt preuve d'un remarquable esprit d'invention. A l'Exposition des produits de l'industrie, en 1823, le jury lui décernait une médaille pour une nouvelle presse d'imprimerie, ayant pour avantage de diminuer le nombre des ouvriers employés dans les anciennes presses, et de beaucoup augmenter la vitesse du tirage. Son nom se trouve également attaché au perfectionnement des appareils employés pour l'élévation de l'eau, et on lui doit l'invention d'un moulin à vent très-remarquable, se réglant lui-même, et qui est encore employé avec succès dans plusieurs pays pour puiser de l'eau à de grandes profondeurs et alimenter des villages ou des exploitations agricoles qui, naguère, manquaient complétement, pendant plusieurs mois de l'année, de l'eau nécessaire à leurs besoins.

« M. Amédée Durand fut appelé au Conseil d'administration de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale dès 1830; il fut élu membre de la Société centrale d'agriculture en 1849, en remplacement du comte de Lasteyrie. Nous nous souvenons tous des soins méticuleux qu'il apportait dans l'examen des machines, sur lesquelles il a fait des rapports du plus haut intérêt. Il recherchait la simplicité et la rusticité qu'il savait combiner avec quelque élégance. Il était extrêmement assidu à nos séances; car il n'a jamais accepté aucune fonction ni aucun titre, sans remplir scrupuleusement les devoirs qui en sont la conséquence.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Quoique parvenu à l'âge de plus de quatre-vingts ans, il ne voulut pas quitter Paris, lorsque l'invasion allemande vint menacer nos murailles. Il y demeura avec sa noble compagne qui, durant quarante années, a été le témoin et le conseil de sa vie, toujours employée au bien public. Pendant ce triste et terrible hiver, il supporta avec courage et résignation les souffrances imposées à la population. Il venait travailler avec nous dans nos réunions hebdomadaires. Il fit même alors l'invention d'un outil destiné à diviser les os en fragments assez petits pour être mieux accessibles aux agents propres à en extraire les parties utiles à l'alimentation. Il s'occupa aussi, en ces temps malheureux, du perfectionnement de la panification. Quant à sa douleur patriotique en présence des cruels événements qui ont éprouvé la France, elle fut profonde, et certainement elle a hâté sa mort.

« Sans doute il avait vécu de longues années, et en plus grand nombre qu'il n'est donné à la plupart des hommes. Mais sa robuste constitution, jointe à un sévère régime, semblait nous promettre qu'il resterait parmi nous plus longtemps. Il déclina rapidement sous le coup des événements qui, en frappant la France, atteignaient son cœur. En lui disant ici un dernier adieu, au nom de ses confrères, nous pouvons proclamer qu'il laisse de bons exemples à suivre pour les jeunes gens à qui il appartient maintenant de relever la France. Le travail constant en vue de l'intérêt général, le dévouement aux idées généreuses et libérales, ce sont les vertus qu'il a pratiquées et pour lesquelles sa mémoire demeurera chère à tous ceux qui l'ont connu. Il a mérité de reposer en paix et d'être béni dans l'éternité. »

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

De la coloration du cristal par l'or, par M. Payard, ingénieur-chimiste à la cristallerie de Baccarat. — L'or sert, dans la verrerie, à donner les roses et les rouges. En raison de son prix élevé, le cristal coloré par l'or n'est employé qu'en *doublure*. Il est d'usage d'en préparer une certaine quantité à l'avance, représentant les besoins de plusieurs jours, et à cet effet on coule en plaques la matière fondue. Ce sont des morceaux de ces plaques qui, réchauffés par le verrier, servent à donner une coloration superficielle à des pièces de formes diverses ou à *doubler*, comme on dit en terme du métier.

Il arrive souvent qu'une composition de cristal aurifère donne des plaques de nuances très-diverses, les unes incolores, d'autres plus ou moins colorées en rose et en rouge, certaines, enfin, presque noires. Ces différences sont dues à deux causes physiques qui sont :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° La température du four où la fusion a été effectuée ;

2° La température du récipient dans lequel la coulée s'est faite.

Pour avoir des plaques peu colorées, il faut que la température du four n'ait pas été trop élevée, et que la coulée se soit faite dans un récipient très-froid.

Prenons une lingotière en fonte, et supposons plusieurs creusets renfermant la même composition et enfournés à quelques minutes d'intervalle. Si la température du four n'a pas été trop élevée, la première coulée donnera une plaque peu colorée ou même complétement incolore, la lingotière étant froide ; mais les coulées suivantes échauffant celle-ci, les plaques deviendront de plus en plus colorées, jusqu'à perdre toute transparence au delà d'une certaine épaisseur. On pourra obtenir ainsi une gradation complète, depuis le rose le plus tendre jusqu'au rouge le plus foncé, en admettant, toutefois, que chaque creuset soit resté le même temps au four, et que la température de celui-ci soit désormais constante. L'influence du refroidissement, au moment de la coulée, sera très-visible sur chaque plaque en particulier, la coloration très-faible sur les parties qui ont été en contact avec le métal augmentant d'intensité en gagnant les parties centrales.

Au lieu de plaques incolores, comme point de départ, il peut arriver qu'on obtienne des plaques bleues. Si on les réchauffe, elles reprennent la coloration normale, et, mises en œuvre, elles donnent des pièces doublées ordinaires. Cette coloration bleue si instable est beaucoup plus difficile à obtenir que l'incoloration complète ; elle n'est uniforme que dans des plaques minces, c'est-à-dire telles que la transition brusque de température, au moment de la coulée, y ait été très-sensible en tous les points.

En résumé, la coloration des plaques obtenues à l'aide d'une même composition de cristal aurifère dépend toujours de la température du four pendant la fusion, et de celle de la lingotière au moment de la coulée. Le point de départ est l'incoloration complète ou bien la coloration en rose ou celle en bleue, mais le point ultime est toujours le rouge plus ou moins foncé. Ces influences disparaissent, quant à leurs effets, par le réchauffage, ce qui fait que des plaques de couleurs très-différentes donnent des pièces doublées de couleurs identiques.

Ces faits curieux peuvent faire présumer que la matière colorante n'est ni un sel, ni un oxyde, mais bien un corps simple. Le cristal coloré par l'or ne serait donc autre chose qu'une matière vitreuse tenant en suspension de l'or métallique à un état d'extrême division, et dès lors on comprend que des circonstances purement physiques, telles que des effets de température, amenant certaines modifications dans l'état moléculaire du métal, influent, par cela même, sur la coloration qu'il produit. D'ailleurs, en examinant attentivement une plaque quelconque, il est facile de s'assurer qu'il y a, dans sa masse, une multitude de points brillants d'or métallique formant une sorte d'aventurine. (M.)

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

CONSEIL D'ADMINISTRATION.

LISTE DES MEMBRES TITULAIRES, DES ADJOINTS ET DES MEMBRES HONORAIRES, ARRÊTÉE DANS LA SÉANCE DES ÉLECTIONS DU 26 DÉCEMBRE 1873.

Bureau.

Année de l'entrée au Conseil.

Président.

1829. — DUMAS (G. C. ✻), secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, rue Saint-Dominique-Saint-Germain, 69.

Vice-présidents.

1833. — Le baron A. SÉGUIER (O. ✻), de l'Académie des sciences, etc., rue du Regard, 5.

1844. — BALARD (C. ✻), de l'Académie des sciences, rue d'Assas, 100.

Vice-présidents adjoints.

1847. — BAUDE (Alph.) (O. ✻), inspecteur général des ponts et chaussées, rue Royale-Saint-Honoré, 13.

1846. — Le baron THÉNARD (P.) (✻), de l'Académie des sciences, place Saint-Sulpice, 6.

Secrétaires.

1836. — PELIGOT (E.) (O. ✻), de l'Académie des sciences, vérificateur des essais à la Monnaie, quai Conti, 11.

1850. — LABOULAYE (Ch.) (✻), ancien élève de l'École polytechnique, rue Madame, 40.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Trésorier.

1868. — GOUPIL DE PRÉFELN, rue Taitbout, 34.

Censeurs.

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

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

Commission des fonds.

Membres titulaires.

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

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

1862. — LORIN, propriétaire, boulevard Haussmann, 120.

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

1867. — DEVINCK (C. ✻), manufacturier, ancien président du Tribunal de commerce, rue Saint-Honoré, 175.

1867. — CALON (Paul) (✻), consul du Danemark, rue d'Hauteville, 53.

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

1872. — MICHAL (C. ✻), inspecteur général des ponts et chaussées, rue du Regard, 5.

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

Comité des arts mécaniques.

Membres titulaires.

1847. — BAUDE (Alph.) (O. ✻), inspecteur général des ponts et chaussées, rue Royale-Saint-Honoré, 13.

1847. — ALCAN (✻), ingénieur, professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue du Faubourg-Poissonnière, 98.

1850. — DUMÉRY, ingénieur-mécanicien, boulevard de Batignolles, 24.

1851. — CALLON (O. ✻), inspecteur général, professeur à l'École des mines, rue de l'Odéon, 9.

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

1859. — CAVÉ aîné (✻), ingénieur-mécanicien, rue de Chabrol, 69.

1869. — FARCOT père (✻), ingénieur-mécanicien, à Saint-Ouen (Seine); à Paris, rue Fontaine-Saint-Georges, 34.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1866. — BREGUET (✻), membre du Bureau des longitudes, quai de l'Horloge, 39.
1867. — LECOEUVRE (✻), ingénieur civil, professeur à l'École centrale des arts et manufactures, rue de Turenne, 111.

Membres adjoints.

1867. — DE LA POIX DE FRÉMINVILLE (O. ✻), ingénieur de la Marine, rue de Beaune, 6.
1869. — HATON DE LA GOUPILLIÈRE (✻), professeur à l'École des mines, rue Garancière, 8.
1872. — PIHET (A. E.), ingénieur-mécanicien, rue Neuve-Popincourt, 8.

Comité des arts chimiques.

Membres titulaires.

1831. — CHEVALLIER (O. ✻), de l'Académie de médecine, professeur à l'École de pharmacie, rue du Faubourg-Saint-Denis, 188.
1846. — Le baron THÉNARD (P.) (✻), de l'Académie des sciences, place Saint-Sulpice, 6.
1847. — LEBLANC (Félix) (✻), professeur à l'École centrale des arts et manufactures, rue de la Vieille-Estrapade, 9.
1868. — DEBRAY (✻), essayeur au Bureau de garantie, rue d'Assas, 76.
1851. — BARRAL (O. ✻), secrétaire perpétuel de la Société centrale d'agriculture de France, rue de Rennes, 66.
1851. — SALVETAT (✻), chef des travaux chimiques à la Manufacture nationale de porcelaines, à Sèvres (Seine-et-Oise).
1851. — JACQUELAIN, licencié ès sciences physiques, rue de Vaugirard, 34.
1869. — GOBLEY (✻), membre de l'Académie de médecine, rue de Grenelle-Saint-Germain, 34.
1869. — LAMY (✻), professeur à l'École centrale des arts et manufactures, boulevard Saint-Michel, 77.
1869. — CLOEZ (✻), examinateur à l'École polytechnique, rue Linné, 7.

Membres adjoints.

1869. — BOUIS (✻), essayeur à la Monnaie, quai Conti, 11.
1872. — TROOST (✻), maître de conférence à l'École normale supérieure, rue Bonaparte, 84.
1872. — GRUNER (O. ✻), inspecteur général des mines, rue d'Assas, 90.

Comité des arts économiques.

Membres titulaires.

1840. — PRIESTLEY (W. C.), répétiteur à l'École centrale des arts et manufactures, rue du Cherche-Midi, 36.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1856. — Lissajous (✻), professeur de physique au lycée Saint-Louis, rue des Écoles, 38.

1856. — Le comte du Moncel (Th.) (O. ✻), ingénieur-électricien de l'Administration des lignes télégraphiques, rue de Hambourg, 7, et à Lebisey (Calvados).

1861. — Le Roux (✻), répétiteur de physique à l'École polytechnique, rue de Braque, 4.

1861. — Jamin (O. ✻), de l'Académie des sciences, professeur de physique à la Faculté des sciences, rue Soufflot, 24.

1862. — Peligot (Henri), ingénieur, rue Saint-Lazare, 43.

1862. — De Luynes (Victor), professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue de Vaugirard, 61.

1866. — Bouilhet (Henri) (✻), manufacturier, rue de Bondy, 56.

1866. — Wolff (✻), manufacturier, rue Rochechouart, 22.

Membres adjoints.

1869. — Paliard (✻), architecte en chef de la Préfecture de police, avenue de l'Empereur, 180.

1869. — De la Gournerie (O. ✻), professeur au Conservatoire des arts et métiers, boulevard Saint-Michel, 77.

1869. — Homberg (O. ✻), inspecteur général des ponts et chaussées en retraite, rue Notre-Dame-des-Champs, 115.

Comité d'agriculture.

Membres titulaires.

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

1846. — Moll (O. ✻), professeur au Conservatoire des arts et métiers, rue des Marais-Saint-Martin, 32.

1849. — Brongniart (A.) (C. ✻), de l'Académie des sciences, professeur au Muséum d'histoire naturelle, rue Cuvier, 57.

1851. — Dailly (Ad.) (O. ✻), de la Société centrale d'agriculture de France, rue Pigalle, 69.

1856. — Mangon (Hervé) (O. ✻), de l'Académie des sciences, ingénieur en chef des ponts et chaussées, rue Saint-Dominique-Saint-Germain, 69.

1856. — Bourgeois (✻), membre de la Société centrale d'agriculture de France, au Perray, près Rambouillet (Seine-et-Oise).

1864. — Boitel (O. ✻), inspecteur général de l'agriculture, rue Madame, 34.

1864. — Chatin (✻), de l'Académie de médecine, directeur de l'École de pharmacie, rue de Rennes, 129.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1866. — BELLA (F.) (O. ✱), membre de la Société centrale d'agriculture de France, boulevard de Courcelles, 3.

Membres adjoints.

1866. — TISSERAND (O. ✱), inspecteur général de l'agriculture, rue du Cirque, 17.
1866. — HEUZÉ (✱), inspecteur général de l'agriculture, rue Berthier, 27, à Versailles (Seine-et-Oise).
1869. — PORLIER (✱), sous-directeur au Ministère de l'agriculture et du commerce, rue de Rennes, 129.
1869. — HARDY (✱), directeur du Potager du château de Versailles, à Versailles (Seine-et-Oise).

Comité de commerce.

1856. — BLOCK (Maurice) (✱), membre de plusieurs académies, rue de l'Assomption, 63, à Auteuil (16e arr.).
1858. — RONDOT (Natalis) (O. ✱), délégué de la Chambre de commerce de Lyon, rue du Conservatoire, 11.
1864. — LAVOLLÉE (Ch.) (✱), grande rue de Passy, 76.
1868. — WOLOWSKI (O. ✱), de l'Académie des sciences morales et politiques, membre de l'Assemblée nationale, rue de Clichy, 49.
1869. — CHRISTOFLE (Paul), manufacturier, membre du Conseil municipal de Paris, rue de Bondy, 56.
1869. — ROY (Gustave) (✱), membre du Comité consultatif des arts et manufactures, rue des Jeûneurs, 40.
1866. — SAY (Léon) (✱), membre de l'Assemblée nationale, rue de Labruyère, 45.
1873. — Le vicomte DE CHABANNES (G. O. ✱), vice-amiral, rue Pasquier, 24.
1873. — MAGNIER (E.) (✱), négociant, rue de Châteaudun, 2.

MEMBRES HONORAIRES.

1830. — BUSSY (O. ✱), de l'Académie des sciences, place Saint-Michel, 3.
1840. — CALLA (✱), ingénieur-mécanicien, rue des Marronniers, 8, à Passy.
1840. — FRÉMY (O. ✱), de l'Académie des sciences, rue Cuvier, 33.
1844. — CAHOURS (O. ✱), de l'Académie des sciences, quai Conti, 11.
1844. — GAULTHIER DE RUMILLY (✱), membre de l'Assemblée nationale, à Fleury, près d'Amiens (Somme).
1846. — FÉRAY (E.) (O. ✱), manufacturier, ancien membre du Conseil général des manufactures, à Essonne (Seine-et-Oise).
1853. — PHILLIPS (✱), de l'Académie des sciences, ingénieur des mines, rue de Marignan, 27.
1860. — MOLINOS (Léon) (✱), ingénieur-architecte, rue de Châteaudun, 2.
1864. — BLANCHET (✱), ancien élève de l'École polytechnique, rue d'Hauteville, 26.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

APICULTURE.

Rapport fait par M. CHATIN, *au nom du comité d'agriculture, sur un* NOUVEAU TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE SUR LES ABEILLES *par* M. TARIN, *ancien magistrat, propriétaire, à Courtenay* (*Loiret*) (1).

Messieurs, propriétaire d'un rucher qu'il a rendu des plus prospères par des soins continués durant plus de vingt-cinq ans, M. Tarin a eu la louable pensée d'initier chacun, le monde agricole surtout, à la pratique qui lui a si bien réussi. C'est dans le but de vulgariser l'apiculture, branche de l'agriculture générale d'autant plus digne d'encouragement, que ses produits, d'un chiffre considérable, ne demandent presque aucune mise de fonds, que M. Tarin expose avec clarté et concision, dans un petit volume, tout ce qu'il est nécessaire de savoir pour élever les abeilles avec succès.

Chacun sait que le pays habité par M. Tarin produit en abondance le bon miel blanc, dit miel du Gâtinais; aussi est-ce moins pour ses voisins que pour les nombreux départements dans lesquels l'apiculture est, à tort, délaissée, que l'ancien magistrat a résumé son heureuse pratique.

La plupart des ouvrages qui traitent de l'abeille pèchent par l'excès des détails de science pure; autre est le livre de M. Tarin, duquel sont exclues les « notions théoriques qui, loin d'éclairer les villageois, les laissent au milieu des ténèbres. »

Après quelques indications obligées sur les ouvrières, seuls travailleurs de la ruche, qu'elles rempliront de miel et de cire; sur les mâles, impitoyablement massacrés comme bouches parasites, dès que la reine sera fécondée; sur la reine, enfin, espoir de la colonie dont la multiplication repose en elle, M. Tarin traite successivement de tous les points : de l'exposition du rucher (lieu abrité, à l'est-sud-est); des ruches vitrées pour observations; des ennemis des abeilles et des moyens d'en préserver celles-ci; des productions de l'abeille (propolis, pollen, cire, miel, couvain ou œufs pondus par les reines); des essaims naturels et artificiels, de l'influence des hivers, du travail et des maladies des abeilles, de la durée des ruches, des combats des abeilles et du pillage de leurs provisions, considérés dans leurs modes et leurs causes; de la

(1) Montargis, imprimerie Grimont, in-12, année 1872.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

remise au travail des ruches inactives par excès de population ; de l'engourdissement et du réveil des abeilles, de la mise en deuil des ruches dont le propriétaire est mort. M. Tarin traite en outre des points suivants : comment les ruches volées ne profitent aux voleurs que s'ils les vendent sans retard ; des abeilles (finesse du toucher et de l'odorat), moyens de leur faire passer l'hiver chaudement et sainement; mener paître des abeilles et son désaccord avec la législation; faculté qu'ont les abeilles ouvrières de créer des reines par la métamorphose du couvain ; plantes qui fournissent le plus de miel et le meilleur; lois qui régissent l'apiculture; diverses sortes de ruches (les plus simples sont les meilleures) et des soins de propreté à leur donner ; manière d'enfumer les abeilles et remèdes contre leurs piqûres; dépouille partielle, achat et transport des ruches; enlèvement des essaims à l'essaim âgé; chant des reines, travaux de chaque mois; changements à opérer dans les portes des ruches suivant les saisons; causes qui nuisent à l'approvisionnement des abeilles; poids des ruches et des essaims; émissaires chargés de chercher un abri aux essaims sur le point de sortir; comment un essaim contesté découvre son propriétaire; produit des ruches après la réserve d'hiver laissée aux abeilles, etc.; toutes choses qui intéressent le propriétaire de ruches, et dont l'observation procurera à celui-ci agrément et profit.

Certains articles du traité de M. Tarin gagneraient à être plus rapprochés, mieux groupés, sous le rapport didactique ; mais ce desiderata est grandement compensé par le caractère essentiellement pratique que donne l'auteur à son livre.

Au résumé, nous estimons celui-ci très-propre à inspirer le goût de l'apiculture, et, par suite, à accroître la production de la cire et du miel, matières pour lesquelles la France paye à l'étranger de nombreux millions, dont elle fera plus que s'affranchir le jour où chacun de nos départements aura autant de ruches que celui du Loiret, où le rucher de M. Tarin est un modèle souvent et toujours utilement visité.

Nous proposons, en conséquence, de remercier M. Tarin de l'envoi de son ouvrage et d'insérer au *Bulletin* le présent rapport.

Signé CHATIN, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 25 *avril* 1873.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES.

ÉTUDE SUR LA BIÈRE ; NOUVEAU PROCÉDÉ DE FABRICATION POUR LA RENDRE INALTÉRABLE, PAR M. L. PASTEUR (1).

« Tout le monde sait que la bière est éminemment altérable : pendant les chaleurs de l'été, elle ne résiste pas plus d'un mois à six semaines aux causes de sa détérioration. Le moût qui sert à sa préparation est d'une conservation plus difficile encore. A une température un peu élevée, le moût de bière peut devenir, dans l'intervalle de quelques heures, surtout par un temps orageux, le siége d'altérations diverses.

« Les altérations du moût de bière et de la bière ont une si grande influence sur les procédés de fabrication de cette boisson, qu'on pourrait avancer, sans crainte d'erreur, que toutes les pratiques de l'art du brasseur sont liées à l'existence de ces altérations et dominées par la nécessité de lutter contre leurs désastreux effets. Une des plus dispendieuses de ces pratiques propres à assurer, dans une certaine mesure, la conservation du moût et de la bière, consiste dans l'emploi de la glace, et plus généralement des basses températures.

« Qu'est-ce donc que ces altérations de la bière qui dominent à ce point la fabrication de cette grande industrie, et, si elles étaient connues dans leurs causes, ne pourrait-on pas espérer les combattre par des moyens plus économiques et plus simples que ceux auxquels s'est trouvée conduite une pratique intelligente ?

« J'ai imaginé un procédé nouveau de refroidissement et de fermentation qui réalise ce progrès.

« Voici les résultats les plus essentiels de mon travail :

« 1° Toutes les altérations de la bière, soit de la bière achevée, soit de la bière en cours de fabrication et du moût qui sert à la produire, sont corrélatives du développement et de la multiplication d'organismes microscopiques, que j'appelle, pour ce motif, des *ferments de maladie ;*

(1) Communication faite par l'auteur dans la séance du 28 novembre 1873.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« 2° Les germes de ces ferments sont apportés par l'air, par les matières premières, par les ustensiles en usage... ;

« 3° Toutes les fois qu'une bière ne renferme pas les germes vivants qui sont la cause immédiate de ses maladies, cette bière est inaltérable, quelle que soit la température de sa fabrication et de sa conservation ;

« 4° Je démontre que, par l'emploi des procédés actuels de la brasserie, tous les moûts, tous les levains et toutes les bières renferment les germes des maladies propres à ces substances.

« Prenons une bière quelconque dans le commerce, c'est-à-dire une bière qui aura été fabriquée par les procédés en usage dans les brasseries de France, d'Angleterre ou d'Allemagne ; exposons-la dans des bouteilles closes à une température de 15 à 25 degrés C. Il arrive constamment (du moins je n'ai pas rencontré à ce fait une seule exception) que cette bière, dans l'intervalle de quelques semaines, s'altère jusqu'à devenir impropre à l'alimentation. La conservation ne serait possible, dans quelques cas exceptionnels, que par l'addition d'une quantité de houblon supérieure à celles que l'usage a consacrées (1). En même temps et parallèlement au progrès même de l'altération, on voit apparaître et se multiplier des organismes microscopiques divers.

« Comment ces organismes ont-ils pris naissance ?

« Mes études antérieures ont établi que les liquides organiques les plus altérables, tels que le sang, l'urine, le jus de raisin, etc., se conservent indéfiniment, sans éprouver ni fermentation, ni putréfaction quelconques, lorsqu'on les expose à l'air ordinaire, mais à l'air débarrassé des poussières qu'il charrie sans cesse ou de celles qui sont déposées à la surface de tous les objets de la nature. Les contradictions que cette proposition a soulevées de la part des hétérogénistes, soit de ceux qui veulent que la matière brute puisse s'organiser d'elle-même, soit de ceux qui prétendent que les organismes microscopiques peuvent être engendrés par les matières albuminoïdes de l'économie vivante, sont venues échouer devant l'expérience si simple qui consiste à enfermer les liquides organiques dont il s'agit dans des vases ouverts, mais dont l'ouverture, placée à l'extrémité d'un tube sinueux, est assez éloignée du liquide contenu dans ces vases pour que les poussières, en suspension dans l'air, ne puissent arriver jusqu'au contact du liquide.

(1) On agit ainsi pour les bières anglaises d'exportation, qui ont en outre une teneur en alcool plus élevée que les bières du continent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Cela posé, préparons une série de ces vases où du moût de bière sera en conservation parfaite depuis des semaines, des mois ou des années; puis, par un artifice très-simple, qui repose sur l'existence et l'emploi d'une deuxième tubulure soudée aux ballons dont je parle, introduisons séparément, dans chacun de ceux-ci, une goutte du dépôt de toutes les bières commerciales. Comme la bière la plus limpide contient toujours quelques globules de levûre en suspension, la fermentation alcoolique s'établira, les jours suivants, dans tous les ballons, et le moût de bière que chacun d'eux renferme se transformera en bière. Or, si l'on opère dans une étuve, à la température de l'été, et que les ballons y séjournent quelques semaines, on reconnaîtra que toutes les bières ainsi préparées seront altérées et qu'aux globules de levûre alcoolique ordinaire se trouveront associés, en nombre plus ou moins considérable, les ferments de maladie dont j'ai parlé tout à l'heure. Les germes de ces ferments existaient donc dans toutes les bières commerciales employées. Cette interprétation des faits est confirmée par les résultats suivants.

« Si l'on prépare une bière privée de tout germe de maladie, et qu'on ensemence les moûts, conservés sans altération, non plus avec des bières fabriquées par les procédés actuels, mais avec cette bière exempte de germes vivants d'altération, on obtient, dans tous les cas, des bières parfaitement saines et une absence complète d'êtres vivants, autres que ceux qui constituent les globules de la levûre alcoolique. Cette expérience achève de prouver, en outre, la corrélation qui existe entre l'altération de la bière et la présence de certains organismes microscopiques.

« De mes études sur le vin, j'avais déduit que le vin n'est pas un liquide altérable de lui-même. Cette conclusion est vraie également pour la bière. C'est en dehors de sa nature propre, de sa composition, qu'il faut chercher les causes de son altération. Les seules modifications qu'elle puisse éprouver spontanément sont des modifications d'ordre chimique, telles que *l'évent*, si on l'expose au contact de l'oxygène, ou des effets de vieillissement, par suite de réactions entre ses éléments constituants, principalement sous une influence oxydante lente et ménagée. Ces derniers changements dans la nature du liquide ne correspondent pas à des états maladifs proprement dits; souvent même ils contribuent à son amélioration. Pour que la bière s'altère, pour qu'elle devienne *aigre*, *putride*, *filante*, *tournée*, *lactique*..., il est nécessaire que dans son intérieur se développent des organismes étrangers, et ces organismes n'apparaissent et ne se multiplient qu'autant que leurs germes existent, à l'ori-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gine, dans la masse liquide. Ces faits sont vrais pour les températures les plus hautes de l'atmosphère auxquelles la bière peut être exposée, à tel point qu'une bière pourrait faire le tour du monde et séjourner dans les pays les plus chauds, si elle ne portait en elle les organismes de maladie qui nous occupent. Elle ne pourrait éprouver que la seule fermentation alcoolique.

« La nature du moût de bière donne lieu à des conclusions toutes semblables. Rien ne saurait mieux démontrer que les altérations du moût sont réellement dues à des organismes microscopiques que le fait rappelé tout à l'heure de l'inaltérabilité absolue de ce moût au contact de l'air, quand, par une ébullition préalable, on a détruit la vitalité des germes que le moût pouvait renfermer, et que, par un artifice quelconque, on place ensuite ce moût à l'abri des poussières que l'air charrie.

« Des faits du même ordre nous sont offerts par la levûre de bière, ce produit indispensable de toute bonne fabrication. Toutefois, en ce qui concerne la levûre, les choses ne se présentent pas avec la même simplicité que pour la bière et le moût d'où on la tire. La bière et le moût de bière sont des substances mortes ; ce n'est que par un langage figuré qu'on les considère quelquefois comme des liquides doués d'une vie propre. On comprend, dès lors, que ces liquides soient indestructibles tant qu'ils ne sont pas soumis à des causes extérieures de détérioration. La levûre, au contraire, est un être vivant. La matière des êtres vivants est-elle indestructible au contact de l'atmosphère, celle-ci étant envisagée comme un ensemble d'éléments gazeux ou de fluides impondérables n'ayant, à aucun degré, la puissance d'évolution de tout ce qui a vie? Nos cadavres à nous-mêmes, par exemple, resteraient-ils intacts, n'éprouvant que des phénomènes d'ordre physique ou chimique, tels que l'humectation ou la dessiccation, ou des oxydations lentes, s'ils n'étaient naturellement des sources de matières nutritives pour une multitude d'animaux ou de végétaux inférieurs? Enfin, pour la levûre de bière, les doutes que je soulève se compliquent encore d'un autre problème. On sait que des botanistes très-habiles, autrefois M. Turpin, de nos jours, en Allemagne, M. Hoffmann, pour ne citer qu'un seul nom, et présentement encore, en France, M. Trécul, ont cru devoir conclure de leurs observations que la levûre de bière peut faire naître des moisissures diverses, entre autres le *Penicillium glaucum*,

« Que la levûre de bière soit éminemment altérable, tous ceux qui ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manié cette substance ont eu l'occasion de le constater. Pendant les chaleurs de l'été, et même à des températures plus basses, elle change de consistance dans l'intervalle de quelques jours, répand une odeur putride, perd son activité comme ferment. On sait aussi que ces altérations s'accompagnent du développement d'organismes microscopiques, bactéries, vibrions, ferment lactique, moisissures diverses. D'où viennent ces productions organisées ? La levûre les engendre-t-elle d'elle-même par une modification de ses cellules dans des conditions de vie nouvelle ; ou bien ces organismes trouvent-ils leur origine dans les poussières des objets avec lesquels la levûre a été en contact ?

« Je suis parvenu à préparer de la levûre privée de tout germe étranger à sa nature propre, et j'ai pu, dès lors, me rendre compte des changements qu'elle éprouve au contact de l'air pur. Chose assurément remarquable, dans ces conditions, la levûre paraît inerte comme une substance minérale, ne donne lieu à aucune putréfaction quelconque, et l'on ne voit apparaître, à sa surface ou dans son intérieur, ni moisissures, ni vibrions, ni bactéries, ni ferments acétique ou lactique ; elle ne donne même pas naissance, dans ces conditions, au *mycoderma vini*, si voisin de la levûre par sa structure, sa forme, son mode de développement (1) ; enfin elle conserve son caractère ferment, quoique forcée de vivre pour un temps sur sa propre substance ; son protoplasma se modifie profondément, comme il arrive toujours pour des cellules où les phénomènes habituels d'assimilation se trouvent suspendus.

« Si l'on se pénètre bien des principes qui précèdent et de leurs conséquences pratiques, il est facile de comprendre qu'on puisse parvenir à faire de la bière qui ne soit plus exposée à s'altérer, quelle que soit la température extérieure.

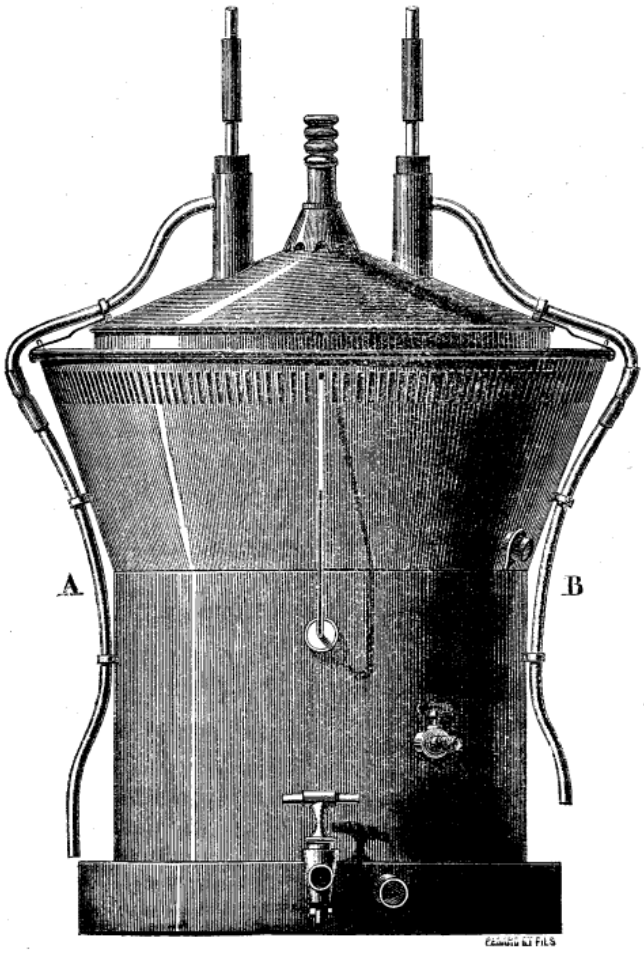
---

(1) J'ai annoncé que le *mycoderma vini* se transformait en levûre de bière basse par la submersion dans un milieu nutritif sucré. Depuis lors, j'ai exprimé des doutes sur cette opinion et indiqué la cause d'erreur que je craignais. Je crois que l'interprétation que j'ai donnée des faits que j'avais observés est inexacte. Les articles du *mycoderma vini* se gonflent, en effet, par la submersion et se transforment en cellules qui agissent à la manière des cellules de levûre alcoolique, avec production d'alcool et de gaz acide carbonique ; mais ces cellules n'ont pas, sous cet état nouveau, la faculté de se reproduire. La levûre *spontanée* qu'on voit apparaître et se multiplier doit provenir de germes de levûre apportés par l'air, qui tombent sur le *mycoderma vini* pendant qu'il est exposé en grande surface, lesquels germes se développent après la submersion.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Nous pouvons considérer, tout d'abord, que la bière est forcément portée à l'ébullition lorsqu'elle est sous la forme d'extrait de malt houblonné ; à ce moment, tous les germes de maladie du moût sont détruits. Opposons-nous donc, dès que cette opération de l'infusion de houblon est achevée, à l'introduction de germes nouveaux, doués de vie. Voici les dispositions auxquelles je me suis arrêté.

« L'appareil dont je me sers (voir la figure ci-dessous) consiste essentiellement en une cuve de fer-blanc ou de tôle étamée, munie d'un couvercle à



fermeture hydraulique et qui peut ne communiquer avec l'air extérieur que par des tubes verticaux A et B, brisés pour le maniement du couvercle, mais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont les parties se rejoignent ensuite facilement, lesquels tubes font l'office des cols sinueux des ballons de verre dont je me sers dans mes expériences sur les générations dites spontanées.

« Le moût enfermé très-chaud dans la cuve est refroidi, soit par le contact de l'air, soit par un courant d'eau. On peut abréger la durée du refroidissement par une circulation d'eau intérieure à l'aide d'un serpentin. Rien de plus simple que de s'opposer à la rentrée des germes extérieurs pendant le refroidissement, en faisant arriver du gaz acide carbonique par l'un des tubes verticaux A ou B, pendant que l'autre de ces tubes laisse échapper l'excès du gaz. Ces tubes peuvent encore servir d'une autre manière pour que le moût refroidisse à l'abri des germes de maladie; en effet, notre appareil, muni de ses tubes, ou mieux de l'un d'eux qui restera ouvert, l'autre étant fermé, nous offre exactement la disposition des vases de verre à col recourbé et à ouverture éloignée du liquide dont il a été parlé ci-dessus. Pour ce moût de bière introduit bouillant à l'origine, les choses se passeront comme pour les liquides fermentescibles dans ces ballons de verre; il pourra se refroidir au contact de l'air, sans être exposé à s'altérer. L'expérience montre, en effet, que le moût peut se conserver dans ces conditions, quelle que soit la capacité des vases, aussi longtemps qu'on le désire, avec toutes ses qualités premières.

« Il faut ensuite le mettre en levain, en opérant, autant que possible, à l'abri de l'air commun, ce qui est facile, et en se servant d'un levain tout à fait pur, condition indispensable à réaliser, et qui a été l'une des principales difficultés de mon travail.

« Où trouver ce levain pur? J'ai reconnu que tous les levains des brasseries, même les mieux tenues, sont toujours impurs, parce que cette impureté est inhérente aux procédés mêmes qui sont en usage aujourd'hui. Or l'emploi de tels levains, non-seulement rend impossible la fabrication des bières inaltérables en vases clos, mais il exagère, au contraire, les défauts des procédés actuellement employés.

« Dans ces conditions, les levains deviennent de plus en plus défectueux; c'est qu'il existe entre la levûre et les ferments de maladie de la bière une différence physiologique très-digne d'attention. Tandis que la levûre de bière vit et se multiplie au contact de l'air, plus rapidement et plus facilement qu'en présence du gaz acide carbonique, les ferments de maladie, au contraire, sont gênés dans leur vie et leur propagation par la présence du gaz oxygène : sous ce rapport, ils sont analogues à ce singulier vibrion que j'ai

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

montré autrefois être le ferment butyrique et que l'oxygène de l'air prive de mouvement et d'action comme ferment. Il en résulte que, quand on opère à l'abri de l'air, les fermentations accessoires se développent avec facilité, tandis que la fermentation alcoolique est entravée, parce que la levûre de bière ne peut venir reprendre au contact de l'oxygène une source nouvelle d'activité ; aussi toutes les tentatives de fabrication de la bière en vase clos, à l'abri de l'air, ont échoué jusqu'à présent. Mais tous ces effets sont la conséquence de l'impureté des levains habituels des brasseries (1), car, si ces derniers ne portaient pas en eux-mêmes des ferments étrangers, ceux-ci ne pourraient apparaître ni spontanément, ni par le fait d'une transformation de la levûre.

« Tels sont les principaux motifs de la nécessité de l'emploi d'un levain pur et toujours tel dans l'application de mon procédé. Plusieurs moyens peuvent être mis en pratique pour la production et l'usage d'un levain pur ; je serais entraîné trop loin si je voulais m'arrêter à ceux que j'ai adoptés ; qu'il me suffise de dire qu'on y parvient surtout en profitant de la différence d'action de l'oxygène de l'air sur la levûre et sur les ferments de maladie, et que, quand on a obtenu une petite quantité de levain pur, il est possible de le conserver tel et de le multiplier à l'aide des dispositions d'appareils dont j'ai donné, tout à l'heure, la description. On placerait, à la rigueur, dans un de ces appareils remplis de moût pur, quelques cellules de levûre, sans mélange d'organismes étrangers, que celles-ci fourniraient de grandes quantités de levain toujours pur. La levûre, n'ayant pas à craindre d'être gênée par les ferments de maladie, pourra s'accommoder de quantités limitées d'air, s'en passer même tout à fait, quoiqu'au préjudice de sa rapidité d'action, tandis que, dans les procédés ordinaires, la présence de beaucoup d'air est nécessaire.

« Je mets donc le moût en levain, mais en levain pur; la fermentation a lieu, et, quoique s'effectuant à l'abri de l'air ou en présence de quantités limitées d'air pur, elle ne donne pas de ferments étrangers, parce que l'espèce levûre de bière seule a été semée, et que ce qui a été avancé au sujet

(1) Cette appréciation est confirmée par ce fait que les bières obtenues par mon procédé avec emploi de l'acide carbonique ont des qualités remarquables; la plus grande lenteur de la fermentation propre à cette disposition de la fabrication contribue sans doute à ce résultat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une transformation possible de la levûre en bactéries, vibrions, *mycoderma aceti*, moisissures vulgaires, ou *vice versâ*, est erroné. Enfin, quand la bière est faite, on peut la traiter à la manière ordinaire, sans que, cette fois, le contact de l'air offre des inconvénients, parce que la bière achevée ou sur le point de l'être n'offre plus un milieu nutritif favorable à la propagation des germes aériens de ses propres ferments de maladie, du moins à ceux qui sont *anaérobies*, c'est-à-dire qui n'ont pas besoin de l'oxygène de l'air pour vivre et se multiplier. Quant aux autres, qui sont le *mycoderma aceti* et *mycoderma vini*, des précautions simples, et que la pratique, d'ailleurs, a toujours suivies, permettent de les éviter facilement.

« En résumé, la bière faite dans les conditions que je viens d'indiquer, logée, selon l'usage, dans des tonneaux goudronnés récemment, ou mise en bouteilles, se conserve indéfiniment, même dans une étuve de 20 et 25 degrés centigrades. Loin d'éprouver avec le temps quelque altération, elle paraît plutôt s'améliorer par un effet de vieillissement naturel, analogue à celui qu'offrent les vins, qui se conservent sans se détériorer (1).

« On comprend, dès lors, la possibilité de supprimer l'emploi de la glace, ou plus généralement des basses températures, pendant et après la fermentation, puisque le nouveau procédé est applicable, à toute température, aux bières dites allemandes, et que les bières qu'on en obtient sont inaltérables. La température des caves de conserve pourra ne pas être inférieure à 10 ou 12 degrés centigrades, température qu'on peut obtenir, même en été, sans emploi de la glace, dans les climats tempérés, par des caves d'une profondeur qni n'a rien d'exagéré.

« Tel est, d'une manière succincte, le procédé de fabrication de la bière que j'ai imaginé, et dont l'étude m'a occupé pendant ces trois dernières années. »

---

(1) La rigueur des principes que j'avance au sujet des causes des maladies de la bière est telle, que la fabrication peut être améliorée par la mise en usage d'une partie seulement des pratiques que ces principes conseillent. M. Velten à Marseille, M. Kuhn à Clermont-Ferrand, ont perfectionné sensiblement leur travail en agissant ainsi, c'est-à-dire en adoptant une partie seulement de mon procédé à une époque où celui-ci n'était pas encore définitif. M. Velten refroidit le moût dans l'air pur; M. Kuhn le refroidit de manière à éviter les germes d'altération provenant des bacs, de la cuve-guilloire et ceux que les levains ramassent partout dans la brasserie, entre le moment où on les recueille et celui où on les utilise.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MACHINES LOCOMOTIVES.

NOTE SUR LES RÉACTIONS DU COULISSEAU SUR LA COULISSE DE DISTRIBUTION ET SUR LE RETOUR BRUSQUE DU LEVIER DE CHANGEMENT DE MARCHE DANS LE CAS DU RENVERSEMENT DE LA DISTRIBUTION, PAR M. A. BALGUERIE (*planche* 3),

Ingénieur au chemin de fer du Midi.

En marche, dans une machine locomotive munie d'une distribution à coulisse et à deux excentriques, le levier de changement de marche est à chaque instant sollicité à se placer à fond de course dans le sens de la marche, à tel point que, si le verrou vient à se déclancher, le levier est généralement fortement projeté vers la position du fond de course; et cet effet est encore plus accusé lorsqu'on renverse la distribution de vapeur.

En renversant la marche avec le régulateur ouvert, on éprouve une extrême difficulté à faire franchir au levier le point mort du secteur à crans, et, si on n'arrive pas rapidement à mettre le verrou dans un cran, le levier ne peut plus être maintenu et revient brusquement vers le fond de course.

Cet effet est dû aux réactions du coulisseau sur la coulisse, dues à l'inclinaison de la coulisse et à la résistance que le tiroir oppose à son mouvement en vertu de la pression considérable qu'il supporte.

La présente note a pour but d'expliquer la cause de cette tendance au déplacement du coulisseau et de mesurer approximativement l'intensité de l'effort qui tend à provoquer ce déplacement.

Nous examinerons successivement les trois distributions en usage sur les machines locomotives de la compagnie du Midi, savoir :

1° Les distributions avec coulisse de Stephenson,
2° — — de Gooch,
3° — — d'Allan.

1° *Cas de la coulisse de Stephenson.*

Soit, fig. 1 (planche 3), C_0D_0, une coulisse placée dans une position telle, qu'elle corresponde à un cran quelconque de la marche en avant, la manivelle étant au point mort, et supposons que la manivelle et, par suite, les excentriques tournent d'un angle $\omega = A_0OA_1 = B_0OB_1$, la coulisse prendra la position C_1D_1 inclinée d'un angle α sur une perpendiculaire à l'axe OR de distribution; supposons, en outre, pour les calculs qui vont suivre, que la coulisse se confonde avec sa corde.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si nous appelons R la résistance opposée par le tiroir, la composante de cette force qui tend à déplacer le coulisseau sur la coulisse est :

$$R \sin \alpha.$$

Pour arriver à connaître la valeur de cette quantité et en analyser les variations, il faut déterminer la valeur de sin α et tenir compte des changements de signe de R, puisque le tiroir est tantôt tiré, tantôt poussé.

On peut admettre le signe — tant que le tiroir est tiré, et le signe + tant qu'il est poussé ; pour déterminer le moment du changement de signe, il faut chercher l'angle décrit par la manivelle au moment du plus grand déplacement du tiroir.

Or M. Zeuner, dans son excellent *Traité sur les distributions,* a donné la formule suivante, qui établit la valeur d du déplacement du tiroir à partir de l'axe des orifices et en fonction de l'angle ω décrit par la manivelle.

$$d = r\left(\sin \delta + \frac{c^2 - u^2}{cl} \cos \delta\right) \cos \omega + \frac{ur}{c} \cos \delta \sin \omega.$$

Dans cette formule, qui se rapporte au cas des barres droites,

r représente l'excentricité,
δ — l'angle d'avance,
$2c$ — la longueur de la coulisse,
l — la longueur des barres,
u — la distance du coulisseau au point mort de la coulisse.

Cette équation peut s'écrire :

$$d = 2x \cos \omega + 2y \sin \omega,$$

en appelant x et y les coordonnées des cercles de tiroir.

Le déplacement maximum du tiroir correspond à l'angle ω, dont :

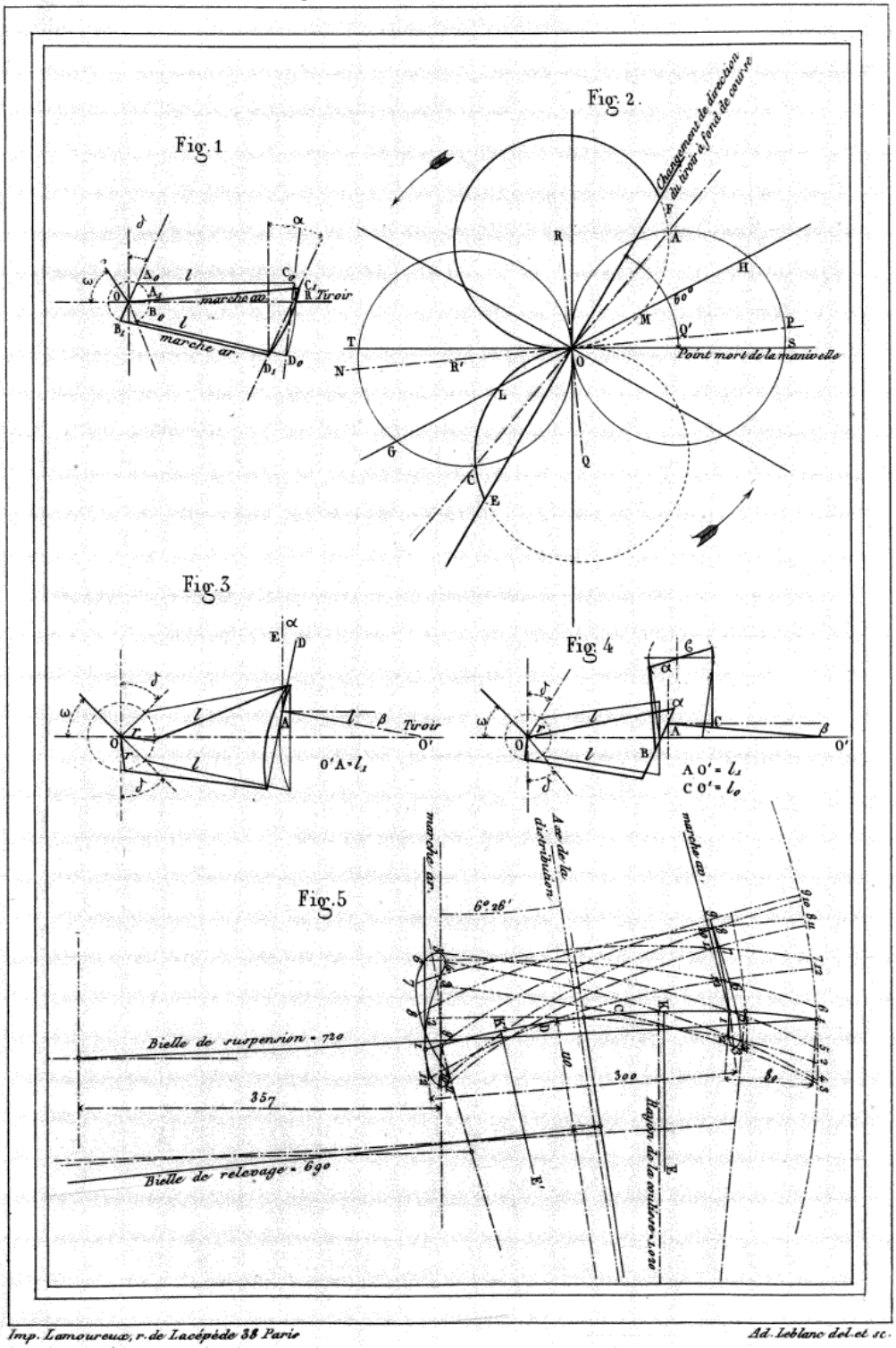
$$tg\, \omega = \frac{y}{x}.$$

Si nous appelons ω' cet angle, qui est à déterminer pour chaque valeur de u et qui est nul pour $u = o$, c'est-à-dire lorsque le levier de changement de marche est au point mort.

La valeur de R sera négative de $\omega = 0$ à $\omega = \omega'$;
positive de $\omega = \omega'$ à $\omega = 180° + \omega'$;
négative de $\omega = 180° + \omega'$ à $\omega = 0$.

Quant à la valeur de sin α, elle est également donnée par M. Zeuner, et est :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38 Paris Ad. Leblanc del. et sc.

DES RÉACTIONS DU COULISSEAU SUR LA COULISSE, PAR M. BALGUERIE

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$$\sin\alpha = \frac{r}{c}\cos\delta\sin\omega - \frac{r}{l}\sin\delta\cos\omega + \frac{u}{l} - \frac{ur}{cl}\cos\delta\cos\omega + \frac{r^2}{4cl}\left(\cos^2(\delta-\omega) - \cos^2(\delta+\omega)\right)$$

ou

$$\sin\alpha = \frac{r}{c}\cos\delta\sin\omega - \frac{r}{l}\sin\delta\cos\omega + \frac{r^2}{cl}\cos\delta\cos\omega\sin\delta\sin\omega + \frac{u}{l}\left(1 - \frac{r}{c}\cos\delta\cos\omega\right),$$

la valeur de R sin α est alors :

$$R\left(\frac{r}{c}\cos\delta\sin\omega - \frac{r}{l}\sin\delta\cos\omega + \frac{r^2}{cl}\cos\delta\cos\omega\sin\delta\sin\omega\right) + R\frac{u}{l}\left(1 - \frac{r}{c}\cos\delta\cos\omega\right).$$

Application à une machine de la série 801-888.

$$r = 72 \qquad \delta = 30^\circ \qquad l = 1460 \qquad c = 150.$$

La valeur de R sin α est :

$$R\ (0{,}4157\ \sin\omega - 0{,}02465\ \cos\omega + 0{,}01027\ \cos\omega\ \sin\omega) + Ru\ (0{,}00068 - 0{,}0002847\ \cos\omega).$$

On peut, sans inconvénient, ne pas tenir compte du dernier terme, qui est très-petit, et dont la valeur maximum atteint, pour $\cos\omega = 1$,

$$0{,}0004\ R.$$

Pour déterminer les changements de signe de R, il faut chercher les valeurs de ω' correspondant à

$$tg\,\omega = \frac{y}{x},$$

en faisant successivement $u = 0$, 30, 60, 90, 120 et 150, on obtient les angles suivants :

$u = 0$	(point mort)	$\omega' = 0.$
$u = 30$	—	$\omega' = 16^\circ\ 28'.$
$u = 60$	—	$\omega' = 31^\circ\ 5'.$
$u = 90$	—	$\omega' = 43^\circ\ 3'.$
$u = 120$	—	$\omega' = 52^\circ\ 35'.$
$u = 150$	(fond de course)	$\omega' = 60^\circ.$

Si le coulisseau est au point mort de la coulisse, le changement de direction a lieu lorsque la manivelle franchit les points morts, et, s'il est à fond de course, ce changement de direction a lieu lorsque la manivelle a décrit des angles de 60° et de 240°.

Il est facile alors de calculer, pour un angle quelconque décrit par la manivelle, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

valeur de R sin α ; le tableau ci-dessous donne les diverses valeurs de R sin α dans l'hypothèse de $u = 120$:

$\omega =$ 0	R sin $\alpha =$	0,02465 R	
30°	$=$	— 0,1909 R	
52° 35′	$=$	∓ 0,3336 R	changement de signe.
60°	$=$	0,3521 R	
90°	$=$	0,4157 R	
120°	$=$	0,3679 R	
150°	$=$	0,2247 R	
180°	$=$	0,0246 R	
210°	$=$	— 0,1821 R	
232° 35′	$=$	∓ 0,3104 R	changement de signe.
240°	$=$	0,3433 R	
270°	$=$	0,4157 B	
300°	$=$	0,3679 R	
330°	$=$	0,2247 R	
360°	$=$	0,0246 R	

L'examen de ce tableau fait voir que si la valeur de R sin α est généralement positive, c'est-à-dire si elle tend à faire aller le coulisseau à fond de course, elle est cependant de sens contraire dans l'exemple que nous venons de prendre, pendant un instant très-court, aux environs des angles de 30° et de 210°.

Pour faire ressortir les variations de cette quantité suivant les diverses valeurs de ω, il faut la traduire graphiquement.

En examinant la quantité :

$$R\ (0{,}4157 \sin\omega - 0{,}02465 \cos\omega + 0{,}01027 \cos\omega \sin\omega),$$

on reconnaît que les deux premiers termes représentent l'équation polaire d'un cercle dont les coordonnées du centre sont, en prenant l'axe polaire pour axe des abscisses,

$$x = -0{,}0123 \qquad y = 0{,}207.$$

Le changement de signe de R équivalant aux changements de signe des coefficients, on en déduit que deux cercles sont nécessaires pour représenter la valeur graphique des deux premiers termes ; ces deux cercles sont diamétralement opposés, le cercle supérieur se rapportant aux valeurs positives de R et le cercle inférieur aux valeurs négatives.

Pour avoir la courbe véritable, il faudrait alors, à chaque rayon vecteur, ajouter ou retrancher la quantité :

$$0{,}01027 \cos\omega \sin\omega,$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

calculée pour chaque angle correspondant. Cette quantité est très-faible, sa plus grande valeur a lieu pour $\omega = 45°$ et atteint 0,00513. Comme nous n'avons d'autre but que d'avoir une idée à peu près exacte des variations de R sin α, il suffit de considérer les cercles dont nous venons de parler.

La figure 2 représente ces deux cercles, dont les centres sont en R et Q ; le cercle supérieur se rapporte aux valeurs positives de R et le cercle inférieur aux valeurs négatives.

Supposons le coulisseau à fond de course, le changement de direction a lieu lorsque la manivelle a décrit un angle de 60° ; si nous traçons la ligne EF inclinée de cet angle sur ST, son intersection avec les deux cercles détermine la part de chacun d'eux à attribuer pour les valeurs de R sin α.

Ainsi, pendant le trajet de la manivelle de OS à OP, la valeur de R sin α est positive et prise sur le cercle supérieur; de OP à OF elle est négative et prise sur le cercle inférieur ; enfin, à partir de OF et jusqu'à ON, elle redevient positive, et ainsi de suite pour le reste du tour complet.

Si, au contraire, le coulisseau est placé en un point tel que le changement de direction du tiroir ait lieu en OP, il est facile de voir que les valeurs de R sin α sont constamment positives.

L'examen de la figure fait ressortir sans autres explications ce qui a lieu pour une position quelconque du coulisseau.

Afin de se rendre compte de l'effet produit par l'ensemble des deux coulisses d'une machine, il suffit de placer sur la figure que nous venons de tracer une deuxième figure exactement semblable tournée de 90°. On voit alors que les parties positives des nouveaux cercles couvrent les parties négatives des premiers, à l'exception, dans le cas du fond de course, des portions CE, AF, etc.

On peut en conclure que, lorsque le coulisseau est placé en un point quelconque, le levier de changement de marche sur lequel agit la résultante des deux efforts est généralement sollicité à aller vers le fond de course, sauf dans les positions où le changement du tiroir a lieu pour des angles de la manivelle compris entre les positions OA et OF et pendant le temps très-court, qui se répète quatre fois dans un tour de roue, que les manivelles mettent à passer de la position AO à celle déterminée par le changement de direction du tiroir.

Si nous appelons a et b les coordonnées du centre du cercle supérieur, l'expression de R sin α est :

$$R\ (2b \sin \omega - 2a \cos \omega),$$

et la résultante des efforts des deux coulisseaux est alors :

$$\begin{aligned} &R\ (2b \sin \omega - 2a \cos \omega) && \text{(cercle supérieur)} \\ +\ &R\ (2b \cos \omega + 2a \sin \omega) && \text{(cercle de droite).} \end{aligned}$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Soit :

$$2\,R\,\{(a+b)\,\sin\omega\,+\,(b-a)\,\cos\omega\},$$

le maximum de cette quantité a lieu pour un angle ω, dont

$$tg\,\omega = \frac{b+a}{b-a}.$$

Il est facile de voir que cet angle n'est autre que l'angle AOS.

En effet, l'équation polaire du cercle supérieur est :

$$\rho = 2b\,\sin\omega - 2a\,\cos\omega.$$

L'équation polaire du cercle de droite est, en remplaçant ω par $90° - \omega$,

$$\rho = 2b\,\cos\omega + 2a\,\sin\omega,$$

le point A étant commun aux deux cercles, on en déduit l'égalité

$$2b\,\sin\omega - 2a\,\cos\omega = 2b\,\cos\omega + 2a\,\sin\omega$$

ou

$$(b-a)\,\sin\omega = (b+a)\,\cos\omega.$$

D'où

$$tg\,\omega = \frac{b+a}{b-a},$$

ce qui est précisément la valeur correspondant au maximum.

On peut donc dire que le maximum de l'effort qui tend à déplacer le coulisseau a lieu lorsque la manivelle atteint la position OA, à la condition cependant que le changement de direction du tiroir ait lieu avant cette position.

Dans l'exemple qui nous occupe, cet angle est de 48° 27′, et le maximum de l'effort atteint :

0,5889 R.

En tenant compte de la dimension des tiroirs, de la pression qu'ils supportent, et en supposant les frottements en bon état, on arrive à 500 kilogrammes environ pour le maximum de l'effort qui tend à réagir sur le levier de changement de marche. Cet effort représente 9 à 10 kilogrammes à la poignée du levier et n'a rien d'exagéré ; mais, si on réfléchit que, lorsque la marche est renversée, la pression sur le tiroir n'est plus en partie équilibrée par la vapeur qui s'échappe, puisqu'il y a aspiration, si on réfléchit qu'il y a souvent échauffement des pièces et grippement des surfaces frottantes, cet effort peut s'élever considérablement et rendre presque impossible et même dangereuse la manœuvre du levier. C'est là la cause du retour brusque du levier de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

changement de marche lorsque, dans une machine non pourvue d'appareil d'injection, on renverse la distribution de vapeur.

2° *Cas de la coulisse de Gooch.*

La résistance du tiroir, fig. 3, agit sur la coulisse suivant la tige de traction du tiroir O'A qui est inclinée sur l'axe de distribution d'un angle β. En appelant R la partie de cette force qui agit suivant O'A, la composante qui tend à déplacer le coulisseau suivant la coulisse est :

$$R \sin (\alpha - \beta) = R \sin \alpha \cos \beta - R \sin \beta \cos \alpha$$

ou

$$R \sin \alpha - R \sin \beta$$

en remplaçant $\cos \beta$ et $\cos \alpha$ par 1 en raison de la petitesse des angles.

En conservant la même notation que précédemment :

$$\sin \beta = \frac{AF}{O'A} \cos \alpha = \frac{u}{l_1} \cos \alpha \quad \text{ou} \quad \frac{u}{l_1},$$

en faisant la même hypothèse que ci-dessus.

La composante cherchée sera alors :

$$R \sin \alpha - R \frac{u}{l_1}.$$

Or $\sin \alpha$, dans le cas de la coulisse de Gooch, est :

$$\sin \alpha = \frac{r}{c} \cos \delta \sin \omega - \frac{r}{l} \sin \delta \cos \omega + \frac{r^2}{cl} \cos \delta \cos \omega \sin \delta \sin \omega.$$

L'expression de la composante cherchée devient alors :

$$R \left(\frac{r}{c} \cos \delta \sin \omega - \frac{r}{l} \sin \delta \cos \omega + \frac{r^2}{cl} \cos \delta \cos \omega \sin \delta \sin \omega \right) - R \frac{u}{l_1}.$$

Les changements de signe de R, comme dans le cas de la coulisse de Stephenson, s'obtiendront en prenant la valeur du déplacement du tiroir :

$$d = r \left(\sin \delta \pm \frac{c}{l} \cos \delta \right) \cos \omega \pm \frac{ur}{c} \left(\cos \delta \mp \frac{c}{l} \sin \delta \right) \sin \omega,$$

suivant que les barres sont droites ou croisées, ou

$$d = 2x \cos \omega + 2y \sin \omega,$$

et en cherchant les valeurs de $tg \omega = \frac{y}{x}$ pour les diverses valeurs de u.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Application à une machine de la série **1** *à* **32**.

$r = 65$ $\quad c = 150$ $\quad l_1 = 910.$
$l = 1212$ $\quad \delta = 30°.$

$$\left\{\begin{array}{c} \mathrm{R}\sin\alpha - \mathrm{R}\,\dfrac{u}{l_1} = \\ \mathrm{R}\,(0{,}3752\sin\omega - 0{,}02681\cos\omega + 0{,}01006\sin\omega\cos\omega) - \mathrm{R}\,0{,}00109\,u. \end{array}\right.$$

La valeur maximum du terme en $\sin\omega\cos\omega$ étant :

$$0{,}005024,$$

nous pouvons la négliger, ainsi que celui en u, leur influence étant très-faible sur les variations de la force que nous étudions.

Il suffira donc de tracer les cercles représentés par la formule :

$$\mathrm{R}\,(0{,}3752\sin\omega - 0{,}02681\cos\omega).$$

Les changements de signe de R auront lieu pour les angles suivants relatifs à six valeurs de u :

$u = 0$	$\omega = 0$
30	15° 19′
60	27° 21′
90	37° 48′
120	45° 58′
150	52° 17′.

La figure à construire, dans le cas qui nous occupe, est la même que celle relative au cas de la coulisse de Stephenson, et les effets sont, en effet, les mêmes.

Le maximum de l'effort a lieu pour un angle de changement de direction de 49° 5′, et ce maximum atteint :

$$0{,}5318\ \mathrm{R}.$$

3° *Cas de la coulisse d'Allan.*

Comme dans la coulisse de Gooch, la résistance du tiroir, fig. 4, agit sur la coulisse suivant la tige de traction O′A du tiroir qui est inclinée sur l'axe de la distribution d'un angle variable β.

En appelant R la partie de cette force qui agit suivant O′A, la composante qui tend à déplacer le coulisseau suivant la coulisse est :

$$\mathrm{R}\sin(\alpha - \beta)$$

ou

$$\mathrm{R}\,(\sin\alpha\cos\beta - \sin\beta\cos\alpha)$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou

$$R \sin \alpha - R \sin \beta,$$

en remplaçant cos α et cos β par **1**, à cause de la petitesse des angles.

Or le triangle AIO′ donne la relation suivante :

$$\frac{AI}{\sin \beta} = \frac{l_1}{\cos \alpha}.$$

D'où

$$\sin \beta = \frac{AI}{l_1} \cos \alpha \quad \text{ou} \quad \frac{AI}{l_1},$$

en faisant comme précédemment $\cos \alpha = 1$.

Posons :

$$AI = u_2 \qquad BI = u_1 \qquad AB = u = u_1 + u_2.$$

D'après la théorie de la coulisse d'Allan donnée par M. Zeuner :

$$u = \left(1 + \frac{l_1}{l_0} \frac{b}{a}\right) u_1,$$

par suite,

$$AI \text{ ou } u_2 = u - \frac{u}{1 + \frac{l_1}{l_0} \frac{b}{a}},$$

$$u_2 = u \frac{\frac{l_1}{l_0} \frac{b}{a}}{1 + \frac{l_1}{l_0} \frac{b}{a}}.$$

Dans les machines de la série **701-715** de la compagnie du Midi (machines à huit roues couplées) :

$$u_2 = u \frac{0{,}977}{1{,}977} = 0{,}49\, u,$$

en acceptant ce chiffre :

$$\sin \beta = \frac{0{,}49}{l_1} u.$$

La composante cherchée, qui agit suivant la direction de la coulisse, sera alors :

$$R \sin \alpha - R \frac{0{,}49\, u}{l_1}.$$

Or :

$$\sin \alpha = \frac{r}{c} \cos \delta \sin \omega - \frac{r}{l} \sin \delta \cos \omega + \frac{u_1}{l} - \frac{u_1 r}{cl} \cos \delta \cos \omega + \frac{r^2}{4\, cl} \left(\cos^2 (\delta - \omega) - \cos^2 (\delta + \omega)\right),$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en remplaçant u_1 par sa valeur

$$\frac{u}{1{,}977}$$

la valeur de sin α devient :

$$\frac{r}{c}\cos\delta\sin\omega - \frac{r}{l}\sin\delta\cos\omega + \frac{r^2}{4\,cl}\cos\delta\sin\omega\sin\delta\cos\omega + \frac{u}{1{,}977\,l}\left(1 - \frac{r}{c}\cos\delta\cos\omega\right),$$

et la valeur de la composante est :

$$\begin{cases} \mathrm{R}\left(\frac{r}{c}\cos\delta\sin\omega - \frac{r}{l}\sin\delta\cos\omega + \frac{r^2}{4\,cl}\cos\delta\cos\omega\sin\delta\sin\omega\right) \\ \qquad + \mathrm{R}\,\frac{u}{1{,}977\,l}\left(1 - \frac{r}{c}\cos\delta\cos\omega\right) \\ \qquad - \mathrm{R}\,\frac{0{,}49\,u}{l_1}. \end{cases}$$

Application à une machine de la série **701-715.**

$r = 70$ $\qquad l = 1825$ $\qquad l_1 = 1730$

$\delta = 33°$ $\qquad c = 150.$

La valeur de la composante est :

$$\mathrm{R}\,(0{,}3913\sin\omega - 0{,}02089\cos\omega + 0{,}008174\sin\omega\cos\omega) - \mathrm{R}\,u\,(0{,}000006 + 0{,}0002225\cos\omega).$$

Un raisonnement semblable aux précédents conduit à négliger le terme qui forme la deuxième ligne et à ne prendre en considération que le premier.

Les angles pour lesquels ont lieu les changements de direction du tiroir sont les suivants pour les six valeurs suivantes de u :

$u = 0$	$\omega = 0$
30	19° 45′
60	35° 28′
90	46° 32′
120	54° 5′
150	59° 20′.

Pour avoir une représentation graphique des intensités des efforts, il faut, comme dans les exemples précédents, construire le cercle représenté par l'équation polaire :

$$\varrho = \mathrm{R}\,(0{,}3913\sin\omega - 0{,}02089\cos\omega),$$

en négligeant le terme 0,008174 sin ω cos ω qui n'altère que peu les rayons vecteurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est facile de reconnaître que tout se passe comme dans les deux coulisses de Stephenson et de Gooch, et que les phénomènes sont les mêmes.

Le maximum de l'effort a lieu pour un angle de changement de direction de

$$48° \ 3',$$

et l'effort peut atteindre

$$0{,}5542 \ R.$$

En reprenant les trois exemples qui se rapportent à trois modes différents de distribution, on voit que les efforts maxima correspondent sensiblement aux mêmes angles α à la même fraction de la résistance du tiroir.

Machines 801-888	angle 48° 27′	effort 0,5889 R
1 à 32	49° 5′	0,5318 R
701 à 715	48° 3′	0,5542 R

Dans ces trois exemples, les angles de calage sont à peu près les mêmes, 30° et 33°.

Le fait de la tendance du levier de changement de marche à retomber à fond de course est propre aux trois distributions que je viens d'examiner et les effets sont les mêmes.

Si nous prenons une machine au démarrage le levier à fond de course, dès que la machine se lance, le mécanicien relève son levier pour se rapprocher du point mort; s'il fait cette opération le régulateur ouvert, comme cela doit généralement avoir lieu, il éprouvera la plus grande résistance à relever le levier dès que le coulisseau atteindra la position correspondant aux angles du maximum, soit 48° à 49° pour les trois exemples ci-dessus, et, s'il renverse la marche, c'est à la position symétrique qu'il éprouvera le plus de peine à maintenir son levier; si, à ce moment, le robinet d'injection n'est pas ouvert et s'il y a échauffement ou grippement des surfaces, l'intensité de l'effort sera telle que, si le verrou n'est pas placé dans son cran, il sera impossible de maintenir le levier, et il y aura retour avec violence vers la position initiale à fond de course.

Dans les trois exemples qui ont été choisis, les angles de calage étant à peu près les mêmes, nous sommes arrivé, pour chacun d'eux, à des résultats peu différents les uns des autres. Je crois devoir, en conséquence, fournir un nouvel exemple en choisissant la machine mixte tender du Midi construite, en 1853, chez M. Gouin.

Cette machine possède une distribution à coulisse de Stephenson, avec poulies d'excentrique calées à 10° 30′, et offre cette particularité qu'à la marche directe le levier de changement de marche peut être manœuvré sans la moindre difficulté, et, si le verrou est déclanché, il peut se tenir en équilibre.

En appliquant le même calcul, on trouve que l'effort maximum qui doit tendre à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faire aller le coulisseau à fond de course a lieu pour un angle de changement de direction de

46° 39′,

qui correspond au quatrième et au cinquième cran du secteur à crans, et cet effort peut atteindre

0,3932 R.

Soit, en tenant compte de la dimension des tiroirs et de la pression qu'ils supportent, environ,

200 à 250 kilogrammes.

Or ces machines ont sur l'arbre de relevage, à l'opposé de la coulisse, deux contre-poids de 150 kilogrammes chacun, soit 300 kilogrammes ; en enlevant de ces contre-poids la part qui équilibre le poids des coulisses, soit 50 à 60 kilogrammes, il reste un poids juste suffisant pour équilibrer l'effort qui tend à faire mouvoir la coulisse et, par suite, le levier de changement de marche ; c'est là le motif de la facilité de manœuvre de cet appareil.

Par contre, à la marche en arrière, le contre-poids s'ajoute à la réaction du coulisseau, et il devient un inconvénient en augmentant la difficulté de la manœuvre du levier dans ce sens.

On pourrait, de cette note et de cet exemple, tirer la conclusion qu'il y aurait intérêt à augmenter sensiblement les contre-poids habituellement appliqués ; je crois, en effet, qu'en présence des efforts considérables auxquels est soumise la coulisse il n'y aucun intérêt à n'équilibrer que son poids, et tant qu'à faire de placer un contre-poids il faut le placer gros, afin de rendre la manœuvre du levier facile à la marche en avant.

Cette condition a pu être remplie avec la machine mixte que je viens de prendre pour exemple, parce qu'elle a des tiroirs dont la surface est faible, mais, pour revenir à l'exemple de la machine de la série 801-888, l'effort atteint 500 kilogrammes et ne pourrait être équilibré à cause de l'exagération des contre-poids ; mais il serait peut-être possible de les augmenter dans une certaine proportion et, par suite, de rendre plus facile la manœuvre du levier dans la marche en avant.

En résumé, les contre-poids des coulisses, dans les machines à grands tiroirs, me paraissent pouvoir être supprimés sans inconvénient, et l'effort de renversement du levier sera amoindri en recherchant des distributions de vapeur avec des angles de calage faibles, qui conduisent, en outre, à des tiroirs d'autant plus courts que les angles sont plus faibles.

Il est facile de se rendre compte, *de visu*, des faits que nous venons d'analyser, en traçant à l'échelle les différentes positions d'une coulisse de distribution.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'ai pris pour exemple la distribution d'une machine à voyageurs (série 1 à 32) avec coulisse de Gooch. La figure 5 représente les différentes positions de cette coulisse, la position 1 correspondant à l'un des points morts.

Supposons le coulisseau placé en K, dans cette position la tige du tiroir est perpendiculaire à la coulisse. Cette dernière, passant de 1 à 2 et 3, le tiroir étant poussé, l'angle que fait la ligne EK avec la coulisse tend à s'ouvrir et le coulisseau tend à aller vers le centre de la coulisse tant que le mouvement a lieu de 1 à 3, c'est le temps que la manivelle met à parcourir l'angle SOF de la fig. 2. A partir de ce moment, le tiroir étant tiré, le coulisseau est sollicité vers le fond de la coulisse jusqu'à la position 7; de 7 à 9 il tend à aller vers le point mort, et ainsi de suite, les périodes de tendance à aller à fond de course étant beaucoup plus longues que celle de tendance à aller vers le centre.

En combinant ensemble le mouvement des deux coulisses, on trouvera exactement les mêmes effets que nous avons décrits dans ce qui précède.

A la marche renversée, ce qui revient à supposer le coulisseau en K' au lieu de K, on retrouvera exactement les mêmes effets qui se compliquent d'une résistance beaucoup plus grande du tiroir, surtout lorsqu'il y a échauffement des pièces ou grippement des surfaces en contact, si léger qu'il soit.

On voit également que la petite période très-courte de tendance à aller vers le milieu de la coulisse exerce d'autant plus d'influence que le coulisseau est plus près de la position extrême, et cette période est nulle lorsque le coulisseau est placé entre les points O et C; le point C, qui correspond à la ligne OP de la figure 2, étant le point d'intersection avec la position 1,1 de la position extrême 3,3 de la coulisse.

STATISTIQUE COMMERCIALE.

RAPPORT SUR LE COMMERCE, L'INDUSTRIE ET LE PRIX DES MATIÈRES TEXTILES, DES FILS ET DES TISSUS DANS L'ANNÉE 1871, PAR M. NATALIS RONDOT, PRÉSIDENT DE LA QUATRIÈME SECTION DE LA COMMISSION PERMANENTE DES VALEURS (*Extrait*) (1).

L'année 1871, qui restera tristement fameuse dans notre histoire, présente, pour les affaires et les prix, deux périodes distinctes.

La première comprend les cinq premiers mois de l'année et pourrait même être divisée en deux parties; nous écartons cette division dont l'insurrection de la

(1) Ce rapport a été fait en 1872.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Commune de Paris a amoindri l'importance. A ne considérer que l'ensemble, l'affaiblissement a été considérable, et, quoique les travaux de l'industrie et du commerce ne fussent pas absolument suspendus partout, la situation générale était très-grave, et fut même un moment alarmante.

Dans la seconde période, qui s'est ouverte au mois de juin, l'industrie et le commerce ont repris leurs opérations; ils les ont poussées avec une rare énergie, souffrant cruellement de la lenteur, de la rareté, de l'absence même, en plus d'un cas, des moyens de transport, ne se laissant arrêter ni par les difficultés, ni par les rivalités, ni par les obstacles qu'ils ont rencontrés et qui étaient les conséquences fatales de la guerre. Au prix d'efforts considérables dont on ignore généralement dans notre pays l'étendue et le mérite, plus promptement que nos ennemis jaloux et encore menaçants ne l'attendaient, nos fabricants et nos commerçants ont rétabli leur crédit, le travail dans les ateliers et les comptoirs, l'approvisionnement à l'intérieur, les échanges avec les nations étrangères.

Pour cette année, troublée par tant de malheurs, et où, par une péripétie peu commune, le plus vigoureux élan a soudainement succédé à la plus triste langueur, il serait téméraire de présenter avec confiance des valeurs qui résultent de prix très-divers, et les termes extrêmes de ces prix étant, en bien des cas, très-éloignés.

En **1871**, la valeur de beaucoup de marchandises a passé, en quelque sorte, par tous les degrés de l'échelle des prix. Les effets de la guerre et de l'insurrection, des besoins énormes et pressants, de mauvaises récoltes, des ventes urgentes, des changements dans la qualité des produits, ont exercé sur les prix une influence tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre; et, il faut bien le dire, le projet d'un impôt sur les matières premières a contribué au mouvement de hausse de celles-ci, et a jeté le trouble dans les affaires.

Soie.

Dans l'année **1871**, la récolte des cocons a été, en France, en Italie, en Espagne et dans les pays du Levant, supérieure, pour la quantité et la qualité, à la récolte de **1870**; on est arrivé, à peu près, aux résultats de **1869**, peut-être avec une légère amélioration de la qualité. Les graines de vers à soie du Japon ont formé, comme précédemment, le principal et le plus sûr aliment de nos magnaneries. Toutefois, on a obtenu, avec des graines indigènes, une quantité de cocons assez importante pour donner l'espoir de rendre à notre pays, saines et robustes, ses anciennes races de vers à soie.

Les filateurs et les mouliniers ont été très-occupés; ils ont à présent de très-actifs concurrents. On a apporté au moulinage, en Angleterre, en Italie et en Suisse, des améliorations et des soins qui placent au premier rang une partie des ouvraisons de ces pays.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le prix des soies retorses teintes a monté de 4 à 6 pour 100. Cette industrie, qui est conduite pourtant avec intelligence, voit plusieurs de ses débouchés lui échapper, et les États-Unis, par exemple, en sont venus à alimenter avec leurs propres produits la plus grande partie de leur consommation.

L'industrie de la bourre de soie a conservé son activité; elle pourrait devenir en France plus grande et y être encore plus avancée. Les fils de bourre de soie sont, chaque année, employés avec plus d'habileté et sont plus demandés. La hausse a été considérable, aussi grande sur la matière brute que sur les fils; elle représente de 10 à 30 pour 100, suivant les sortes.

Le prix des matières premières ne s'est pas seul élevé; le prix de la main-d'œuvre a subi une progression plus rapide et plus grande en certains cas.

Dans la filature et le moulinage, les façons ont haussé de 10 à 15 pour 100.

Dans le tissage des soieries, la hausse a été plus forte. A la fin de 1869, d'un commun accord entre les fabricants et les maîtres ouvriers, les façons avaient été relevées de 20 à 30 pour 100 pour les étoffes unies, et de 25 à 35 pour 100 pour les articles façonnés, brochés ou imprimés. Au milieu de 1870, les chefs d'atelier, rompant la convention récente, exigèrent pour les façonnés un autre tarif, et l'application de celui-ci, retardée par la guerre, a eu lieu à la reprise du travail, les ouvriers ayant, pour imposer leur volonté, l'arme redoutable de la grève. Il en est résulté pour ces étoffes une nouvelle hausse de 20 à 25 pour 100 sur les prix de la fin de 1869, hausse subie, mais non acceptée par les fabricants. Les façons sont donc payées aujourd'hui, pour les tissus unis, de 20 à 30 pour 100, et, pour les façonnés, les brochés et les imprimés, de 25 à 60 pour 100 plus cher qu'avant 1870. A Saint-Étienne, la façon des rubans de velours, des lacets et de la passementerie n'a pas changé. Pour la rubanerie proprement dite, le prix de la main-d'œuvre a été élevé de 75 pour 100 par rapport au prix de 1869; cette hausse, en dépassant la mesure, peut constituer un danger en raison de notre faible avance sur les fabriques étrangères.

La guerre, l'invasion, l'insurrection à Paris avaient appauvri notre pays; le luxe s'était évanoui; le deuil était général; la consommation intérieure était fort abaissée. Dans de telles conditions, avec le haut prix de l'argent, de la soie et des façons, avec le trouble et la désorganisation inséparables de dix mois de malheurs publics et de misères privées, avec la mode de l'uni, cruelle pour nous, qui rend plus facile le nivellement des producteurs, il semblait que la fabrique de Lyon dût avoir fléchi. Au contraire, elle a été aussi vigoureuse que jamais. L'activité s'est soutenue au point qu'une partie des pertes a été réparée et que les exportations ont monté à un chiffre inattendu. C'est, en effet, l'étranger qui a alimenté presque tous nos métiers.

En 1871, les étoffes unies et noires pour robes, qui, pendant sept ou huit ans, avaient été si recherchées, ont été moins demandées. En même temps, la faveur s'est portée davantage sur les tissus unis de couleur, et particulièrement sur les plus belles qualités de ces tissus. La nouveauté, qui consistait autrefois dans la diversité et l'origi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nalité des dessins, est aujourd'hui toute dans la couleur. Il y a une variété infinie et un renouvellement incessant de nuances d'une beauté et d'un éclat merveilleux. Les teinturiers lyonnais, dont l'habileté est célèbre, ont assuré en ce point à nos étoffes une supériorité que quelques esprits inquiets craignaient de voir menacée. C'est une chose singulière que ce souffle rapide de la mode qui a inspiré partout à l'étranger le goût de riches tissus aux couleurs gaies et brillantes, quand nos femmes prenaient des étoffes plus modestes et se couvraient de vêtements de deuil.

La vogue est donc à l'uni et à la couleur. Il a été fait peu de nouveautés en armures, en rayures et en quadrillés ; il y a eu cependant une tendance manifeste à revenir aux étoffes façonnées, et nous ne devons pas désespérer de voir s'accomplir cet heureux retour. L'époque la plus célèbre dans l'histoire de la fabrique de Lyon, celle des Revel et des Philippe de la Salle, marquée par tant de chefs-d'œuvre de dessin, de coloris et de tissage, n'a-t-elle pas succédé à une longue période où l'uni était en grande faveur, même dès la fin du XVII^e^ siècle ?

La fabrique de foulards, paralysée pendant près de sept mois par la grève des ouvriers imprimeurs, a repris un essor considérable et est en pleine prospérité.

Les résultats favorables, nous allions dire inespérés, que nous venons de signaler, n'ont pas fait perdre à nos fabricants leur clairvoyance habituelle. Ils savent comme sont intelligentes, actives et fortes les fabriques de la Suisse et de l'Allemagne ; ils savent aussi avec quelle ardeur et quel soin le commerce suisse et allemand sert et favorise les manufactures nationales sur tous les marchés. Il a fallu abandonner plusieurs articles ; la fabrication de quelques autres est devenue trop coûteuse. Les failles et les taffetas noirs, dont nous produisions d'énormes quantités, n'ont pas toujours obtenu, en **1871**, des prix rémunérateurs. La situation n'est donc pas sans péril.

Ce que nous avons dit de Lyon s'applique à Saint-Étienne. Toutes les difficultés ont été surmontées avec le même bonheur dans cette dernière ville. Saint-Étienne, sans être plus alarmé qu'il ne convient, observe d'un œil inquiet les progrès incessants et la prospérité grandissante des manufactures de Bâle et de la Prusse rhénane, anciennes et toujours menaçantes rivales. Néanmoins, en cette année **1871**, qui fut si dure, Saint-Étienne et Saint-Chamond ont fabriqué des quantités considérables de tous leurs articles et en ont exporté pour plus de **75** millions. C'est là certainement une preuve de solidité, surtout en présence d'une concurrence pressante ; mais, pour résister encore mieux à nos adversaires, combien d'efforts il reste à faire, et comme il faudrait avoir en plus d'un point moins d'entraves !

Nous ne dirons rien de plus, quoiqu'il nous coûte de ne pas montrer, en regard des inquiétudes que l'avenir inspire, la plus grande force commerciale acquise par Lyon, l'extension de ses relations en Asie, sa solidité dans la crise, ses efforts constants pour enlever à Londres et disputer à Milan le marché et l'entrepôt des soies asiatiques, les États-Unis augmentant chaque année leur demande de nos étoffes et disposés à abaisser pour elles leurs barrières ; de ne pas montrer, enfin, les services que rend au pays, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ses difficultés financières, par 450 à 500 millions d'exportations, une industrie accoutumée à la liberté et sans cesse fortifiée par des progrès.

Laine.

Pour la laine, comme pour les autres matières, la véritable reprise des affaires n'a commencé qu'au mois de juin. La Commune de Paris a été aussi funeste que l'ennemi.

Le prix de la laine a monté graduellement, non-seulement jusqu'à la fin de l'année, mais même jusque dans les premiers mois de 1872. La hausse représente 30 pour 100 en moyenne. Elle peut être évaluée de 40 à 45 pour 100 pour les laines d'Australie et du Cap de Bonne-Espérance, et à 50 pour 100 pour celles de la Plata et les laines communes du Levant et de l'Algérie ; quelques sortes ont presque doublé de prix. Les cours des laines de France se sont relevés dans une moindre proportion. La hausse a été de 25 à 30 pour 100 pour les suints et de 20 à 25 pour 100 pour les laines lavées à dos. Mais, si l'on compare les cours de 1871 avec ceux de 1869, on observe que la hausse a été, pour les suints,

De 39 pour 100 pour ceux de France;
De 31 pour 100 pour ceux d'Australie;
De 30 pour 100 pour ceux de la Plata.

La hausse de la matière première a réagi naturellement sur les prix des laines peignées, des laines teintes, des déchets et des fils, mais dans une proportion différente et avec moins d'intensité. Nous avons augmenté la valeur des peignés de plus de 30 pour 100, et celle des fils de 20 pour 100 seulement.

La prospérité de nos rivaux nous est venue en aide; nous leur avons vendu de plus grandes quantités de laines brutes, peignées et filées.

Nous avons abaissé la valeur des draps exportés de 10 pour 100, étrange anomalie que nous devons expliquer. La guerre a surpris l'industrie de la draperie dans un moment où elle travaillait avec le plus d'activité ; la vente a été arrêtée, l'encombrement est survenu, et néanmoins, dans ces temps néfastes, au prix de sacrifices que le pays a trop vite oubliés, les fabricants ont continué à faire marcher leurs établissements pour faire vivre les ouvriers. Sans doute, des manufacturiers, à Vienne, et surtout dans le Midi, ont fait des draps pour l'armée ; mais la plus grande partie, à Elbeuf, à Sedan, à Louviers, tous ceux qui pouvaient le faire, ont porté seuls, avec un grand cœur, le poids de ce travail nécessaire. Dans les premiers mois de 1871, après la paix, a commencé la réalisation, forcée malheureusement pour un grand nombre de fabricants, de ces énormes quantités de draps, et elle a eu lieu à des prix très-bas, qui ont été même de beaucoup au-dessous de ceux de 1848. C'est cette liquidation désastreuse qui a maintenu notre exportation à un chiffre qui, quoique inférieur à celui de 1869,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'est pas en rapport avec la production réelle de l'année. La fabrication d'Elbeuf, de 90 millions de francs en 1869, n'a été que de 65 millions en 1871.

Pour les mérinos et les tissus de laine pure ou mélangée, le prix moyen commercial et la valeur de douane ne sont pas non plus, l'un et l'autre, en rapport avec les cours de la matière première. Il y a à cela plusieurs causes, et nous venons de signaler l'une d'elles. Tous les fabricants ont donné, autant qu'ils l'ont pu, du travail à leurs ouvriers pendant la cruelle période de nos malheurs, soit qu'ils trouvassent alors à écouler leurs produits, soit qu'ils se résignassent à les accumuler et qu'ils les aient vendus plus tard. Quoi qu'il en soit, les marchandises réalisées dans le premier semestre de 1871 ont obtenu des prix qui ont été de 15 à 20 pour 100 au-dessous de ceux du second semestre. De plus, les approvisionnements de laines avaient été faits généralement au début de la hausse ; beaucoup de commissions avaient été acceptées à des conditions en rapport avec les cours auxquels la matière avait été achetée, et plus tard, en présence de demandes soutenues, les fabricants, empressés d'alimenter tous leurs métiers, ont préféré vendre les tissus aussitôt rentrés, plutôt que d'en ralentir la réalisation par des prix plus fermes. Si la hausse de la laine a été de 50 pour 100, celle du fil a été de 35 pour 100, et celle du tissu n'a été que de 20 pour 100. Il est rare, d'ailleurs, que la hausse du prix de la matière brute relève tout de suite dans la même mesure le prix des tissus, mais on en retrouve les effets, sauf l'imprévu, un peu plus tard.

L'importation des tissus de laine dont nous parlons s'est accrue de 20 pour 100 ; elle a été de 42 millions 1/2 de francs en 1869 et de 51 millions 1/2 en 1871.

Nous avons importé 5 pour 100 de moins de laines brutes peignées et filées (114 millions de kilog. en 1869 et 108 millions de kilog. en 1871.) Nous avons exporté 51 pour 100 de plus de laines, tant brutes et peignées que filées et tissées (35 millions de kilog. en 1869 et 53 millions de kilog. en 1871). Les mérinos et les tissus de laine peignée ont formé un des plus forts contingents de cette exportation qui a été profondément salutaire, car elle a été la cause de l'activité de nos fabriques ; elle a donné partout du travail ; elle a permis de relever les prix, de réparer les pertes, de rétablir les forces affaiblies et le crédit ; mais elle a une triste signification (si l'on observe les chiffres qui précèdent), elle atteste encore ici ce que tout le monde avait pressenti, la diminution de la consommation intérieure.

L'épargne est une de nos forces ; elle reconstituera la fortune privée et rendra peu à peu à notre marché son ancienne largeur. En attendant, nous devons, pour soutenir le travail dans nos fabriques, obtenir de plus grandes demandes de l'étranger, et l'Angleterre et l'Allemagne, dont nos malheurs ont accru la prospérité, nous les disputent avec plus d'ardeur. L'Allemagne, dont nous indiquions en 1867 et en 1870 la dangereuse rivalité, nous serre de très-près à la faveur de salaires très-bas ; l'activité a été si grande dans ses fabriques, que ce pays a tiré de France, en 1871, le double de laines peignées et de laines filées qu'en 1869.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Notre industrie des tissus de laine peignée a fait, après les traités de commerce, un immense et admirable effort; nous avons l'espoir qu'elle le renouvellera sous la pression de nos désastres. La ville de Roubaix, frappée si rudement par la concurrence anglaise, n'a-t-elle pas donné alors un exemple mémorable d'initiative, d'activité et de résolution; n'a-t-elle pas élevé plus haut encore sa fortune industrielle et plus que doublé sa production?

Pour les châles brochés et façonnés, un abaissement de la valeur de 5 pour 100 est résulté de la prédominance plus grande des genres à bon marché. Les cours des châles ont d'ailleurs peu varié; ce n'est que vers la fin de l'année qu'ils ont monté de 5 à 10 pour 100. Le prix de revient s'était pourtant accru de 35 à 40 pour 100, tant par la hausse de la laine que par celle de la main-d'œuvre. Les ouvriers avaient reçu, lors de la reprise du travail, une augmentation de 10 pour 100 sur les façons; ils ont fait, bientôt après, la demande de 10 pour 100 de plus, et une grève, la première qui ait été organisée dans les campagnes de la Picardie, a forcé les fabricants à céder.

Le prix des façons a éprouvé, dans le tissage des étoffes de laine peignée pure, une augmentation beaucoup plus forte, mais, dans ce cas, elle a été la conséquence naturelle de la plus grande demande de bras; elle a apporté une difficulté dans la fabrication, elle ne l'a pas troublée. Elle s'est élevée jusqu'à 60 pour 100, et c'est être dans la vérité que de l'estimer à 40 pour 100 en moyenne. Tous les ouvriers ont eu, ont encore du travail, et un travail largement rétribué. L'augmentation a été peu marquée dans la filature, comme dans le tissage à la mécanique des étoffes de laine peignée et la fabrique des tissus mélangés.

Lin, chanvre et jute.

Le chanvre a été très-cher; nous avons admis 14 pour 100 de hausse. Notre récolte a été faible, nous avons importé 12 millions de kilogrammes. Nos besoins de toiles à voiles et de campement avaient augmenté; les prix ont à peu près suivi les cours de la matière première, et ces articles sont de ceux pour lesquels nous n'avons guère de rapports avec l'étranger.

Le jute a été également cher, mais les produits ont été vendus en proportion. Nous les avons augmentés de 10 pour 100. Nous avons tiré d'Angleterre 21 millions de kilogrammes, au lieu de 15 millions en 1870 et de 16 millions en 1869.

L'industrie du jute était dans un état précaire les années précédentes; nos malheurs (la disette de blé et la guerre) lui ont apporté des éléments de prospérité. Les tissus de jute servent à faire des sacs, et une mauvaise récolte amène nécessairement, comme les mouvements des armées, de grands transports de grains et de farines. La fabrication a été très-active et la demande soutenue. Il est sorti moins de fils et de tissus,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux signes favorables dans ce cas, car les premiers ont été absorbés en très-grande partie par le tissage, et les seconds ont trouvé en France un placement facile et avantageux.

La situation n'a pas été aussi bonne pour le lin. Nous avons reçu moins de lins; la récolte a été mauvaise en Russie et en Irlande; la qualité a été inférieure et le rendement moindre. La hausse s'en est suivie; elle s'est déclarée au mois de septembre et a continué jusqu'à la fin de l'année.

Il a été impossible d'obtenir en France, pour les fils et les toiles, des prix qui fussent en rapport avec ceux de la matière première, et cela malgré la hausse très-importante qui s'est établie sans difficulté dans les pays voisins. Heureusement une abondante exportation de fils simples a allégé notre marché. Nous avions exporté **1 790 000** kilogrammes en **1869** et **940 000** kilogrammes en **1870**; nous avons envoyé à l'étranger **2 350 000** kilogrammes en **1871**, **30** pour **100** de plus qu'en **1869**. Cela prouve une fois de plus la diminution de la consommation intérieure, comme l'état de prospérité excessive de nos concurrents anglais, belges et allemands. Il y a toujours eu en leur faveur une différence dans le prix de fabrication; cette différence a été effacée par le renchérissement de leurs produits, et nous en avons profité pour alimenter leurs tissages; mais des charges un peu plus fortes auraient rendu impossibles à nos filateurs ces affaires qui les ont sauvés. L'exportation a permis de maintenir les cours, les filateurs auraient sans cela produit à perte. Dans de telles circonstances, on ne pouvait pas penser à augmenter les salaires, et heureux ont été les ouvriers qui ont gagné leur pleine journée à l'ancien prix. Plusieurs établissements ont été forcés de réduire le temps du travail, d'autres se sont arrêtés et ne se sont remis en marche que récemment.

Rareté, cherté, hausse du lin; faiblesse du prix des fils et des tissus : voilà l'état des choses à la fin de **1871**.

La fabrication à la mécanique a continué de se répandre, et il est inévitable que le tissage à la main succombe; nous verrons dans un temps prochain sa disparition, qui amènera naturellement bien des souffrances privées.

La part de notre consommation que l'Angleterre et la Belgique avaient compté nous enlever est de plus en plus restreinte, et il est probable qu'elle se resserrera encore. Nous recevons toujours quelques articles, tels que les toiles fines d'Irlande, par exemple, que nous ne pouvons faire aussi bien ni aussi avantageusement. Pour les autres tissus, à moins que notre fabrication ne devienne encore plus coûteuse, nous devons arriver à les écarter peu à peu de notre marché.

Coton.

La perte de l'Alsace nous a privés d'une de nos gloires et d'une de nos richesses. Le quart de nos broches nous a été enlevé, nos établissements les plus célèbres ne sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus français. Notre industrie du coton avait en Alsace toutes ses forces : filature, tissage, blanchiment, teinture, impression, apprêt, tout y était excellemment organisé, fortement établi, et l'habileté manufacturière, l'intelligence commerciale étaient associées, rare exception, à un goût charmant et à une science peu commune dans les arts de la mécanique et de la chimie.

Ce cruel événement changera pour un temps l'état de cette industrie et de ce commerce en France, et, dès l'année 1871, par suite du régime transitoire qui a été accordé aux produits de l'Alsace, n'apparaissent pas encore tous les effets de notre affaiblissement. Nos exportations diminueront, nos importations s'accroîtront, cela est certain, et il est également certain, à en juger par les entreprises qui se sont formées, que de nouvelles usines s'élèveront. Nous retrouverons, parmi leurs fondateurs, des compatriotes qui se sont exilés de l'Alsace et qui conserveront parmi nous ses grandes qualités.

L'avenir est donc incertain ; mais il n'est pas possible que, soit dans les Vosges, soit en Normandie, soit dans le Nord, l'industrie du coton ne soit pas développée avec résolution. Elle rencontrera encore plus de difficultés que par le passé, car l'Angleterre, l'Allemagne et la Suisse ont gagné ce que nous avons perdu, ont grandi et prospéré quand nous succombions. Si forts cependant que soient nos voisins, ceux-là avec leurs usines colossales, ceux-ci avec leur production à bon marché, tous avec les puissants ressorts de leur commerce, il y a des fabrications où nous saurons leur résister.

Les affaires n'ont repris qu'au mois de juin 1871 après dix mois d'interruption. Les besoins étaient considérables ; l'activité industrielle fut extrême, le travail fut poussé avec ardeur dans les filatures et les tissages ; on suffisait à peine à la demande, et les bénéfices de cette campagne ont été certainement élevés. Le coton coûtait 20 pour 100 de moins qu'en 1869, et les tissus se sont vendus, en général, à des prix supérieurs à ceux de cette dernière année.

L'industrie du coton est dans une situation plus difficile que les autres industries textiles ; mais, parce qu'elle n'a pas réussi à diminuer la distance qui la sépare de l'industrie étrangère, pour la filature et quelques-unes de ses fabriques, il n'en faut pas conclure qu'elle n'ait accompli ni transformation ni progrès. Elle consommait, par an, 79 millions et demi de kilogrammes de 1856 à 1859 et 93 millions de kilogrammes de 1866 à 1869 (nous avons écarté les années intermédiaires troublées par la guerre civile américaine). Cette plus large consommation, contemporaine d'une importation de fils et de tissus de 30 millions environ par an, s'explique en partie par un mélange plus fréquent du coton avec la soie et la laine, et atteste une résistance et un effort constants.

Tulles et dentelles.

La guerre a suspendu pendant quelque temps la fabrication des dentelles aux fuseaux, en privant les fabricants d'argent, de matières et de moyens de transport. Les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

difficultés ont été surmontées, et l'on devine ce qu'il a fallu pour cela d'efforts et de hardiesse ; l'interruption a peu duré, on s'est remis à l'ouvrage avec ardeur, et, depuis la paix, le travail a été plus actif que jamais. Toutes les ouvrières ont été occupées, la main-d'œuvre et les produits ont haussé, l'exportation s'est accrue. Cette industrie est en prospérité.

Il en est de même de la fabrique des dentelles de laine et de poil de chèvre, fabrique très-avancée, florissante, qui vend à l'étranger la plus grande partie de sa production.

Il faut, pour parler avec exactitude de l'industrie des tulles de soie et de coton, la diviser en deux branches : l'une qui appartient en quelque sorte au passé ; l'autre qui est pleine de force dans le présent et qui envisage l'avenir sans crainte.

La première, la fabrique de tulles unis de coton, s'exerce dans l'Aisne et dans le Nord. Elle emploie environ 250 métiers et 2 000 ouvriers. Les métiers anciens et de petites dimensions produisent peu ; ils sont éparpillés. Cette fabrique, qui représente un capital de près de deux millions, continue à dépérir. Le tulle uni est, d'ailleurs, délaissé par la mode. S'il revient en faveur, et si les fabricants veulent ne pas laisser cette industrie s'éteindre, ils savent, par l'exemple de Saint-Pierre-les-Calais, de Calais et de Lyon, comment on transforme et l'on relève une industrie, et comment on peut battre l'Angleterre avec ses propres armes.

Il y a là une de ces crises qu'amènent les progrès dans le travail, la volonté et l'intelligence (elles ne manquent pas aux tullistes en uni) ne suffisent pas à les dénouer ; il faut se résigner à de durs sacrifices, il faut l'aide d'abondants capitaux : graves difficultés !

Les autres fabriques, concentrées, en général, à Saint-Pierre, à Calais et à Lyon, produisent les tulles fins et les dentelles de soie et de coton, de toute espèce, faits au métier, depuis le tulle uni de soie jusqu'à la plus riche dentelle. Elles possèdent deux mille métiers, dont les deux tiers sont excellents.

Les tullistes calaisiens et lyonnais ont montré que nous pouvons, dans les branches d'industrie où le goût, l'intelligence et le soin interviennent, nous rapprocher des nations qui ont plus d'avantages industriels et commerciaux que nous, et les dépasser même. Nous avons, dans ce cas particulier, la preuve que nos fabricants ont, autant qu'aucun de leurs rivaux, la capacité, la résolution, la hardiesse même, et qu'ils savent devenir, quand ils en ont la ferme volonté, les maîtres de leurs anciens maîtres.

Les villes de Saint-Pierre et Calais n'ont-elles pas, dans ces deux dernières et sombres années, augmenté résolûment leur matériel, déjà si renommé, de 400 métiers Leavers, qui ont coûté 7 millions ? La plupart des métiers sont anglais, la plupart des matières sont tirées d'Angleterre, et Calais l'emporte sur l'Angleterre. D'efforts en efforts, on a, à Saint-Pierre et à Calais, engagé un capital de 50 millions dans cette industrie, qui produit, chaque année, de 25 à 30 millions, et les deux tiers, les quatre cinquièmes peut-être sont vendus à l'étranger. Il est fâcheux que de tels faits

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'aient pas plus de retentissement ; l'exemple de ceux qui sont laborieux, actifs, hardis et forts est salutaire. Ces fabricants, qui disputent même le marché anglais aux puissants manufacturiers de Nottingham, savent unir, dans leurs produits devenus populaires, la beauté et la variété du dessin, la perfection du travail et l'extrême modicité du prix.

Quel développement prendrait cette industrie vigoureuse, sans les droits de douane qui la privent des fils de coton anglais nécessaires à la fabrication des articles communs ; il faut se résigner à laisser faire ceux-ci à l'Angleterre.

L'industrie des tulles a peu souffert dans les tourmentes de **1870** et de **1871** ; elle n'a guère ralenti son travail et a augmenté ses envois à l'étranger.

Bonneterie.

La valeur de la bonneterie de soie, de bourre de soie, de laine et de coton a été élevée à l'importation et à l'exportation. Cette augmentation est due, en général, à une proportion plus grande des articles les plus chers. Nous donnons ici une nouvelle preuve du fait que nous avons signalé plusieurs fois, à savoir qu'il n'y a pas toujours de rapport entre les prix moyens des marchandises et les valeurs de douane de ces mêmes marchandises, et que le changement de celles-ci ne correspond pas toujours immédiatement à un changement pareil dans les prix. Ainsi, le prix de la bonneterie de coton importée n'a pas sensiblement varié, et, si la valeur de **1871** est de **23 1/2** pour **100** plus forte que celle de **1870**, c'est que la ganterie, qui représentait, dans les dernières années, **30** pour **100** de l'importation, en a formé la moitié en **1871** ; or la ganterie vaut **39** francs en moyenne le kilogramme, tandis que les autres articles valent de **5** à **25** francs.

Telle était naguère la réputation de l'industrie de la bonneterie en Angleterre et en Allemagne, telle était sa réelle supériorité pour le travail et pour le prix, qu'on tenait nos fabricants pour réduits au marché intérieur, incapables même de le conserver, et impuissants à se relever. Ils sont de ceux qui ne se découragent pas ; le matériel était défectueux : il a été perfectionné, il se renouvelle ; les modèles étaient invariables : le goût, la variété, l'élégance y ont été introduits ; la bonneterie a pris, par suite, plus de place dans le costume, elle a été plus demandée à l'étranger. Chacun aussi est devenu meilleur commerçant.

Voilà une industrie en progrès. Ce ne sont pas de ces progrès qui étonnent par leur rapidité et leur grandeur, mais ils sont solides, bienfaisants ; ils ont ranimé une industrie qui emploie toutes les matières, qui est répandue dans tout le territoire et qui est plus importante qu'on ne le pense.

La mode, qui porte tour à tour la fortune et l'activité dans les différentes branches de l'industrie, a favorisé la bonneterie de soie, délaissée si longtemps. Les dames ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pris le goût des bas de soie de couleur, brodés ou façonnés; et, tout de suite, mettant à profit la perfection qui a été apportée à la filature et à la teinture de la bourre de soie, on a appliqué chez nous cette matière avec succès à la fabrication et l'on a pu abaisser le prix des objets de nouveauté.

Le taux des façons est revenu au niveau de celui de **1869**, sauf pour la bonneterie de soie, où il a dépassé ce niveau de **20** à **25** pour **100**.

En Saxe, les salaires sont toujours de **30** à **40** pour **100** inférieurs à ceux de nos ouvriers. Cette différence est trop grande pour qu'elle puisse être compensée de quelque manière. Nous avons lutté et nous luttons vainement; l'importation saxonne a monté, monte et montera encore. Nos manufacturiers n'ont pas abandonné cette fabrication, mais ils ont porté leurs efforts dans d'autres directions et ne cessent d'y avancer.

Passementerie.

La passementerie est une des industries dans lesquelles nous avons toujours pu soutenir le mieux la concurrence étrangère; cependant, il faut distinguer.

Dans la passementerie de soie et de bourre de soie, pure ou mélangée, il y a une merveilleuse vitalité. On sait tirer un parti excellent de la matière; le travail est habilement conduit; notre aptitude à reproduire ou à modifier avec goût les formes les plus diverses, à varier les dessins, amène une sorte de renouvellement constant de la fabrication qui nous est particulièrement avantageux. Nous fatiguons nos rivaux à nous suivre.

Nous ne sommes pas aussi heureux pour la passementerie de laine, qui est moins soumise aux effets de la mode. Cette passementerie a, d'ailleurs, des emplois considérables et réguliers qui ont rendu facile en Angleterre et en Allemagne une solide organisation de cette branche d'industrie. Divisée et éparpillée chez nous, elle est concentrée de l'autre côté de la Manche et du Rhin, et le fabricant y trouve, dans un cercle étroit, des filateurs, des teinturiers, des maîtres tisserands, des apprêteurs, tous spéciaux, qui lui permettent de l'emporter sur nous. Nous avons bien fait des progrès; toutefois, ils ne suffisent pas pour résister toujours efficacement à des concurrents expérimentés et qui ont tant d'avantages. Il en est autrement pour la passementerie riche et une notable partie de la passementerie pour l'ameublement; les qualités personnelles du fabricant et de l'ouvrier produisent ici tout leur effet et permettent de dominer la rivalité étrangère.

La fabrique de passementerie d'or ou d'argent a été, en général, active; elle a conservé sa supériorité et aurait toujours été en bonne situation si elle n'avait été troublée par les menaces de grève. L'Allemagne nous fait toujours pour les articles en faux une concurrence très-dure, et le plus haut prix des matières, des salaires et de toutes choses en France nous rendra désormais très-difficile la lutte avec nos rivaux.

L'industrie de la passementerie, dans l'ensemble, a été florissante. L'exportation a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

monté de 20 pour 100 de 1869 à 1871 : 490 000 kilogrammes en 1869, 592 000 kilogrammes en 1871. Elle est en réalité plus considérable, les articles de passementerie étant souvent déclarés comme rubans, modes, mercerie, tissus, etc.

Vêtements.

Nous avons exporté des vêtements et de la lingerie en 1869 pour 75 millions de francs et en 1871 pour 118 millions; ces chiffres considérables ne représentent qu'une partie de ce qui est sorti de France. La plupart des voyageurs étrangers emportent avec eux dans leurs bagages des habits et du linge achetés à Paris.

La fabrication des vêtements d'homme ne remonte, en tant qu'industrie organisée, qu'à quarante ans à peine, et les traités de commerce, en lui donnant des tissus à plus bas prix, ont facilité son développement. L'Angleterre et l'Allemagne sont, pour ces articles, des rivales qui nous serrent de très-près, et, comme elles disposent de draps et d'étoffes à meilleur marché, nous n'arrivons à nous faire et à nous garder une large part sur les marchés étrangers que par le travail lui-même, par la coupe, la forme et la nouveauté.

La concurrence de l'Allemagne, de Berlin en particulier, est plus redoutable encore en ce qui concerne les vêtements confectionnés pour femmes. On a, dans notre pays, l'habitude d'affirmer notre supériorité pour toutes les choses de goût et de mode, et l'on ne soupçonne pas que Berlin dispute, avec succès, à Paris la vente des habillements de femme dans les différents pays. Il faut l'expliquer.

Les formes nouvelles sont toujours inventées à Paris; elles y reçoivent aussi les modifications incessantes, plus ou moins originales, plus ou moins heureuses, qui préparent à l'apparition de formes différentes. Paris crée toujours. L'Allemagne est la plus empressée à le suivre en ce travail, à acheter les modèles que les femmes ont le mieux accueillis; elle dérobe, elle s'approprie le plus vite qu'elle peut ces inventions éphémères, et ces plagiats sont organisés avec une régularité qui n'est jamais en défaut. Dans d'autres temps, quand les étoffes et les rubans brochés ou façonnés étaient à la mode, les fabricants de Lyon et de Saint-Étienne ont souffert de semblables larcins.

Les confectionneurs allemands n'ont pas besoin de dessinateurs, ils n'ont pas à faire de frais de modèles, ils ne perdent rien en essais; ils ont des ouvrières qui sont payées moitié moins cher que les nôtres, des étoffes moins coûteuses; ils n'ont pas non plus le fardeau sans cesse croissant des impôts, suite cruelle de nos revers.

Avec le changement fréquent des formes, la généralité des femmes est moins sensible au fini et à la parfaite élégance du vêtement. Aussi, en donnant à plus bas prix des imitations suffisantes de nos modes, quoique souvent maladroites et lourdes, l'Allemagne a réussi à alimenter une grande partie de la consommation étrangère et ne s'en tient pas là.

Nous conservons sans doute le marché intérieur, nous conserverons partout la clien-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tèle des femmes qui ne veulent pas toujours être en arrière sur la mode véritable, qui tiennent au bon goût, à l'élégance et à la qualité des vêtements, mais cela est insuffisant. Pendant nos malheurs, la fabrique de Berlin a reçu et a exécuté toutes les commandes; elle est en pleine prospérité, et ce n'est pas une des moindres difficultés de notre commerce que de reprendre nos anciennes relations.

Ne désespérons pas toutefois du sort de cette industrie si menacée. On y est alerte, intelligent, ingénieux; on ne s'effraye ni de plus de travail, ni de plus d'activité, et l'esprit aiguisé dans cette lutte, cherchant son appui dans la mode, ne peut pas ne pas trouver le moyen de distancer davantage toutes les rivalités.

Pour la lingerie cousue, nos fabricants sont aux prises plus que jamais avec les fabricants allemands et suisses. Ils ne les craignent pas pour les articles fins et pour ceux de luxe, mais la concurrence est quelquefois difficile pour la lingerie ordinaire. Si les droits sur les tissus de lin et de coton étaient augmentés, on ne pourrait plus vendre à l'étranger bien des objets. La fabrication de la lingerie est organisée de façon à profiter de la modicité du prix de la main-d'œuvre dans certaines parties de notre pays. A Paris, on crée les modèles, on coupe et l'on prépare les étoffes; on les fait coudre en province, et on les reçoit à la fin pour leur donner les dernières façons. Suspendue pendant près d'une année, cette industrie est aujourd'hui florissante.

La broderie a souffert de l'extension de la fabrication à la mécanique; elle a été, d'ailleurs, beaucoup moins demandée dans les dernières années. Vers la fin de 1871, on l'a employée davantage dans la lingerie fine.

La broderie a été longtemps le gagne-pain de plus de 30 000 femmes et jeunes filles, notamment en Lorraine. La mode le leur avait enlevé en partie, elle paraît près de le leur rendre; c'est un des travaux les plus bienfaisants pour nos campagnes.

Conclusion.

Quelle conclusion tirer de cet aperçu rapide et nécessairement incomplet de l'état de notre industrie et de notre commerce? Notre incertitude est extrême. Nous essayerons d'exprimer l'opinion qui a prévalu dans la quatrième section de la Commission des valeurs.

La situation de notre pays n'est plus la même qu'avant la guerre. Dans l'ensemble, le niveau de la fortune privée a baissé, et la consommation intérieure a diminué. Mais, dans la nation française, il existe de tels ressorts, qu'à peine sortie de l'état de guerre, elle s'est remise au travail avec énergie. Crédit, fabrication, relations, échanges, tou s'est reconstitué avec une rapidité qu'arrêtait à peine l'insuffisance malheureuse de tous nos moyens de transport.

L'industrie et le commerce avaient été suspendus pendant près d'une année, ils avaient été frappés de coups multipliés, et telle était leur solidité que près d'un milliard d'effets prorogés ont été payés en six mois. Quelle preuve plus éclatante donner de la loyauté et de la prudence de nos manufacturiers et de nos commerçants!

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'économie a tout de suite commencé son œuvre ; elle est pour quelque chose dans la diminution de la consommation intérieure. Celle-ci s'étant ralentie, c'est à l'étranger que s'est porté tout notre effort. Nous sommes loin du temps où nos fabriques n'avaient en vue que le marché intérieur, ce marché qu'elles trouvent aujourd'hui si étroit.

La vente à l'étranger nous a sauvés : elle a alimenté nos usines, nos ouvriers lui doivent leur travail et la hausse de leurs salaires, nos cultivateurs la hausse de leurs laines et de leurs denrées. Elle nous a permis de rétablir promptement de fait notre circulation métallique. Cet élan a été d'une ardeur qu'on n'avait jamais connue ; il n'a été ni irréfléchi, ni éphémère ; il s'est soutenu avec fermeté, et il a déterminé cette longue période de hausse du prix des matières premières et des façons.

Le profit a-t-il été au bout de toutes ces affaires? Non. Mais toutes ces affaires, même les moins heureuses, ont eu leur utilité, et nous osons dire, leur honneur.

Chaque industrie avait une situation différente. Ici, les magasins étaient encombrés et les ressources épuisées ; il fallait vendre, même au prix de sacrifices, pour refaire le capital, redonner au crédit son élasticité, reprendre la fabrication lucrative. Là, le prix des fils ou des tissus n'était pas en rapport avec celui de la matière première, et, se contentant du bénéfice le plus modique, quelquefois du prix de revient, on écoulait néanmoins pour entretenir l'activité dans les ateliers et reprendre pied sur les marchés étrangers. Les uns ont retrouvé les commandes accoutumées, les débouchés habituels, et ont fait accepter le renchérissement des produits ; les autres ont disputé le terrain aux rivaux anciens et nouveaux et ont eu dans cette lutte des résultats inégaux.

Ce n'est pas sans en recevoir une profonde atteinte que, durant dix mois, la vie industrielle et commerciale d'un pays est pour ainsi dire suspendue. Pendant que la France se débattait et était écrasée, que sa production et sa consommation étaient amoindries, la production et la consommation avaient dans le reste du globe à peu près le même degré d'intensité. Le marché du monde nous était fermé, il était ouvert à nos rivaux. Les Anglais, les Allemands, les Belges, les Suisses se sont efforcés de prendre partout notre place, et, dans les jours de nos désastres, malgré leurs inquiétudes et leurs propres dangers, le mouvement de leur industrie et de leur commerce s'est accru, quoique la consommation paraisse s'être aussi resserrée chez eux.

Les produits anglais, allemands, belges et suisses ont pénétré cette fois en bien des contrées, d'où la concurrence des nôtres les avait toujours écartés. Des relations se sont ainsi formées sous l'empire de la nécessité, et nous rencontrons à présent à l'étranger de plus grandes difficultés qu'autrefois.

Avant la guerre, nous n'étions plus, pour beaucoup d'articles, séparés de nos adversaires industriels que par de faibles différences dans le prix de revient ; en bien des cas, nous avions le bénéfice de qualités ou d'avantages insaisissables souvent, et nous l'emportions. Nous avions transformé une partie de nos industries et monté des usines qui marchent de pair avec celles de l'Angleterre. Mais voici qu'au jour où les obstacles sont plus grands et où la rivalité est plus rude, nos produits sont renchéris par les im-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pôts, par l'augmentation des salaires, désordonnée en quelques points, par l'effet d'entraves de plus d'une sorte. Combien, dans ces conditions, est plus dangereuse pour nous la concurrence étrangère sur tous les marchés du globe! Quand on observe à quel degré de tension en sont arrivées nos affaires pour un grand nombre de marchandises, on ose à peine examiner ce qu'il adviendrait si des charges et des gênes nouvelles étaient ajoutées à toutes celles qui nous enserrent.

Nous avons fait de grands pas dans la voie des progrès, d'autres nous y ont suivis, et leur marche a été également rapide.

Les Américains du Nord, dans lesquels nous n'avons longtemps vu que des consommateurs, ont apporté leur ténacité dans la conduite d'entreprises industrielles. Le temps est peu éloigné où le travail de la soie y était à peu près inconnu, et ce travail est aujourd'hui assez répandu et assez avancé pour alimenter en soies retorses, en passementerie, etc., une partie de la consommation indigène. L'ardeur pour le développement du tissage du coton et de la laine ne s'est pas non plus ralentie aux États-Unis.

L'Angleterre, la Suisse et la Belgique ont progressé chacune, la première surtout, dans les industries où elles excellaient depuis longtemps. L'Italie a acquis plus de force dans le moulinage comme dans la fabrication d'étoffes de soie.

L'Allemagne est devenue plus redoutable. Nous avons signalé plusieurs fois l'accroissement de ses forces industrielles et l'avantage considérable qu'elle trouve dans une main-d'œuvre à bas prix. La concurrence allemande est plus dangereuse que la concurrence anglaise; nous la rencontrons plus souvent sur les marchés que nous alimentons. Quel fait plus significatif que l'exemple de Berlin tenant partout tête à Paris pour les vêtements de femme, où la mode, née à Paris, a une si large part!

Nos rivaux nous ont même enlevé en partie le marché de nos colonies; ils l'ont approvisionné pendant la guerre et cet approvisionnement nous échappe. Nous ne sommes plus aux jours prospères, et pour nos manufacturiers, avec les difficultés qui les étreignent, le marché colonial n'est pas indifférent. De 1859 à 1869, la population de nos colonies s'est accrue de 10 pour 100, et la vente de nos produits y a diminué de 30 pour 100. La situation est plus fâcheuse aujourd'hui, et la fabrique de Rouen en ressent les effets plus qu'aucune autre.

Les épreuves de la mauvaise fortune sont quelquefois salutaires, elles nous ont déjà profité. La nation a été vaincue, affaiblie, appauvrie; les vainqueurs et les témoins de tant de combats sanglants, nos rivaux dans la carrière de l'industrie, y ont gagné plus d'avance, conséquence de nos désastres. Peu importe que cette avance ne soit que relative, qu'elle ne soit pas le résultat de leurs progrès; elle existe, elle est pour nous un danger, mais, dans aucune de nos industries, on n'a perdu l'espérance de recouvrer notre ancienne part dans le commerce du globe.

Nous garderons de nos malheurs un long souvenir. Nous avons désormais de cruels aiguillons qui nous exciteront davantage au travail, à l'économie, à l'activité. On s'est mis partout résolûment à l'action, quand les uns étaient encore menacés, les autres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

épuisés, quand beaucoup étaient inquiets. On répand partout l'instruction élémentaire, on fonde des écoles de commerce, on fortifie les écoles d'industrie, on augmente le nombre des cours de dessin et de science et l'on élève leur niveau, on comprend qu'il faut donner à l'esprit une forte culture.

Tout incertain qu'il est, l'avenir ne doit pas effrayer. La France ne veut pas être vaincue dans les arts de la paix.

Ses revers n'auront pas été sans vertu. Le travail, devenu la ressource suprême, a été poussé partout avec une vigueur inconnue ; l'esprit n'a jamais eu plus de souplesse, et il semble qu'il ait plus de fermeté. L'ardeur à renouveler les modes, les dessins et les couleurs déconcerte les entreprises de nos copistes. Si l'industrie n'est pas écrasée par de lourdes charges, elle ne désespère pas, que nous sachions. On n'y aura jamais été plus inventif, ni plus résolu, ni plus actif. Quant à ceux des nôtres qui ont traversé sans faiblir la crise terrible de 1870-1871, qui ont accompli, à son lendemain, quels que fussent pour eux la peine et le sacrifice, l'effort immense qui a ranimé toutes les forces vives du pays, suivant ou devançant, en leurs progrès, des rivaux qui seront longtemps dangereux, et se faisant chaque jour, pour mieux les vaincre, encore plus instruits et plus habiles, encore plus laborieux et plus hardis, ils sauront reprendre et garder, nous en avons le ferme espoir, notre prééminence dans les arts qui font seuls la vraie grandeur d'une nation.

NÉCROLOGIE (1).

PAROLES PRONONCÉES SUR LA TOMBE DE M. LE CHATELIER, PAR M. L. GRUNER.

Messieurs, la mort frappe à coups redoublés au milieu de nous.

Il y a un an, jour pour jour, nous étions appelés à conduire à sa dernière demeure notre camarade Sauvage ; peu de mois avant, nous rendions nos derniers devoirs à Descos, à Delaunay, à Combes, puis, cette année même, à Audibert. Et maintenant nous voici réunis autour de la tombe de notre excellent ami et camarade Le Chatelier, enlevé, lui aussi, dans la force de l'âge !

Louis Le Chatelier, né le 20 février 1815, fut admis, en 1834, à l'École polytechnique, et en 1836, avec Delaunay, à l'École des mines. Quel rapprochement, messieurs ! Réunis à l'École, les voici réunis, avant le temps, dans la tombe ! Delaunay choisit la science pure, Le Chatelier la science appliquée à l'industrie. L'un et l'autre ont parcouru leur carrière avec éclat ; tous deux étaient encore appelés à rendre des services. La Providence en a décidé autrement. « Les voies de Dieu ne sont pas nos voies. »

(1) Voy. *Bulletin* de 1873, 2e série, t. XX, p. 694.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Chatelier venait cependant de se retirer de la vie active ; il goûtait un repos largement mérité ; il consacrait désormais sa vie à sa famille, à ses cinq fils, appelés à profiter de l'expérience du père, à marcher sur ses traces. Toutefois, son activité dépassait encore de beaucoup les bornes de la famille ; on recherchait ses conseils, on réclamait son concours, on suivait ses avis.

En **1839**, le jeune élève ingénieur des mines n'avait pas encore achevé ses études, lorsque déjà il fut appelé à rédiger, pour les *Annales des Mines,* des mémoires que tout le monde sut apprécier. Il avait visité l'Allemagne à l'époque où l'on entreprit, dans les établissements métallurgiques, les premiers essais du soufflage à l'air chaud. A son retour, Le Chatelier fit connaître les résultats de ces premières tentatives entreprises dans les forges de la Silésie, dans les fonderies de plomb et d'argent de la Saxe, dans les usines à cuivre du Mansfeld ; puis, passant de l'atelier au laboratoire, il nous initia aux ingénieuses méthodes que Harcort et Plattner venaient d'adopter à Freyberg.

A peine revenu dans sa patrie, Le Chatelier fut chargé du service ordinaire des mines de Maine-et-Loire ; tous ses loisirs furent alors consacrés aux travaux chimiques. Il analysa les schistes bitumineux du bassin de Vouvant, les houilles de la basse Loire, les minerais de fer de la Vendée ; il fit connaître, vers cette époque, les importants dépôts ferrugineux de Segré et d'Angers, sur lesquels l'attention publique vient d'être si puissamment attirée. Mais son principal travail, pendant son séjour à Angers, fut l'étude des eaux corrosives des mines et des ardoisières, et la recherche des procédés à l'aide desquels leur emploi peut être rendu inoffensif dans les chaudières à vapeur.

Vers la fin de **1841**, le jeune ingénieur fut chargé du service des carrières de Paris, et dès lors, pendant trente ans, son activité s'est puissamment développée dans ce grand centre scientifique et industriel, tantôt au service de l'État, tantôt au service de l'industrie privée.

En **1843**, il publia un mémoire sur les avantages des fusées de sûreté que Bickford venait d'inventer en Angleterre.

La même année, il fut attaché, sous la direction de Bineau, au service central de la partie métallurgique et de l'exploitation des chemins de fer.

En **1849**, le Ministre lui confia le contrôle du chemin de fer de Paris à Strasbourg, et vers cette même époque il fit ses expériences mémorables sur la stabilité des locomotives et sur l'utilité des contre-poids appliqués aux roues motrices de ces appareils.

Dans le courant de **1851**, l'Administration supérieure le chargea d'étudier, en Angleterre, les diverses questions se rattachant à l'exploitation des chemins de fer. Depuis lors, les chemins de fer et les mines le préoccupèrent tour à tour. Tandis qu'en Espagne, en Italie et en Autriche, il prit une large part au développement des chemins de fer, il contribua, dans le nord-est de la France, aux travaux de recherches qui permirent de constater le prolongement du bassin houiller de Saarbrück vers la Lorraine.

Ses relations avec le chemin de fer du nord de l'Espagne l'amenèrent, en **1865**, aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

premiers essais sur la marche à contre-vapeur dans la descente des fortes rampes ; on lui doit cette idée si simple de l'injection de l'eau dans les cylindres moteurs, qui seule rend possible l'emploi prolongé de l'interversion du jeu de la machine.

Les arts chimiques, la métallurgie surtout, ont souvent préoccupé son esprit si actif.

Il a contribué au développement de la belle industrie de l'aluminium ; de plus, par ses relations avec l'éminent ingénieur W. Siemens, l'emploi de la bauxite s'est répandu dans les forges.

L'agriculture ne lui est pas non plus demeurée étrangère ; le point de vue chimique attirait spécialement son attention. On lui doit une méthode spéciale pour l'utilisation des eaux d'égout, et tout récemment il a recherché, avec M. Durand-Claye, les causes de l'action fertilisante des cendres de houille.

C'est ainsi que Le Chatelier mettait à profit les loisirs que venait de lui créer le retrait de la vie active. Malgré les changements que subit son existence à la suite de la dernière guerre, son activité ne s'était pas ralentie ; il demeurait utile à la société, nécessaire aux siens.

Ses fils et sa compagne dévouée perdent beaucoup en lui : pour eux, à vues humaines, la perte est irréparable ; qu'ils acceptent du moins, avec soumission, les décrets de la Providence ! Si nos jeunes amis n'ont plus, pour les guider, le coup d'œil sûr d'un tendre père, ils n'oublieront, en tout cas, jamais l'exemple de cette vie si laborieuse, si dignement remplie. Que le souvenir de son activité et de son affectueux dévouement puisse les consoler dans leur profonde affliction !

Adieu, cher Le Chatelier, adieu et au revoir !

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Des redevances payées à la Ville et à l'État par la compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz. — Dans un mémoire émanant de la compagnie et rédigé en vue de combattre un nouveau projet d'impôt dont il serait question de frapper le gaz d'éclairage, nous trouvons les renseignements suivants qui ne manquent pas d'intérêt.

Le périmètre de la compagnie parisienne comprend la Ville et quarante-sept communes des départements de la Seine et de Seine-et-Oise. La quantité de gaz consommée dans ce périmètre pendant l'année 1872 a été :

Pour Paris, de.	125 447 688	mètres cubes.
Pour la banlieue, de.	6 653 062	—
Total.	132 010 750	—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur le chiffre de **125 447 688**, l'éclairage public a consommé, à lui seul, **22 927 649** mètres cubes.

Le compte des charges imposées par la Ville et par l'État, tant à la compagnie parisienne qu'aux consommateurs, peut être établi comme suit :

Charges au profit de la Ville.	1° Droit de location du sous-sol.	200 000 fr.
	2° Redevance de 0f,02 par mètre cube de gaz livré à la consommation dans Paris.	2 508 953,76
	3° Différence entre le prix de vente de 0f,30 par mètre cube payé par les particuliers et celui de 0f,15 payé par la Ville sur 22 927 649 mètres cubes.	3 439 147,35
	4° Perte sur l'entretien des appareils publics appartenant à la Ville.	261 406,85
	5° Part revenant à la Ville sur la portion des bénéfices nets de la compagnie excédant 12 400 000 francs.	5 000 000,00
Charges au profit de l'État.	1° Impositions.	222 661,96
	2° Frais de contrôle.	8 000,00
	3° Abonnement au timbre des actions et obligations.	89 371,76
	4° Droits de douane à la frontière sur charbons anglais et belges, à raison de 1f,20 par tonne.	403 000,00
	5° Droits de transfert et de conversion.	313 733,00
	6° Impôts sur le revenu pour l'année 1872.	359 350,76
	7° Timbre-décharge de 0f,10 sur les factures dont le montant excède 10 francs.	122 723,95
	8° Supplément de droits d'enregistrement sur les traités d'éclairage passés avec la ville de Paris et les communes suburbaines.	23 946,47
		13 052 295f,86

Le dividende distribué aux actionnaires ayant été, en 1872, de 17 400 000 fr., il en résulte que cette somme de 13 052 295 fr. 86, payée tant à la Ville qu'à l'État, représente plus de 75 pour 100 de ce dividende, ce qui revient à un impôt de 0 fr. 099 par mètre cube de gaz consommé.

Le nombre des villes ou communes de France éclairées au gaz est de 550, renfermant une population de 8 757 562 habitants, parmi lesquels 252 000 seulement consomment, annuellement, une quantité de gaz s'élevant, y compris l'éclairage public, à 262 000 000 mètres cubes. Si l'on retranche de ce nombre les 132 000 000 (nombre rond) que consomment, ainsi qu'on l'a dit plus haut, la ville de Paris et les quarante-sept communes de la Seine et de Seine-et-Oise, il reste pour les villes de province le chiffre de consommation de 130 000 000 mètres cubes. On voit que la capitale et les quarante-sept communes de banlieue consomment, à elles seules, plus de gaz que les 550 autres villes ou communes de France qui s'éclairent de la même manière. (M.)

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN
DE
LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS CHIMIQUES.

Rapport fait par M. SALVETAT, *au nom du comité des arts chimiques, sur les* PROCÉDÉS DE VERNISSAGE DES POTERIES COMMUNES, *présentés par* M. CONSTANTIN, *pharmacien de* 1re *classe, à Brest* (*Finistère*).

Messieurs, M. Constantin, pharmacien de 1re classe, et secrétaire du conseil d'hygiène de l'arrondissement de Brest (Finistère), a saisi votre Société de l'examen de ses procédés de vernissage des poteries communes. Votre comité des arts chimiques m'a chargé de vérifier les observations de l'auteur et de vous présenter un rapport motivé sur les avantages de cette méthode.

Il serait superflu de s'étendre longuement sur les inconvénients qui résultent de l'emploi des vernis plombifères. Chacun sait que les procédés employés, depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours, appliqués surtout à la fabrication des produits à bon marché, seuls à l'usage des classes nécessiteuses, sont souvent imparfaits, et que la présence d'un composé plombeux, toujours très-basique, occasionne fréquemment des intoxications saturnines toujours dangereuses.

Depuis longtemps déjà, l'opinion publique s'est émue de la résistance apportée, tant par les fabricants que par les consommateurs, aux perfectionnements que la prudence conseillait, aux améliorations que les conseils d'hygiène publique réclamaient, sans toutefois oser imposer la fabrication des poteries salubres.

Alexandre Brongniart, dans son *Traité classique des arts céramiques*, disait, en 1844, qu'on avait plutôt proposé qu'apporté des améliorations nom-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

breuses dans la composition de la pâte, et surtout des vernis des terres vernissées. Outre la glaçure sans plomb, essayée plutôt que fabriquée par Chaptal, ensuite par Fourmy, beaucoup d'autres ont été proposées à diverses reprises.

Depuis cette époque la question ne semble pas avoir fait un pas. L'industrie n'a réalisé ni les bénéfices prévus par Fourmy qui préconisait l'emploi des matières pulvérulentes et fusibles d'origine volcanique, ni les observations de Feilner, recommandant un vernis essentiellement alcalin; elle n'a non plus tiré parti, ni des mélanges vitreux de Niesemann, ni des verres cristallins de Meigh, bien que ce dernier ait reçu de la Société des arts de Londres une médaille d'or pour la préparation d'une glaçure à base de granit rendue fusible par l'addition d'un cristal plombifère.

La cause en est assurément dans cette circonstance particulière que ces perfectionnements ne pouvaient s'introduire sans changer complétement les procédés de fabrication ou peser lourdement sur le prix de revient, tantôt en exigeant l'introduction, dans les pâtes, d'éléments trop coûteux, tantôt en augmentant beaucoup les frais de broyage et de main-d'œuvre.

Alexandre Brongniart termine son importante discussion sur les poteries insalubres, par une citation qu'il convient de reproduire textuellement. « M. Leibt, dit Schubarth, a recommandé le verre dissoluble par excès d'alcali, « qu'on nomme *wasserglas*, en le faisant par un mélange de parties égales « de soude et de potasse; on y ajoute du carbonate de chaux, c'est-à-dire de « la craie ou tout autre calcaire sensiblement pur. Il se forme, par la cuis- « son, un silicate de chaux. On ne dit pas que cette singulière glaçure ait été « mise en pratique. »

Que M. Constantin ait ou n'ait pas eu connaissance de cette indication, il a pris pour base de ses procédés de vernissage le silicate de soude, et ses méthodes ont l'avantage de rester pratiques, industrielles; elles ont été appliquées, depuis près de six mois, dans les fabriques primitives encore de la Bretagne, sans modification des pâtes, sans augmentation de dépenses, sans transformation des fours de cuisson, ni changement dans la nature du combustible employé.

Membre du Conseil d'hygiène de l'arrondissement de Brest, M. Constantin, frappé de la fréquence des cas d'empoisonnement causés par l'usage des poteries vernissées au plomb, excité surtout par les circulaires émanées du Ministère de l'agriculture et du commerce, a cherché le moyen de rendre salubres les poteries malheureusement toxiques fabriquées dans les environs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Brest, vernissées encore de nos jours par les procédés les plus simples.

Il existe, dans certains points du Finistère, des agglomérations de fabriques de poteries communes; à Lannilis, par exemple, la terre est argileuse, peu plastique, provenant de la décomposition spontanée des granits du pays, kaolins grossiers et impurs. Les pièces sont vernies sur le cru à l'aide de la saupoudration. La matière pulvérulente en usage est obtenue de la manière suivante; le plomb métallique, après fusion, est mélangé d'un peu de cendres de bois, le tout est agité jusqu'à refroidissement complet pour produire une poudre noirâtre que l'on mélange parfois de limaille de cuivre. Dans ce dernier cas, le vernis obtenu présente des jaspures verdâtres; il est doublement vénéneux.

Les fours, qui sont des plus primitifs, sont des fours couchés à foyer latéral inférieur, placé dans la direction de l'axe du tirage à l'opposé de la cheminée de l'appel de l'air froid; chaque four peut recevoir de 14 à 15 douzaines de pièces pour le vernissage desquelles on emploie de 25 à 30 kilogrammes de plomb à 50 centimes le kilog. La cuisson des pièces dure environ deux heures; elle est obtenue à l'aide de fagots d'ajoncs mélangés de bruyères. La température obtenue est celle du rouge-cerise. On compte environ soixante de ces fours dans la commune de Lannilis et celle de Plouvier, sa voisine.

Sans rien changer ni à la composition de la pâte ni à la forme des fours, M. Constantin adopte actuellement, comme glaçure, le mélange suivant : silicate de soude, à 50 degrés, 100 parties; minium, 25; silex broyé finement, 10 parties. On fait un mélange intime, et, lorsque la pièce a été suffisamment dégourdie, on la couvre du vernis sur les parties intérieures au moyen d'un pinceau, à une ou deux couches successives, à un intervalle de douze heures. On cuit comme par le procédé ordinaire.

Par l'ancienne méthode, le vernis plombifère, pour une fournée, coûte :

25 kilog. à 25 centimes le kilog.	12 50
Bois (fagots d'ajoncs et bruyères).	8 00
	20 50

Dans la nouvelle méthode, le vernis coûterait, avec les frais de cuisson :

Silicate de soude, à 50 pour 100 (Kuhlmann), 9 kilog. à 0 fr. 30.	2 70
Minium, 1k,800 (20 pour 100), à 0 fr. 70 le kilog.	1 30
Cuisson de dégourdi.	6 »
Cuisson définitive.	8 »
	18 00

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On améliore encore la fabrication en additionnant le mélange d'un peu de silex en poudre ; on a, de la sorte, dans le fait, trois sources d'acide silicique pour obtenir, à la fois, la saturation de l'oxyde de plomb ; l'acide silicique de la pâte, celui du silicate alcalin, et enfin l'acide du silex ou du granit, si l'on veut introduire l'alumine comme élément durcissant la glaçure.

Votre rapporteur a vérifié, dans le laboratoire de la manufacture de Sèvres, les données fournies par M. Constantin ; en agissant sur des produits de fabrique, et non sur des produits d'expérience, il a pu constater l'amélioration notable des produits nouveaux, comparativement aux produits primitifs de Lannilis. L'ancien vernis au plomb fondu, très-délétère, abandonne au vinaigre ordinaire à froid, et surtout à chaud, une quantité notable d'oxyde de plomb reconnaissable aux caractères chimiques des solutions de ce métal, tandis que le vernis au silicate ne donne pas d'altération sensible après quarante-huit heures, ni à froid, ni à chaud, de contact avec une dissolution à 8 pour 100 d'acide acétique monohydraté. Les graisses n'y prennent aucun mauvais goût.

Les expériences comparatives exécutées avec les vernis plus perfectionnés qu'on emploie dans certaines parties de la France, à Orléans, par exemple, à Vandœuvre, dans l'Aube, à Dieulefit, dans la Drôme, ont conduit à regarder ces derniers comme inférieurs, sous le rapport de la salubrité, aux nouveaux produits.

M. Constantin a pris un brevet pour les nouveaux procédés dont il vient de doter certaines parties de la Bretagne. Mais, dans les relations qu'il a dû nouer avec lui pendant l'examen de son procécé, votre rapporteur a su, et il est chargé d'en informer la Société, que M. Constantin (1) n'avait voulu que sauvegarder ses droits à la reconnaissance publique, et qu'il s'estimerait heureux de se voir encouragé dans des recherches dirigées dans un but exclusivement philanthropique.

Sous le bénéfice de ces observations, votre comité voudrait voir M. Con-

(1) « Du reste, en prenant un brevet, je n'avais d'autre but que de sauvegarder la priorité de l'idée ; aujourd'hui, j'en fais l'abandon complet, et M. le Ministre en est informé. Si j'ai entrepris mes recherches, et cela date de loin, comme je vous l'ai écrit, c'est uniquement dans un but philanthropique, et je suis déjà très-heureux qu'après de longs et laborieux travaux j'aie pu parvenir au succès que vous connaissez. Ainsi donc, vous pouvez parfaitement dire à la Société d'encouragement que je livre gratuitement et avec bonheur à mon pays le fruit de mes travaux. Vous avez bien fait d'appeler mon attention sur ce sujet et je vous en remercie. » (Extrait d'une lettre du 3 décembre 1873 adressée par M. Constantin à M. Salvetat.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

stantin aborder franchement la substitution complète du plomb dans des composés qui ont à juste titre, pour la plupart, la triste réputation d'être toxiques. Il ne faut pas se dissimuler que les populations rurales ne peuvent que difficilement faire les essais que la plus vulgaire prudence leur recommande ; toute crainte de danger ne disparaîtra donc que lorsque le vernis plombeux aura complétement disparu. Les glaçures alcalino-terreuses doivent permettre, un jour ou l'autre, de faire disparaître ou diminuer encore la quantité de minium contenue dans les dosages employés, et M. Constantin, par la position qu'il occupe comme par la nature de ses recherches, doit avoir à cœur de compléter son œuvre.

Votre comité des arts chimiques a l'honneur de vous proposer de remercier M. Constantin de sa présentation, et de voter l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé SALVETAT, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 12 *décembre* 1873.

ARTS GRAPHIQUES.

RAPPORT *fait par* M. DE LA GOURNERIE, *au nom du comité des arts économiques, sur un* TIRE-LIGNES *présenté par* M. E. DAGUIN, *rue Fontaine-Saint-Georges,* 43, *à Paris.*

Messieurs, M. Daguin, ingénieur civil, rue Fontaine-Saint-Georges, 43, à Paris, a soumis à la Société un tire-lignes à l'aide duquel on peut tracer des traits de largeurs variables.

Les deux lames de cet instrument sont très-minces et contournées à droite sur une petite longueur ; deux vis les réunissent : l'une d'elles est au-dessus, l'autre au-dessous de la partie contournée et flexible.

Quand on tourne le compas en n'appuyant que très-légèrement, le tire-lignes trace un trait dont la largeur est déterminée par la vis supérieure : lorsque l'on augmente la pression, si le mouvement est dextrorsum, le trait s'élargit jusqu'à une grosseur maxima déterminée par la vis inférieure ; si, au contraire, le mouvement est sinistrorsum, plus on appuie, plus le trait est fin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le comité des arts économiques pense que le tire-lignes de M. Daguin peut servir utilement dans le dessin industriel. Il vous propose de remercier l'inventeur de sa communication, et d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin*, avec le dessin du tire-lignes.

Signé DE LA GOURNERIE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 14 *mars* 1873.

DESCRIPTION DU TIRE-LIGNES DE M. DAGUIN.

Tire-lignes de compas.

Le tire-lignes de compas que représente la figure 1 (grandeur d'exécution) est celui décrit dans le rapport.

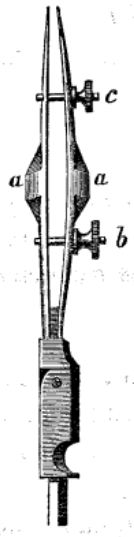


Fig. 1.

a, a, contournements ou renflements à facettes des deux lames qui, dans toute cette partie, sont très-minces, de manière à pouvoir fléchir facilement sous une faible pression du doigt.

b, vis supérieure analogue aux vis de serrage des tire-lignes ordinaires, et servant à régler l'épaisseur minima du trait.

c, vis inférieure destinée à régler l'épaisseur maxima du trait.

Supposons les deux lames rapprochées l'une de l'autre au moyen de la vis *b*, et le tire-lignes garni d'encre ; si on fait glisser légèrement l'instrument sur le papier, on obtient un trait fin ; mais, si on exerce une pression graduée avec le médium placé sous les renflements, les lames s'écartent de plus en plus l'une de l'autre jusqu'à ce que celle de dessus vienne buter contre l'écrou de la vis inférieure *c,* position où le trait acquiert son épaisseur maxima.

Pendant l'exécution, il est nécessaire, pour faciliter l'écartement des lames, de tenir le compas incliné presque autant que le porte-plume avec lequel on écrit. Enfin, si on veut ne produire que des traits fins, il faut se servir du tire-lignes en sens contraire, c'est-à-dire en plaçant le dos des contournements en avant et tournés vers le papier.

Tire-lignes droit.

Dans le tire-lignes droit, que représente la figure 2 (grandeur d'exécution), les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lames ne portent aucun renflement; l'instrument ne diffère du tire-lignes droit ordinaire que par l'amincissement *d*, pratiqué à la base de la lame extérieure et par



Fig. 2.

l'interposition, entre les lames, d'une molette *e* placée sur la tige même de la vis de serrage et dont la position peut changer à volonté.

L'amincissement *d* a pour but de rendre la lame extérieure très-flexible, tout en lui laissant une élasticité suffisante pour qu'elle puisse toujours tendre à s'écarter de l'autre lame dans la limite déterminée par la vis de serrage ordinaire. Quand on veut tracer un trait fin, il suffit de serrer les deux lames entre les doigts jusqu'à ce que la lame flexible vienne buter contre la molette *e*; pour exécuter un trait fort, on desserre les doigts, et la lame flexible s'écarte à volonté d'une quantité qui peut varier autant qu'on veut, jusqu'à la limite maxima fixée par la distance qui sépare la molette *e* de la base de la vis de serrage. (M.)

BIBLIOGRAPHIE.

RAPPORT *fait par* M. CHATIN, *au nom du comité d'agriculture, sur le* COURS DE CHIMIE AGRICOLE *professé à l'École d'agriculture de Grignon, par* P. P. DEHÉRAIN, *docteur ès sciences, professeur de chimie à l'École d'agriculture de Grignon.*

Messieurs, le volume, de XIII-616 pages in-8°, que vient de publier M. Dehérain, remplit, par l'exposé, sous une forme concise, des faits nouvellement acquis, l'un des desiderata de la science agricole dans ses rapports avec la chimie et la physiologie végétale.

M. Dehérain traite successivement du *développement des végétaux*, de la *terre arable*, des *amendements* et des *engrais*.

Au développement des végétaux se rattachent la germination, l'assimilation du carbone et celle de l'azote, questions si controversées quant à leur côté théorique, la composition des cendres, parfois si imprévue quand on se reporte à la composition du sol, l'assimilation des substances minérales, les principes immédiats et leur dosage, enfin la formation, les métamorphoses et les migrations de ces principes immédiats.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la deuxième partie rentrent : la formation de la terre arable, pour laquelle il y a lieu de distinguer les effets de la décomposition des roches sur place, des transports, des alluvions modernes ; les propriétés physiques, la composition chimique du sol, les causes de fertilité et de stérilité des terres.

L'auteur rattache aux amendements la jachère, l'écobuage et la question, encore obscure, du plâtrage.

L'important chapitre des engrais est traité avec tout le soin qu'il réclame, à une époque où la jachère a fait justement place aux cultures continues et intensives, lesquelles ne sont possibles qu'à la condition de rendre à la terre, par l'engrais, tout ou grande partie de ce que lui enlèvent les récoltes. Je signalerai les articles que consacre M. Dehérain aux engrais végétaux et animaux, au guano, aux eaux d'égout, au fumier de ferme, ce roi des engrais, enfin aux engrais minéraux. L'analyse des engrais et l'appréciation de leur valeur commerciale par le dosage de l'azote et de l'acide phosphorique terminent l'important ouvrage de M. Dehérain.

On peut voir, par le cadre adopté, que l'auteur a touché à toutes les questions que l'agriculteur a intérêt à connaître et à voir résolues, comme aussi à celles qui divisent encore, à l'heure actuelle, les physiologistes. Je ne saurais suivre M. Dehérain sur le terrain des faits de détail, moins encore dans les discussions auxquelles il se livre, toujours à la poursuite du vrai, parfois avec l'entraînement du chercheur convaincu, sur des sujets qu'il a lui-même souvent éclairés de ses expériences; mais qu'il me soit toutefois permis d'entrer, avec lui, dans quelques-unes des questions qui ont le plus d'actualité. Ce sera une occasion, le plus souvent, d'adopter les idées de l'auteur, parfois d'exprimer quelques réserves sur des points qui paraissent réclamer un complément d'études qu'on ne peut faire mieux que de demander au savant auteur lui-même.

L'assimilation de l'azote est l'une des questions les plus grosses de la physiologie végétale dans ses rapports avec l'agriculture; aussi M. Dehérain lui donne-t-il dans son livre la grande place à laquelle elle a droit. C'est que nous sommes bien loin, aujourd'hui qu'on juge surtout d'un engrais par sa richesse en azote, du temps où les beaux travaux de MM. Payen et Boussingault n'ayant pas encore paru, on admettait que l'azote est un attribut à peu près exclusif des animaux.

Les nitrates, ainsi que d'anciennes observations de Dygbee l'ont établi dès le XVII^e^ siècle, sont l'une des sources auxquelles les plantes empruntent l'azote dont elles ont besoin. Mais les nitrates sont-ils absorbés directement, ou faut-il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'au préalable, ainsi que l'a soutenu un chimiste éminent, M. Kuhlmann, un phénomène de réduction ait engagé l'azote de l'acide nitrique dans une combinaison ammoniacale ? C'est appuyé sur les expériences de M. Boussingault, qui a vu le poids de la matière végétale augmenter proportionnellement à la quantité de nitrate ayant pénétré dans la plante, que M. Dehérain se prononce pour l'absorption directe des nitrates. On peut donc, dit-il, considérer comme un fait démontré que les plantes fixent dans leurs tissus l'azote qui leur est fourni à l'état de nitrate; que vraisemblablement l'acide azotique est réduit au moment de sa fixation sur les hydrates de carbone, et que c'est par cette combinaison et cette réduction simultanées que se produisent les matières albuminoïdes. Ici l'hypothèse ingénieuse, mais enfin l'hypothèse s'ajoute au fait pour le compléter et lui faire produire ses conséquences; espérons que M. Dehérain, si habile dans les expérimentations, tentera un jour d'établir, par des recherches exactes, ce qui n'est encore que vraisemblable. Il resterait aussi, en partant des faits aujourd'hui acquis, à chercher pourquoi certaines plantes herbacées, et en particulier, suivant mes observations, les Mousses, les Chénopodées, les Solanées, etc., emmagasinent en si grande proportion les nitrates, au lieu de les utiliser pour leurs développements. Remarquons, en passant, que la présence des nitrates dans les plantes, fait variable dans son intensité, mais qu'on doit admettre comme très-général, peut être invoquée à l'appui de l'absorption directe de ces composés.

Quant à l'assimilation de l'azote à l'état de sel ammoniacal, il est bien digne de remarque qu'après avoir été universellement admise, à ce point même que nous avons vu un savant éminent penser que les nitrates ne sont efficaces qu'après que leur azote est passé dans une combinaison ammoniacale, cette assimilation est aujourd'hui vivement contestée. Les expériences nombreuses et délicates de M. Cloëz semblent, en effet, établir que les sels ammoniacaux ne sont efficaces qu'autant qu'un phénomène d'oxydation a fait passer leur azote dans une combinaison nitreuse ; ce serait, on le voit, la proposition de M. Kuhlmann renversée. Or, il faut le dire, l'opinion de M. Cloëz a pour elle, outre les expériences de l'auteur et celles, vieilles de trente ans, de M. Bouchardat, de nombreuses observations de la pratique agricole. C'est un fait bien connu qu'un sol trop imprégné d'eau et, par conséquent, non poreux n'utilise pas les engrais; M. Boussingault a vu qu'alors il n'y avait pas nitrification. L'ammoniaque et ses sels, comme les matières animales mélangées à la terre des nitrières artificielles, ne seraient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dès lors un engrais efficace qu'à la condition du libre accès de l'air. Or, quoi qu'il en soit de cette opinion absolue, elle a un fond suffisant de vérité pour que les agriculteurs fassent toujours sagement de compter avec elle.

L'assimilation de l'azote sous des formes solides autres que les sels ammoniacaux et les nitrates est, à son tour, examinée par M. Dehérain qui, après avoir rappelé les idées de Th. de Saussure sur le rôle des extraits végétaux et animaux, les importantes recherches de M. le baron Paul Thénard sur les perfumates, etc., dont l'azote formerait de l'acide azotique sous l'influence oxydante du peroxyde de fer, la préférence marquée de quelques plantes de la famille des légumineuses pour certaines matières azotées autres que les engrais ammoniacaux ou nitrés et l'opinion sur ce point de Mulder, enfin les expériences de M. Ville, se prononce définitivement pour de nouvelles études.

Abordant la grosse question de l'assimilation de l'azote à l'état libre par la végétation, question qu'il est si important pour l'agriculture de voir résoudre pratiquement par l'affirmative, M. Dehérain cite les expériences de M. Ville, auxquelles il oppose celles faites par M. Boussingault, de 1851 à 1853, dans le but de reconnaître : 1° si les plantes maintenues dans une atmosphère confinée fixent l'azote gazeux de l'atmosphère; 2° si les plantes placées dans une atmosphère renouvelée assimilent l'azote atmosphérique. Fort de ces dernières expériences, avec lesquelles concordent celles de Lawes, Gilbert et Pugh, l'auteur conclut qu'il est très-peu vraisemblable que les plantes puissent s'assimiler directement l'azote libre; que, probablement, au contraire, elles prennent leur azote dans les nitrates, peut-être dans ces composés complexes, riches en carbone et en azote, signalés par Th. de Saussure et si bien étudiés par M. Paul Thénard.

Combien l'auteur eût été alors plus explicite sur la non-assimilation de l'azote de l'atmosphère s'il eût pu connaître les résultats des expériences que M. Boussingault fit connaître à l'Académie des sciences dans la séance du 6 janvier 1873, expériences qui se continuèrent sans interruption de 1860 à 1871, et conduisent à admettre que dans la nitrification de la terre végétale tout l'azote des nitrates produits (et la quantité de ceux-ci fut assez considérable) avait été fourni par les matières organiques mêlées au sol, à l'exclusion absolue de l'azote atmosphérique.

Je viens de rappeler des recherches de M. Boussingault postérieures à la publication du livre de M. Dehérain ; il n'est que juste de présenter aussi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'analyse des recherches que vient de publier ce dernier dans les *Annales des sciences naturelles* (*Botanique*, 5e série, t. VIII, 1873).

Revenant sur cette question qui, avons-nous vu, préoccupe depuis longtemps les agronomes, savoir l'origine de l'azote contenu dans les végétaux, M. Dehérain rappelle que le poids de cet élément renfermé dans les récoltes excède celui que l'analyse décèle dans les engrais; que les prairies, les forêts qui ne reçoivent que peu ou pas de fumures azotées, exportent cependant constamment des matières albuminoïdes contenues dans le bois ou dans le foin, sans montrer un épuisement proportionnel, et dès lors il n'hésite plus à rechercher dans l'azote atmosphérique la source inépuisable à laquelle puise la végétation.

Mais quel est le mécanisme de cette intervention, comment l'azote atmosphérique pénètre-t-il dans les plantes? Telle est la question que M. Dehérain s'est efforcé de résoudre.

L'auteur donne le détail d'une longue série d'expériences à l'aide desquelles il arrive à démontrer que la condition pour que l'azote atmosphérique s'engage en combinaison dans le sol arable, c'est qu'il s'y rencontre *en présence de matières organiques* en décomposition et *en l'absence de l'oxygène*. Dans ces conditions, la matière organique unit ses éléments de façon à former de l'acide carbonique et à mettre en liberté de l'hydrogène; cet hydrogène naissant se combine à l'azote et forme de l'ammoniaque qui, saisie par le résidu celmique, donne ces composés fumiques décrits par M. le baron Paul Thénard, et qui sont si abondants dans les terres arables, ainsi que dans les sols couverts de bois ou d'ajoncs, etc., qu'ils peuvent porter des récoltes de céréales par la seule addition des phosphates. M. Dehérain arrive à faire voir les réactions précédentes, non-seulement en plaçant des matières organiques en décomposition en présence d'une atmosphère limitée d'azote, dont il voit diminuer le volume par suite de la combinaison qui s'opère sous l'influence de l'hydrogène naissant, mais encore en recherchant l'azote entré en combinaison pendant ces réactions et en constatant sa présence dans des composés qui n'en renfermaient aucune trace avant d'être en contact avec l'azote atmosphérique. Quant à l'existence dans le sol d'une atmosphère dépourvue d'oxygène, dans laquelle puisse avoir lieu la fixation d'azote, elle est établie depuis longtemps par les travaux de M. le baron Paul Thénard sur les deux atmosphères du sol et par de nombreuses observations qui démontrent que les matières organiques séjournant dans une atmosphère limitée s'emparent absolument de tout l'oxygène qui y est contenu et laissent celles-ci en pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sence d'un mélange d'acide carbonique et d'azote favorable à la fixation de ce dernier.

La nécessité d'un assez grand excès de matières organiques pour que l'atmosphère du sol soit privée de tout son oxygène avant que son azote entre dans les combinaisons signalées par M. Dehérain, combinaisons qui nous ramènent, du moins à un moment donné, aux idées de M. Kuhlmann, semble donner l'explication des résultats négatifs, quant à la fixation de l'azote, des dernières expériences de M. Boussingault.

Quoi qu'il en soit, M. Dehérain, n'hésitant pas à expliquer l'excédant d'azote des récoltes par des combinaisons dont l'atmosphère ferait seule les frais, est conduit à refuser tout rôle utile, dans les jachères, etc., aux nitrates et aux sels ammoniacaux dont MM. Barral et Boussingault ont établi l'existence et fait le dosage dans les eaux pluviales. Tout au plus, dans l'hypothèse admise, ces corps remplaceraient-ils les nitrates et sels d'ammoniaque perdus par volatilisation dans l'air ou par infiltrations profondes à la faveur des eaux pluviales. Or, même en admettant ce point de vue, ne serait-ce rien que cette compensation, par les apports de l'air, de matériaux qui, du moins, maintiendraient les engrais dans leur richesse initiale.

Mais ce n'est pas tout, les eaux pluviales ne versent pas seulement sur la terre, outre quelques matières purement minérales, des composés nitreux et ammoniacaux, elles lui apportent, ainsi que je l'ai fait connaître à l'époque où M. Barral publiait ses propres recherches, une matière humique azotée, dont la quantité, décuple de celle de ces composés eux-mêmes, fournit au sol un appoint considérable d'azote, etc. Le rôle de cette matière serait d'ailleurs bien défini par M. Boussingault quand il dit (*loc. cit.*) : « Tout tend à faire présumer que l'acide nitrique est surtout développé aux dépens de l'azote des substances organiques. »

Je n'étendrai pas à d'autres parties du livre de M. Dehérain l'examen que je viens de faire de l'un de ses chapitres les plus intéressants. Ce que j'ai dit suffit à montrer combien l'auteur s'est attaché à exposer les recherches acquises à la science, et souvent à y ajouter par ses propres travaux. Le *Cours de chimie agricole* est d'ailleurs trop riche de faits, trop condensé pour qu'une analyse en soit possible. Je ne peux que renvoyer à sa lecture qui, en même temps qu'elle instruit, fait penser et donne la tentation de suivre, d'imiter l'auteur dans les expériences, toujours ingénieuses, qu'il a instituées pour élucider, souvent avec succès, les points de science qui ne lui ont pas paru être définitivement fixés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je conclus en louant M. Dehérain de son bon livre, appelé à vulgariser l'état actuel des connaissances sur les points les plus importants de la chimie agricole, et en demandant l'insertion, au *Bulletin*, du présent rapport.

Signé CHATIN, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 9 janvier 1874.

CÉRAMIQUE.

SUR LA PERMÉABILITÉ DE LA PORCELAINE, PAR M. SALVETAT,

Membre du Conseil (1).

« On a pu croire, et l'on a admis longtemps, que la porcelaine à l'état de biscuit et même recouverte de sa glaçure était complétement imperméable.

« Cependant, M. Brongniart, dans des expériences nombreuses qu'il fit faire à Sèvres, et qui datent de plus de vingt-cinq ans, à l'effet de déterminer la température à laquelle il fallait élever les fours à porcelaine pour cuire cette poterie, avait démontré la difficulté d'obtenir des récipients de porcelaine assez compacte pour contenir sans perte l'air dont la dilatation devait permettre de calculer la température. Même avec la précaution d'enduire les ballons d'une couche de platine, on n'avait pu s'opposer à la déperdition d'une certaine quantité d'air et, sauf dans une seule expérience qui permit d'évaluer à 1 600 degrés centigrades la chaleur du four, l'index du thermomètre à air se retirait subitement quand la chaleur correspondait au degré de ramollissement de la pâte.

« Dernièrement encore, M. Henri Sainte-Claire Deville (1872, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, p. 146) rappelait que, dans des expériences faites en commun avec M. Troost, il n'avait pu rendre imperméable la porcelaine qu'à l'aide du concours de précautions minutieuses.

« Plusieurs faits connus de l'industrie semblent d'ailleurs mettre en évidence la porosité de la porcelaine cuite à l'état de biscuit; cette porosité se manifeste même à la température ordinaire.

(1) Communication faite dans la séance du 9 mai 1873.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Les décorateurs savent, en effet, que certaines pièces de provenance connue ont le grave défaut de pousser au noir quand, après les avoir décorées, on les passe au moufle pour fixer la décoration.

« Les parties qui ne sont pas recouvertes de glaçure peuvent absorber des essences ou des corps gras qui, par voie de capillarité, pénètrent dans la pâte de proche en proche et qui, sous l'influence de la chaleur au moment de la cuisson de la peinture ou de la dorure, déposent, par leur décomposition en l'absence de l'air, dans l'intérieur de la masse, une portion plus ou moins considérable de charbon; de là la couleur plus ou moins grise que présentent, par places, les pièces en question.

« D'autre part, on n'ignore pas que quelques pièces d'ancienne fabrication, lorsqu'elles ont été abreuvées d'eau ou même simplement enfouies dans des lieux humides, perdent des éclats plus ou moins volumineux quand on vient à les passer rapidement au feu de moufle pour une cause quelconque. La vapeur, formée par l'eau qui a pu pénétrer la pièce, donne lieu à des explosions locales dont l'effet se traduit par des trous souvent assez profonds.

« La pièce que j'ai l'honneur de présenter à la Société me semble de nature à mettre en lumière, je ne dirai pas élégamment, mais au moins d'une manière irréfutable, cette porosité de la pâte de porcelaine.

« Cette pièce a été mise en contact, pendant plusieurs jours, avec une dissolution étendue de chlorhydrate de rosaniline (fuschine). Le pied présentait une bague non émaillée. Le liquide a pu pénétrer de proche en proche, par capillarité, dans l'intérieur de la masse et y déposer une quantité notable de substance colorée. Il en résulte une poterie d'un aspect extérieur incolore et translucide comme la porcelaine ordinaire, mais colorée en rouge; quand, au lieu de la voir par réflexion, on l'examine par transmission à l'aide de la flamme d'une bougie ou d'une lampe, la transparence et l'éclat de la couleur sont des plus remarquables. La coloration est latente par réflexion.

« On peut exagérer la porosité du corps de pâte en y introduisant, sans en pousser à l'extrême la porphyrisation, du silex ou du quartz infusible; la silice et le kaolin, qui ne sont que juxtaposés, laissent une sorte de mailles serrées au travers desquelles s'infiltre, par capillarité, la matière colorante.

« Je tiens à présenter à la Société ces observations pour en doter le domaine public et viser plus particulièrement le parti plus ou moins prochain que l'on en pourrait tirer. Il est évident que la porcelaine, ainsi colorée par imprégnation mécanique, peut servir à faire des abat-jour ou autres objets

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

spéciaux, dans lesquels la couleur latente, en temps ordinaire, n'apparaîtrait que dans des circonstances particulières, sortes de pièces à surprises.

« L'imbibition pourrait être favorisée par des parties, soit au pied, soit à la bouche, sur lesquelles on laisserait la pâte à l'état de biscuit. Ces bagues, nécessairement mates, pourraient être ensuite masquées par des montures métalliques, bronze par exemple.

« Je pense que cette description sera suffisante pour rendre nul tout brevet qui viserait ce résultat. »

STATISTIQUE INDUSTRIELLE.

PARIS DEPUIS UN DEMI-SIÈCLE AU POINT DE VUE COMMERCIAL ET INDUSTRIEL,

PAR M. DEVINCK,

Membre du Conseil (1).

Messieurs, notre très-honorable Président m'a engagé à vous communiquer un travail que j'ai fait sur Paris, au point de vue commercial et industriel. Ce sujet soulève, en outre, des questions qui sont, à la fois, économiques, internationales, scientifiques, financières ou municipales, et quelquefois même gouvernementales. Elles semblent étroitement liées les unes aux autres et former un tout dont l'examen exige des connaissances étendues qui dépasseraient mes facultés. C'est comme commerçant que j'ai préparé et rédigé ce travail. Entré jeune dans les affaires, dès 1820, j'ai souvent entendu parler des faits qui remontaient à 1815, et, plus tard, étant devenu Président du tribunal de commerce, membre de la Chambre de commerce et du Conseil général des manufactures, et aussi dans les fonctions de conseiller municipal de la ville de Paris, ou de député, j'ai été appelé, dans des circonstances diverses, à m'occuper du mouvement général du commerce. Arrivant à la fin de ma carrière, j'ai recueilli mes souvenirs, j'ai tâché de les mettre en ordre, et, pour m'éclairer, j'ai eu souvent recours à la précieuse collection des *Bulletins* de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, qui a

(1) Communication faite dans la séance du 23 janvier 1874.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

si puissamment contribué à nos progrès industriels, et je viens vous soumettre, messieurs, le résultat de mes recherches, en vous priant de m'accorder votre indulgence.

Paris, au point de vue commercial et industriel, a pris, depuis un demi-siècle, une extension immense. Il ne comptait, en 1815, que 10,000 commerçants, actuellement il y en a plus de 100,000 ; on évaluait alors le nombre des ouvriers à 40,000 environ ; aujourd'hui il est d'au moins 500,000. L'importance annuelle des affaires, qui n'était autrefois que de 200 millions, a dépassé 20 milliards. Les recettes ordinaires du budget municipal, qui n'atteignaient que 25 millions, se sont élevées jusqu'à 150 millions.

Durant les grandes guerres du premier empire, le commerce de Paris était réduit à la consommation de la localité ; c'est après la conclusion de la paix qu'il a commencé à prendre de l'extension, et il est à remarquer que l'arrivée, dans la capitale, d'un assez grand nombre de négociants étrangers a concouru au mouvement commercial ; les premiers emprunts de l'État, mis en adjudication à Paris, n'avaient trouvé de preneurs que parmi des maisons de banque anglaises, suisses, allemandes et hollandaises qui ont, à partir de cette date, fondé des comptoirs dans la capitale. L'Angleterre était, depuis longtemps, à la tête du commerce et de l'industrie ; elle introduisait, quoique étant prohibés, quantité de ses produits que nos ouvriers parisiens imitaient immédiatement. Elle était, industriellement, plus avancée que nous, elle avait déjà des chemins à rails de bois et, grâce à l'invention de Stephenson, elle faisait marcher sur un chemin de fer la première locomotive servant au transport des personnes et des marchandises. On essayait sur la Seine, vers 1820, un bateau à vapeur construit sur le modèle de ceux dont Fulton était l'inventeur ; on continuait à remplacer la force des bras par celle des machines qui, dans le rapport sur l'exposition de 1823, étaient appelées des machines à feu. On introduisait en France, particulièrement à Paris, des métiers anglais auxquels nos ouvriers apportaient bientôt des perfectionnements, et qu'ils surent promptement approprier aux nécessités de leur fabrication, nécessités toujours soumises aux indications du goût parisien. Des savants, devenus, plus tard, illustres, notamment Charles Dupin et Clément Desormes, parcouraient les pays de nos rivaux en industrie, et, à leur retour, faisaient au Conservatoire des arts et métiers des cours de géométrie, de mécanique, de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chimie, de physique, cours dans lesquels ils exposaient ce qu'ils avaient remarqué de bon à l'étranger, et le parti que nous pourrions en tirer. A ces cours se pressait, chaque soir, une jeunesse appartenant à toutes les classes de la société, commis, employés, ouvriers et aussi des patrons, tous avides d'apprendre et d'appliquer à leurs occupations journalières les précieux enseignements professionnels qui leur étaient donnés. Ceux qui suivaient ces cours en sortaient avec l'intention d'apporter à l'atelier, ou au laboratoire, plus de régularité et de précision ; plusieurs d'entre eux faisaient, à l'heure des repas ou du repos, devant leurs camarades, des raisonnements sur la leçon à laquelle ils avaient assisté ; ils en profitaient ainsi doublement, et ils en faisaient profiter d'autres qui n'avaient pu l'entendre de la bouche du professeur. Telles étaient, alors, la préoccupation et la direction des esprits que n'agitaient pas encore les idées sociales.

D'un autre côté, la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, qui avait pour président Chaptal, remplacé à sa mort par Thénard, deux grandes illustrations, donnait aux inventeurs des subventions ; elle mettait au concours des prix offerts par de nombreux souscripteurs aux auteurs de découvertes qu'elle appréciait préalablement. De toutes parts on éprouvait, à Paris, le désir de faire progresser le commerce et l'industrie ; ce sentiment était aussi vif chez ceux qui l'encourageaient par leur générosité et leur exemple que chez les professeurs éminents, dont le savoir propageait la lumière : de Wendel, maître de forges, partait pour l'Angleterre, se présentait dans un atelier et s'y faisait embaucher comme simple ouvrier ; au bout de six mois, il revenait en France et introduisait dans la fabrication du fer de nombreuses améliorations. En consultant les revues et les feuilles de l'époque, on constate que le mouvement était général, il se transmettait de l'un à l'autre ; chacun était heureux de voir progresser son pays et de participer au succès de la branche industrielle qu'il avait embrassée, et sur laquelle reposaient ses espérances d'établissement et de fortune.

C'était vers Paris que se dirigeaient, non pas seulement les jeunes gens qui débutaient dans la carrière, ainsi que les principaux commerçants qui étaient désireux de voir se développer leurs affaires, mais aussi les propagateurs des arts et de la science. Ampère démontrait, dès 1820, que par l'électro-magnétisme, avec autant de fils conducteurs et d'aiguilles aimantées qu'il y a de lettres dans l'alphabet, et avec la pile de Volta, on pourrait établir une sorte de télégraphe propre à écrire et à transmettre les lettres placées sur les aiguilles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La paix contribuait puissamment à ce mouvement de centralisation vers Paris; on pensait avoir devant soi un long avenir de tranquillité qui assurerait la réussite d'opérations entreprises dans un pays comme la France, dont l'essor commercial était arrêté depuis un quart de siècle par des changements de gouvernements et par une guerre européenne. C'était dans la capitale que se formaient presque toujours les projets; c'était, en effet, le lieu que les hommes intelligents et riches recherchaient de préférence. Ils y étaient disposés par la situation géographique de cette grande cité, par son climat tempéré et, il faut le reconnaître, par la nature sympathique du caractère de ses habitants qui avaient, pour les étrangers de toutes les nations, une attraction plus forte que nulle part ailleurs.

Le chiffre de la population parisienne augmenta très-promptement (1); les gens riches y arrivèrent en grand nombre, et beaucoup d'entre eux devinrent bailleurs de fonds de maisons de commerce, ou de manufactures, dont le siége principal était à Paris. C'est ainsi que se formèrent des compagnies d'assurances dans lesquelles il y avait presque autant d'étrangers que de Français. Le fait du concours de capitaux appartenant à des étrangers résidant à Paris se produisit aussi dans la constitution de grands établissements manufacturiers et commerciaux. Ce n'était pas seulement les capitaux étrangers qui entraient dans les affaires créées à Paris, mais encore des personnes de nationalités diverses, gérants, commanditaires, employés et ouvriers. On avait monté des forges à Charenton; les deux gérants de l'usine étaient des Anglais, les commanditaires étaient Anglais et les principaux ouvriers l'étaient également; ces gérants étaient Mamby et Wilson (2) qui, plus tard, fondaient une société pour l'éclairage de la Ville, admettant enfin ce nouveau système qui était, depuis longtemps, appliqué à Londres, dont les essais avaient été faits, dix années auparavant, au passage des Panoramas, sous la direction de l'Anglais Winsor, mais qui avaient rencontré dans la population la plus vive opposition.

De 1825 à 1830 (3), les industries d'art et de luxe sortaient de l'abaisse-

---

(1) Elle pouvait être, en 1815, de 500 000 âmes.
Elle figure dans l'Annuaire de 1816 pour 580 609 âmes.
Elle est portée dans le rapport de M. de Chabrol comme étant, en 1817, de 657 172 âmes.

(2) Les enfants de M. Wilson sont devenus Français.

(3) Notices historiques publiées par la Chambre de commerce et rédigées par M. Cottenet, secrétaire de la Chambre. Ouvrage remarquable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment dans lequel elles étaient tombées après la Révolution. A la qualité du métal, au perfectionnement de la fabrication, à l'habileté de la ciselure et du montage s'ajoutait le choix de modèles d'un meilleur goût. Les bronzes, l'orfévrerie, la joaillerie, l'ébénisterie, les papiers peints, les tissus de diverses sortes donnaient, successivement, à leurs produits un cachet nouveau, qui faisait reconnaître la fabrication parisienne et que les étrangers cherchèrent, dès cette époque, à imiter, en copiant nos dessins, nos dispositions, nos modèles aussitôt qu'ils paraissaient.

Au moment où la prospérité se développait, chaque année, davantage, éclatait la révolution de 1830, qui retardait ce mouvement ascensionnel. Des commerçants, qui avaient joui jusqu'alors d'un bon crédit, étaient profondément atteints, et quelques-uns suspendaient leurs payements.

Au milieu de démonstrations patriotiques plus ou moins bruyantes, il y avait des réunions d'ouvriers demandant des augmentations de salaires; d'un autre côté, un certain nombre de fabricants étaient obligés, par des motifs de diverses natures, de fermer leurs ateliers, et le gouvernement nommait, à Paris, une commission chargée de proposer les mesures convenables pour rendre aux transactions commerciales leur régularité habituelle.

Il se passait à la douane de Paris un fait extraordinaire, le chiffre des exportations augmentait (1); ce fait paraissait favorable, mais il ne l'était qu'en apparence. Il est essentiel de faire remarquer, ainsi que cela sera constaté plus loin, que, dans les moments de crise, les exportations augmentent, parce que les commerçants sont forcés de vendre à tout prix et même d'envoyer leurs produits à la vente chez les étrangers, afin d'obtenir les fonds dont ils ont besoin pour faire honneur à leurs engagements. Au contraire, les importations de matières premières, qu'on tire de l'étranger, diminuent, parce que les fabriques sont en chômage.

Les revenus de la Ville, qui s'étaient élevés, de 25 533 010 francs en 1816, à 32 661 125 francs en 1829, descendaient, en 1831, à 27 151 025 francs (2).

Après un temps d'arrêt qui fut assez long, le mouvement des affaires reprenait son courant, et l'on ouvrait, à Paris, une enquête sur les modifications à apporter au régime douanier. Le commerce de la capitale, du

(1) Principalement celle des tissus.

(2) Résumé statistique des recettes et dépenses de la ville de Paris, par Martin Saint-Léon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moins la majorité des commerçants, était favorable au libre échange, et cette enquête produisait une vive agitation parmi les manufacturiers de la province. Il se passait, à ce sujet, un fait assez singulier : un membre de la Chambre de commerce de Paris exposait qu'en frappant d'un droit trop élevé les produits étrangers, ou même en les prohibant, on favorisait la fraude, et il faisait remarquer que les étoffes de l'ameublement de l'hôtel ministériel où siégeaient les membres de la Commission d'enquête étaient, pour une certaine partie, des articles prohibés; il prouvait que, notamment, les rideaux étaient en mousseline suisse entrée par contrebande.

Il n'était cependant apporté aux lois de douane que des modifications presque insignifiantes.

La lumière ne devait se faire que plus tard, alors que les nouveaux moyens de circulation, de transports et de correspondances auraient rapproché les distances, diminué les délais et auraient mis en relations, pour ainsi dire continues, les commerçants de toutes les nations.

Les chemins de fer et le télégraphe électrique allaient faire de Paris le point central de l'Europe. On allait correspondre avec la Belgique par Lille et Valenciennes; avec l'Angleterre, par Boulogne, Calais et Dieppe; avec l'Allemagne, par Nancy, Strasbourg et Mulhouse; avec l'Espagne, par Tours, Angoulême, Bordeaux et Bayonne; avec l'Italie, par Lyon et Marseille : de toutes les régions on arriverait facilement dans la capitale. Ce ne fut cependant pas sans difficultés que les chemins de fer furent décidés; plus du tiers des députés votèrent contre; en province, on redoutait l'ascendant que leur établissement donnerait à la capitale sur les autres grandes villes de France. Le fait prévu, désiré par les uns, redouté par d'autres, se produisait en effet.

Il se formait, à Paris, un nombre considérable de sociétés par actions, pour l'exploitation de toutes espèces de brevets, et il s'y manifestait comme un désir fébrile d'entrer dans des opérations commerciales, formées souvent avant la réalisation complète de l'invention qui devait être l'objet de l'exploitation. La plus belle découverte du siècle allait être mise en société par actions, alors qu'elle n'était encore que très-imparfaite. Niepce, qui habitait la province, avait travaillé, pendant vingt années, à chercher les moyens de reproduire les images par la lumière; mais n'obtenant que des reproductions incomplètes qui disparaissaient lorsqu'elles sortaient de l'obscurité, il eut l'idée de s'adresser à Daguerre, inventeur du diorama. Il forma, avec lui, une société pour coopérer, en commun, au perfectionnement des images obtenues dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la chambre noire (1). Daguerre ne découvrit qu'à la suite de longs travaux le procédé de la vapeur de l'iode ayant la propriété de rendre les plaques de métal sensibles à l'action de la lumière, et celui de l'hyposulfite qui avait la vertu de fixer les reproductions. Il était tellement absorbé dans ses recherches, qu'il négligeait ses autres occupations, sa palette de peintre, la direction de son diorama, sa santé inspirait même des craintes à sa famille. A cette époque, un jeune professeur, qui débutait à Paris, attirait un grand nombre d'auditeurs à l'Athénée ; un jour qu'il venait d'achever sa conférence, il fut accosté par une personne qui le pria, au nom de M^me^ Daguerre, de l'éclairer au sujet des essais faits par son mari, l'inventeur du diorama; elle craignait qu'il ne perdît sa fortune et son repos dans des travaux stériles. Le jeune professeur se rendit chez Daguerre et, en se retirant, il eut la bonne fortune de déclarer à M^me^ Daguerre : « Ne soyez pas inquiète de l'état « de santé de votre mari, laissez-le travailler, il poursuit la réalisation d'une « magnifique découverte. »

Le jeune professeur était M. Dumas, qui recevait, douze ans plus tard, Daguerre dans son laboratoire où se continuaient les expériences. Mais, à cette époque, Daguerre avait obtenu la première plaque du daguerréotype, tellement parfaite que, du premier coup, elle atteignait la plus haute perfection. Elle représentait l'un des quais de la Ville, avec les maisons en bordure, et sur lequel stationnaient des voitures de place. On n'avait jamais vu un dessin aussi exact, une gravure dont les lignes fussent si bien observées, les détails aussi bien rendus. Cette plaque faisait l'admiration des artistes et des savants, et l'État donnait à la veuve de Niepce et à Daguerre une récompense nationale, afin de mettre le monde entier en possession de l'art de reproduire les images par la seule puissance de la lumière.

D'autres faits analogues, dont plusieurs ont une grande importance, avaient lieu, quelques années plus tard ; votre éminent Président annonçait à l'Académie des sciences (2) des travaux de de la Rive, d'Elkington et de Ruolz, montrant que l'on pouvait effectuer la dorure et l'argenture des métaux par la galvanoplastie. Immédiatement, un habile manufacturier, Christofle, créait, avec Ruolz, une nouvelle industrie, à laquelle il donnait, par son intelligence et son activité, un immense développement. A cette époque, on rencontrait journellement les gérants de société dans les cabinets

(1) Traité du 14 décembre 1829. Acte de Société.
(2) Séance du 29 novembre 1841.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou les laboratoires des savants; c'est ainsi qu'on a fait progresser beaucoup de fabrications, celle du sucre de betteraves, de la raffinerie, du bleu d'outremer créé par Guimet, de la bougie stéarique, dont la découverte est due à M. Chevreul, le doyen des savants français, qui a constamment doté son pays, avec le plus grand désintéressement, des précieux résultats de ses études. C'est ainsi que s'est fondé, à Paris, un établissement qui est, probablement, celui qui a mis le plus grand nombre de brevets en exploitation : les ateliers de Cail et comp., dont le fondateur était doué d'un génie pratique, qui lui faisait distinguer ce qu'il y avait de bon ou de mauvais dans une invention.

Pour progresser industriellement, trois éléments sont indispensables : la bonne gestion, la science et les capitaux. Le gérant n'est presque jamais un savant ; il suffit que ce soit un bon administrateur ; mais il a besoin de la fréquentation des savants, afin de s'éclairer de leurs lumières et d'être au courant des progrès de la science sur les points qui se rapportent à son industrie. L'inventeur est rarement en mesure de réaliser, à lui seul, l'objet de sa découverte ; il est, d'ailleurs, presque toujours absorbé par l'idée qu'il a poursuivie et sur le mérite de laquelle il se fait souvent illusion. L'invention a besoin d'être examinée froidement par celui qui, appelé à la mettre à exécution, doit y engager ses fonds et ceux de ses commanditaires ; elle n'est, en outre, presque jamais complète lorsqu'elle arrive à l'atelier ; elle y reçoit des perfectionnements qui sont la conséquence de son fonctionnement.

Si Ampère avait rencontré, en 1820, un mécanicien ayant le coup d'œil pratique de Cail, il aurait probablement doté son pays du télégraphe électrique, dont l'honneur est revenu aux États-Unis, faisant l'application du procédé de Morse, qui n'était autre que la mise à exécution des idées exposées, dix-sept années auparavant, par le célèbre professeur du collége de France.

Le commerce et l'industrie étaient donc en pleine prospérité à la fin de 1847; le foyer des affaires était à Paris, et il y avait attiré un accroissement de population réparti dans les diverses classes de la société.

Les revenus de la Ville, que nous avons vus descendre, en 1831, à 27,151,025 francs, montaient, en 1847, à 51,955,000 francs ; mais la révolution de 1848 les faisait tomber à 36,595,000 francs (1).

(1) Résumé statistique des recettes et dépenses de la ville de Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une foule égarée avait envahi la salle des délibérations de la Chambre des députés, renversé le gouvernement établi et proclamé un gouvernement provisoire.

Le nouveau gouvernement s'engageait à garantir du travail à tous les citoyens, et nommait une commission intitulée : *Commission du gouvernement pour les travailleurs*. Cette commission siégeait au Luxembourg, et on y discutait les théories les plus extraordinaires. Des vérités évidentes y étaient mises en doute, le principe de la propriété était contesté, le droit au travail était préconisé ; des ouvriers soutenaient que l'organisation du travail, telle qu'elle existait, était l'exploitation de l'homme par l'homme. Ils exigeaient l'expulsion des étrangers, s'opposaient au travail à la tâche, au marchandage et réclamaient l'égalité du salaire. Ils voulaient, disaient-ils, s'associer entre eux, n'avoir pour chef que celui qu'ils auraient élu, et qui ne gagnerait pas plus que chacun d'eux. Ils demandaient au gouvernement de leur fournir les fonds pour faire fonctionner les entreprises qu'ils avaient l'intention de former. Ils paraissaient ignorer combien, en affaires, il est difficile de réussir, et tout ce qu'il faut d'assiduité, de prudence pour réaliser un bénéfice et ne pas succomber à moitié de la route. Le capital est presque toujours le résultat de l'ordre et de l'économie ; la mauvaise gestion ne parvient jamais à le former, et, lorsqu'elle le possède en débutant, elle le fait presque aussitôt disparaître.

Les ouvriers, qui naguère étaient occupés, n'avaient plus d'ouvrage ; ils parcouraient les rues et attristaient la cité de leurs promenades tumultueuses. Sur leur passage les boutiques se fermaient, et la misère était si grande, que le gouvernement se trouvait dans l'obligation d'ouvrir des ateliers nationaux, qui furent l'une des causes des journées sanglantes de juin 1848.

La situation était alors d'une gravité extrême. Depuis quatre mois, les transactions commerciales étaient interrompues, les payements, chez beaucoup de commerçants, étaient suspendus, la Caisse d'épargne de Paris ne pouvait faire face aux remboursements demandés.

Des manufacturiers, qui étaient bien au-dessus de leurs affaires, ne pouvaient faire honneur à leurs engagements. Les hommes sensés cherchaient à éclairer les ouvriers et se prêtaient aux combinaisons susceptibles d'atteindre ce but. Cail consentait à céder, pour un temps, ses ateliers à ses ouvriers ; il s'engageait à leur payer les pièces de mécanique aux prix qu'ils fixaient eux-mêmes et qui devaient leur laisser une marge de 17 pour 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En possession de l'outillage, ils relevaient le salaire des ouvriers les plus ordinaires qui étaient comme tels les moins rétribués et qui étaient les plus nombreux ; ils supprimaient le marchandage, diminuaient le prix de journée de l'ouvrier habile.

Pendant les trois mois que dura ce régime, le nombre des heures de présence des ouvriers ayant été très-inférieur à ce qu'il aurait dû être, et leur activité, lorsqu'ils étaient présents, ayant été moins grande qu'autrefois, les plus capables d'entre eux n'étant plus rémunérés à la tâche et encouragés par leur intérêt personnel, le montant de la main-d'œuvre ne s'éleva qu'à 200,000 francs, tandis qu'elle aurait pu être, à leur profit, de 370,000 francs, s'ils avaient travaillé comme auparavant (1). Tous les bons ouvriers ne se trouvant pas suffisamment payés avaient quitté l'atelier, et demandaient à faire chez eux des pièces à la tâche, ce qui devenait presque impossible en fait de machines. Dans d'autres industries, notamment dans les articles de luxe, tels que les bronzes, les meubles, les ouvriers habiles quittaient la France, se rendaient en Angleterre, en Russie, en Allemagne, où ils séjournèrent plusieurs années. Ils y étaient plus payés qu'à Paris ; mais, lorsqu'ils revinrent dans la capitale, ils avaient perdu de leur main, et il leur a fallu un certain temps pour se remettre au niveau de ce goût préféré qui ne se forme qu'à Paris, parce que la grande cité est le foyer des arts, de la science et de l'élite des gens comme il faut du monde entier.

Les bons ouvriers et les étrangers étaient revenus lorsque le calme avait été rétabli ; les commerçants et les industriels déployèrent une activité extraordinaire ; ils avaient fait preuve, dans les mauvais jours, d'une grande énergie et de beaucoup de prudence. Ils avaient énormément souffert et, pour faire honneur à leurs engagements, ils furent obligés, en 1848 comme en 1830, d'écouler à perte leurs produits à l'étranger, ainsi que le prouvaient les exportations faites à la douane de Paris.

Après bien des commotions, le mouvement commercial reprit son cours naturel et se développa rapidement. En 1852, la propriété, les capitaux, les intelligences redoublaient d'activité ; il n'y avait plus d'ouvriers inoccupés, le prix de leur journée s'élevait chaque jour, et, afin de les engager à faire des économies, les patrons fondaient des sociétés de secours mutuels en cas

(1) Fait déjà rapporté dans l'ouvrage de M. Thiers : *De la propriété*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de maladies, d'infirmités et pour la vieillesse (1). Les combinaisons d'affaires se formaient de nouveau; les bailleurs de fonds reparaissaient de tous côtés, ils prenaient part à une masse d'opérations; les articles de Paris étaient recherchés par les étrangers, qui abondaient dans la capitale.

Les représentants de toutes les nations venaient à l'Exposition de 1855, qui offrait une superbe réunion des produits de l'agriculture, de l'industrie et des beaux-arts; elle mettait en évidence des progrès notables, obtenus depuis l'Exposition universelle de Londres, en 1851, particulièrement dans les objets de luxe.

L'accroissement de la population faisait remonter les revenus de la Ville; nous les avons vus s'abaisser, en 1848, au chiffre de 36 595 000 francs; or, en 1855, ils atteignaient la somme de 57 851 518 francs (2). La circulation devenait difficile, elle nécessitait bientôt des travaux de percement et l'extension des limites de Paris. L'enceinte de la capitale avait déjà été agrandie dix fois : sous Jules César, elle entourait une surface de 15 hectares qui furent portés à 39 hectares sous Julien. Elle était, sous Philippe-Auguste, de 253 hectares; sous Charles VI, de 439; sous François Ier, de 483; sous Henri IV, de 568; sous Louis XIV, de 1 137; sous Louis XV, de 1 337; sous Louis XVI, de 3 370, et elle allait être de 7 802 hectares.

Ce dernier agrandissement augmentait de 500 000 âmes le chiffre de la population, qui allait s'élever ainsi à 1 700 000 âmes et faisait entrer, dans le cercle de Paris, des manufactures auxquelles étaient attachés un grand nombre d'ouvriers. Le projet souleva de nombreuses objections. Quel serait le régime d'octroi auquel on soumettrait les usines annexées; jouiraient-elles de certaines franchises sur les matières premières qu'elles employaient? Dans ce cas, elles auraient un privilége sur les fabriques situées dans l'ancien Paris, qui étaient tenues de supporter le tarif d'octroi. En accordant la franchise aux unes et aux autres, on était conduit à en faire jouir toutes celles qui se formeraient à l'avenir dans le nouveau Paris. Alors surgissait la question de savoir si Paris devrait être une ville manufacturière. L'affirmative présentait de graves inconvénients, au point de vue de l'ordre et de la morale. Les moyens de s'y opposer étaient indiqués. Il aurait suffi de ne pas admettre de franchise d'octroi sur les combustibles et de ne pas donner de drawback à la sortie de

(1) Lois du 18 juin 1850 et du 26 avril 1852.
(2) Résumé statistique des recettes et dépenses de la ville de Paris, de 1797 à 1853.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Paris sur les objets soumis à l'octroi, et qui seraient fabriqués dans ces usines.

On citait l'exemple de Londres qui était un grand centre commercial, alors que les manufactures en sont généralement très-éloignées.

Dans un autre sens, on faisait valoir que le commerce et l'industrie sont étroitement liés l'un à l'autre; que le manufacturier, ainsi qu'on le reconnaissait déjà du temps de Jacques Savary (1), a presque toujours commencé par être commerçant, que c'est une disposition bonne à encourager : or le négociant est plus disposé à prendre cette voie, lorsqu'il peut organiser une fabrique non loin de son commerce.

C'est à Paris surtout, ajoutait-on, que sont les capitaux, et les bailleurs de fonds entrent plus volontiers dans une société dont le siége est à leur portée, lorsqu'ils sont à même de voir fréquemment celui auquel ils ont confié une partie de leur fortune.

Enfin on faisait valoir que les grands progrès réalisés industriellement l'avaient été par le concours des savants, par leurs relations habituelles avec les gérants de société; que ces progrès, obtenus principalement dans les usines de Paris, ou des environs, avaient été, pour beaucoup de produits, plus grands qu'en Angleterre. Les ateliers de Cail étaient cités comme exemple; on citait encore la bougie stéarique et tant d'autres fabrications qu'il serait trop long d'énumérer; on faisait la preuve que les raffineries de sucre qui allaient être annexées expédiaient près de la moitié de leurs produits à Londres, qu'elles étaient donc supérieures à celles de nos voisins qui, tout en ayant la force motrice et les capitaux à meilleur marché que nous, et après avoir été les premiers dans ce genre de fabrication, étaient descendus au second rang.

Il y avait encore un autre motif en faveur des usiniers, et qui n'était pas moins puissant, car il reposait sur un principe de justice. En englobant les fabriques dans l'enceinte, sans les affranchir des droits d'octroi, c'eût été une véritable expropriation sans indemnité.

Paris devenait, par l'annexion des communes suburbaines, qui renfermaient beaucoup d'usines, un très-grand centre industriel, et, par l'achèvement des lignes de chemins de fer, le point central des commerçants de toutes les nations.

---

(1) Jacques Savary, auteur du *Parfait négociant*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Chambre de commerce, dans sa sollicitude pour les intérêts qu'elle représentait, faisait une nouvelle enquête, dont la direction était confiée à l'honorable M. Moréno Henriques. C'est un document précieux à consulter.

Il résultait de l'enquête que le commerce et l'industrie de Paris étaient exercés par 101 000 patrons dont les affaires se montaient à 4 milliards, chiffre qui ne comprenait pas les opérations financières qu'on pouvait évaluer annuellement à plus de 10 milliards. Le nombre des ouvriers dépassait 400 000.

La fabrication parisienne, qui emploie un si grand nombre de bras à la confection d'articles d'une variété infinie, allait voir s'ouvrir pour elle des débouchés plus étendus, par suite de l'adoption du libre échange, dont la réalisation était due, en grande partie, aux efforts persévérants d'un économiste très-distingué, l'honorable M. Michel Chevalier. De nouveaux traités de commerce étaient faits avec les principales nations, de façon à donner une vive impulsion aux échanges entre la France et les autres pays.

Le mouvement de la circulation, qui avait toujours progressé, nécessita de grands travaux de voirie. C'est un sujet qui pourrait m'entraîner en dehors du cadre que je me suis tracé, si j'entrais dans les faits principaux qui s'y rattachent et qui ont eu mon entière approbation. L'occasion se présentera peut-être de fournir, sur l'ensemble des opérations et sur les moyens financiers, des renseignements qui peuvent être utiles et ne sont pas assez connus. Je crois devoir me borner, quant à présent, à l'examen des points qui, dans la transformation de Paris, se rattachent au commerce et à l'industrie. Les travaux attirèrent dans la capitale une masse d'ouvriers et firent monter notablement le prix de la main-d'œuvre; l'industrie du bâtiment, quand elle fonctionne, met en œuvre presque toutes les autres industries, en y comprenant celles qui tiennent au luxe.

On livrait à la circulation des avenues nouvelles, dans lesquelles on construisait de splendides habitations; on édifiait des églises, des écoles, des marchés, des hospices, des théâtres; on faisait sous Paris un réseau de 400 kilomètres d'égouts, on amenait dans la capitale 200 000 mètres cubes d'eau, on plantait plus de 100 kilomètres de promenades et on mettait 25 squares à la disposition du public; les travaux étaient de toute nature et les bras ne semblaient plus assez nombreux; on évaluait à plus de 600 000 les ouvriers des diverses professions.

On cherchait les moyens financiers et matériels de conduire promptement à fin des entreprises si considérables. Nous avons vu les manufacturiers, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

constructeurs de machines ou d'appareils s'éclairer des lumières des maîtres de la science; or il se passait des faits analogues dans les autres branches du commerce et de l'industrie. Les entrepreneurs de grands travaux sentaient se développer leurs facultés par l'importance des opérations, par leurs rapports avec des capitalistes intelligents français et étrangers, par le contact surtout d'ingénieurs éminents ou d'architectes distingués, et, si les ouvriers avaient, dans ce mouvement général, contribué, pour une large part, au perfectionnement de l'outillage, ceux qui s'occupaient spécialement d'objets de luxe progressaient aussi en s'inspirant d'œuvres artistiques qui attiraient les familles riches de tous les pays. Elles affluaient dans la capitale; on évaluait à 300 000 âmes la population flottante arrivant de l'étranger ou de la province, dont le séjour, momentané dans la cité, pouvait être, en moyenne, de vingt jours environ. Le renouvellement de cette population flottante étant continu, on faisait approximativement le compte des avantages qui en résultaient pour le commerce parisien. On estimait à 10 francs par jour la dépense moyenne de chaque personne, y compris l'achat des objets qu'elle emportait avec elle; on arrivait, pour les 300 000 personnes, à la somme de 3 millions, dépensée chaque jour, ce qui donnait 90 millions par mois, par conséquent plus d'un milliard par année qui était versé chez les commerçants de la capitale. Ils en retiraient naturellement un bénéfice, dont la quotité essentiellement variable était néanmoins bien réelle. On avait remarqué que ces achats, généralement payés en espèces d'or et d'argent, étaient l'une des causes de l'abondance du numéraire déposé dans le réservoir de la Banque de France.

Le chiffre des revenus municipaux s'était élevé en même temps que celui de la population. Nous avons rappelé plus haut que les recettes ordinaires de la Ville étaient tombées, en 1848, à 36 595 000 francs, qu'elles étaient remontées, en 1855, à 57 850 000; or, en 1859, dernière année budgétaire de l'ancien Paris, elles s'élèvent à 79 778 000 francs (1); elles présentent, par conséquent, sur 1848, une augmentation de 43 millions, elles avaient plus que doublé. En 1860, Paris agrandi, ayant 500 000 habitants de plus, encaisse, comme recettes ordinaires, 105 118 000 francs (2) et, huit années plus tard, le montant des ressources annuelles est de

(1) Compte des recettes et dépenses de l'exercice.
(2) id.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

151 283 669 francs (1), ce qui fait, sur cette deuxième période, 46 millions d'augmentation. Il y avait donc eu un accroissement total de 89 millions dans l'espace de dix-huit années.

L'accroissement au profit de l'État du chef des contribuables de la Ville était également considérable, ainsi que le reconnaissait l'honorable M. Magne dans l'un de ses discours (2); l'excédant dépassait 68 millions pour une seule année et, en totalisant les plus-values depuis dix ans, on trouvait un chiffre cinq fois plus élevé que les sommes allouées à titre de subvention pour l'exécution des grands travaux. Ces résultats n'étaient pas dus à des augmentations d'impôts, mais uniquement au développement de la matière imposable. Les accroissements de ressources du budget municipal avaient permis de multiplier les moyens de salubrité et d'agrément qui attiraient une affluence de visiteurs et d'acheteurs. Paris était devenu le rendez-vous du monde entier, l'entrepôt général de toutes espèces de produits, le magasin presque unique où l'on venait s'approvisionner de toutes choses, non pas seulement en vêtements et en objets d'ameublement ou de luxe, mais aussi en articles d'alimentation. Des habitants de la province se plaignaient de ne plus trouver les magasins de leur localité aussi bien pourvus qu'auparavant de ce dont ils pouvaient avoir besoin, d'être obligés de faire venir de Paris des produits fabriqués dans leur ville, récoltés sur leur sol ou pêchés dans leur port de mer.

La place de Paris était également devenue le plus grand marché financier; elle avait fourni, durant les quinze dernières années, des capitaux dont l'importance pouvait être évaluée à 20 milliards placés dans des emprunts contractés par divers États, ou bien employés à l'établissement de chemins de fer, à des améliorations de toute nature et à la formation de puissantes compagnies qui concouraient au développement des affaires. Le chiffre des escomptes de la Banque de France touchait presque à 7 milliards pour la seule année 1866. C'était à notre Bourse qu'on avait émis et qu'on émettait de préférence les titres des plus vastes opérations gouvernementales, municipales ou particulières.

Rappelons-nous, messieurs, qu'en 1816 la France ne pouvait trouver, à Paris, ni les banquiers, ni les capitaux, ni les moyens financiers nécessaires

(1) Compte des recettes et dépenses de l'exercice.
(2) Discours de M. Magne au Sénat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à notre libération et que nous étions obligés d'avoir recours à des maisons anglaises, allemandes, suisses et hollandaises.

Que de changements aussi dans l'industrie ! Ses progrès, depuis cinquante années, avaient été prodigieux; les machines remplaçaient, presque partout, la main de l'homme, tous les systèmes de fabrication avaient été perfectionnés et employaient la vapeur, soit comme calorique, soit comme force motrice, soit encore pour opérer le vide. C'était sur tous les points l'intelligence de l'homme, son habileté, en un mot son pouvoir intellectuel, encore plus que sa force physique, qui était devenu l'élément recherché. Les salaires étaient doublés depuis 1816, même triplés dans certaines professions où l'ouvrage à la tâche, le marchandage s'étaient substitués au travail à la journée; mais ces avantages étaient bien plus sensibles pour les bons ouvriers que pour les manœuvres, dont le prix de journée avait néanmoins augmenté d'environ 25 pour 100.

De grands changements s'étaient successivement introduits dans la manière de faire, dans la manière de vivre, dans les idées des ouvriers, des employés, aussi bien que dans celles des patrons. Autrefois le commerçant et le manufacturier évitaient avec soin toutes les dépenses susceptibles de grever le prix de la marchandise, sans concourir à l'amélioration ou au perfectionnement du produit lui-même. Il n'en était plus ainsi : les accessoires à l'objet principal pouvant attirer les regards, les images, les dorures, les annonces, les prospectus, les affiches sur les murs ou sur d'immenses voitures, les réclames de toute nature étaient devenus des moyens de commerce. Les modes de publicité ou d'attraction les plus divers, les plus extraordinaires étaient employés pour attirer l'attention du public, tout en lui offrant, lorsqu'il entrait dans les magasins, des marchandises au meilleur marché possible et à des prix généralement inférieurs à ceux d'autrefois. En effet, si la matière première coûtait plus cher, si l'ouvrier gagnait davantage, le prix de façon de toutes choses fabriquées s'était abaissé par suite des perfectionnements introduits dans les moyens de fabrication; il y avait une réduction des trois quarts sur les façons, applicable au coton ou à la laine; on obtenait du sucre de la betterave en dépensant dix fois moins; le sucre ne coûtait plus, à raffiner, que 15 centimes par kilogramme au lieu d'un franc; on confectionnait des machines avec une réduction de 50 pour 100 sur les anciens prix. Pour les articles de Paris, la diminution était encore plus forte. La vie était cependant plus coûteuse, en raison de l'augmentation du prix des logements et de celui de la nourriture, en raison surtout des besoins nouveaux qu'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'était créés par la manière de vivre qui s'était profondément modifiée; ces modifications auxquelles presque tout le monde s'était laissé aller avaient des causes diverses dont plusieurs étaient inhérentes aux changements survenus dans la cité depuis quarante années et d'autres propres aux habitants eux-mêmes : la grande agglomération d'une population composée d'individus originaires de tous les pays et arrivant dans une ville qui respirait l'aisance et provoquait à la dépense par de nombreuses distractions. Les employés, les ouvriers, les patrons prirent l'habitude de ne plus passer dans le sein de leur famille tout le temps qui n'était pas donné aux travaux et aux affaires ; ils eurent, les uns et les autres, des lieux de réunion publics ou privés, des cafés, des cercles où ils se trouvaient plus agréablement que chez eux.

Il n'y avait plus, pour toutes les personnes occupées dans une usine ou dans un magasin, autant d'occasions de se trouver en rapport journalier avec le patron. Dans notre grande cité disparaissaient ces motifs de retenue réciproque, de dignité personnelle qui existent forcément dans une ville où tout le monde se connaît.

Autrefois, même à Paris, le manufacturier, le négociant, était fixé sur les antécédents de ceux qu'il avait chez lui ; cela devenait souvent impossible, par suite de l'extension des affaires. Les employés, les ouvriers logeaient généralement loin du lieu de leurs occupations; d'un autre côté, beaucoup de fabricants, de commerçants préféraient avoir leur habitation dans un quartier éloigné du siége de leur établissement.

Lorsqu'il avait fini sa journée, soit comme chef de maison, soit comme employé, soit comme ouvrier, chacun menait un autre genre de vie et se trouvait dans un courant où tourbillonnaient toutes sortes de distractions et de plaisirs qui poussaient à une certaine excitation au luxe et à la dépense.

Il y a même eu relâchement dans les mœurs, fait constaté par un accroissement dans la proportion de naissances des enfants naturels, comparativement à celles des enfants légitimes, et dans une diminution relative du nombre des mariages (1).

Les liens de la famille, bases fondamentales de la civilisation, s'étaient

(1) En 1869, le nombre des enfants naturels a été de 15 366 sur 54 937 naissances, soit 28 pour 100 ; il est, pour toute la France, de 75 623 enfants naturels sur 998 727 naissances, soit 7 1/2 pour 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

affaiblis. Les besoins qu'on se créait, les exigences auxquelles on se laissait entraîner, poussaient ceux qui ne possédaient pas, suivant eux, un bien-être suffisant à chercher les combinaisons nouvelles susceptibles de le leur procurer.

Quelques-uns croyaient en trouver le moyen dans les associations coopératives qui, pour la plupart, n'ont pas prospéré ou se sont transformées en société en nom collectif entre quelques-uns seulement des associés. La proportion de ceux qui sont à la tête des maisons de commerce ou des manufactures, et qui ont commencé sans avoir de patrimoine, est cependant aujourd'hui plus grande que celle qui existait autrefois ; les chefs d'établissements recherchent, pour leur succéder, les jeunes gens intelligents, et font rarement embrasser à leur fils la carrière qu'ils ont eux-mêmes parcourue.

Une autre voie est encore offerte aux ouvriers habiles et aux employés actifs, c'est la participation aux bénéfices, système qui entre maintenant dans les usages, qui offre, souvent, plus d'avantages, plus de chances de succès qu'un établissement de moyenne importance, et qui permet d'intéresser un plus grand nombre de collaborateurs à la réussite des opérations entreprises.

Ce système d'encouragement produisit, dans le commerce et l'industrie, un redoublement d'activité, particulièrement au moment où l'on s'occupait des préparatifs pour l'Exposition universelle de 1867 ; de tous côtés on faisait de grands efforts et des frais considérables pour y envoyer les plus beaux produits. Le palais de l'Exposition devait être édifié au Champ de Mars ; mais le gouvernement n'avait alloué, pour la construction, qu'une somme insuffisante, et les principaux commerçants et manufacturiers formèrent une association pour fournir les fonds nécessaires au montant des dépenses. L'honorable M. Le Play fut nommé commissaire général, et l'opération fut, par lui, si bien conçue et si bien conduite, que le Gouvernement et la Ville, contrairement à leurs prévisions, rentrèrent dans 2 millions de francs, et les souscripteurs au fonds de garantie eurent un bénéfice de 375 pour 100 du capital versé.

L'Exposition universelle ouvrait ses portes, le 1er avril 1867, aux visiteurs accourus de tous les points du globe; la précédente exposition, celle de 1855, avait eu cinq millions de visiteurs, celle de Londres, en 1862, en avait compté six millions, celle de 1867 en recevait plus de dix millions.

Son ensemble offrait le spectacle le plus grandiose. Le commerce et l'industrie de Paris s'y présentaient avec leur cachet particulier : une mer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

veilleuse initiative et le sentiment du goût qui font l'admiration du monde entier.

Toutes ces belles et grandes choses n'empêchaient pas la cité d'être affligée, quelques années plus tard, d'affreuses calamités : une guerre meurtrière, l'envahissement de l'Assemblée délibérante du pays, un siége long et pénible et les désastres de la Commune. La Ville avait ses monuments incendiés, elle était tenue de payer une forte indemnité de guerre, de rembourser une portion des dommages causés par le second siége, de supporter des dépenses extraordinaires de toute nature; il lui était impossible de tirer parti de ses terrains qui restaient improductifs, et, par suite de l'émigration d'un assez grand nombre de familles riches et de la décroissance de sa population flottante, ses revenus s'abaissaient à tel point qu'elle se trouvait dans la pénible nécessité d'augmenter les impôts anciens qui ne l'avaient pas été depuis 1816 et même d'en établir de nouveaux.

Les souffrances des commerçants et des manufacturiers furent plus grandes que jamais; les marchandises qu'ils avaient dans les entrepôts de la Ville étaient brûlées, celles qui leur restaient en magasin ou en fabrique étaient vendues aussitôt qu'il était possible d'en disposer, et ils s'empressaient d'en appliquer le montant au payement de leurs engagements. La Banque de France faisait des efforts pour les soutenir, son portefeuille était plein de leurs valeurs; elle avait, avec raison, confiance en eux, se souvenant de leur conduite durant les mauvais jours des deux précédentes révolutions. Elle était dans la nécessité de demander le cours forcé de ses billets; mais son crédit était tel, celui des maisons de commerce dont elle avait les titres était si solide, que le billet de banque se négociait au pair en Angleterre, en Allemagne, et qu'il faisait prime en Italie, en Autriche, en Espagne et aux États-Unis; fait remarquable encore à consigner : lorsque, l'année dernière, des crises se manifestaient sur presque toutes les places du monde, celle de Paris, qui avait été si durement éprouvée, qui venait d'émettre pour 6 milliards d'effets publics, se comportait d'une manière admirable. Les étrangers ne revenaient pas de leur surprise en songeant avec quel ordre, avec quelle régularité, avec quelle promptitude nous avions liquidé les opérations les plus considérables, celles qui étaient les plus compliquées. Ils étaient émerveillés de voir à l'Exposition de Vienne les magnifiques produits envoyés par la France.

Il y a donc, chez nos commerçants, chez nos manufacturiers, des éléments puissants de vitalité commerciale, des qualités essentielles qui commandent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la confiance et font le succès; c'est leur initiative en affaires, leur intelligente et sage activité dans les temps prospères, l'énergie de leur caractère et les ressources de leur esprit pendant l'adversité et leur loyauté en toutes circonstances.

Ils sont aujourd'hui surchargés d'impôts qu'ils supportent avec résignation, parce qu'ils savent que ces impôts sont indispensables pour payer les intérêts des milliards empruntés pour le compte de l'État et celui de la Ville; mais que l'État n'oublie pas que c'est par le commerce et l'industrie que les nations ont des finances prospères et qu'il n'y a pas d'opérations commerciales ou manufacturières possibles sans l'assurance d'un lendemain; que la Ville consulte ses budgets, et elle reconnaîtra que la base de ses revenus est bien moins dans la quotité de l'impôt que dans le développement de la matière imposable, développement qui s'est toujours produit dans la capitale, à toutes les époques de son histoire, lorsque l'ordre a régné, non pas seulement dans la rue, mais encore dans les idées, lorsqu'une population d'élite n'a pas craint de faire de Paris sa résidence préférée.

Les divers envahissements de l'Assemblée délibérante du pays qui ont eu lieu depuis un demi-siècle ont retardé la marche progressive du commerce et de l'industrie, et ont coûté à Paris bien des milliards.

Que l'expérience du passé nous serve de leçon!

Rappelons-nous aussi ce qu'ont fait nos anciens; ils ont accueilli avec bienveillance les étrangers qui venaient s'établir dans nos murs; l'intelligence, le travail, le savoir, le mérite, le capital, de quelque part qu'ils viennent, profitent au pays dans lequel ils se fixent; heureuse la nation qui attire à elle ces diverses conditions de prospérité; puissions-nous les attirer dans notre possession de l'Algérie!

Que nos jeunes gens qui se destinent aux affaires se pénètrent de ce que faisaient leurs prédécesseurs; ils employaient à l'étude tous les moments dont ils pouvaient disposer en dehors de leurs occupations de l'atelier, du magasin ou du bureau ; les jeunes gens de 1816 et de 1830 ont, plus tard, été d'habiles manufacturiers, de notables commerçants.

Lorsque Paris est devenu un grand centre commercial et industriel, ils ont imprimé à leurs opérations un mouvement de progression en rapport avec celui des nouveaux besoins qui se manifestaient, et, comme dans la capitale se trouvait aussi un foyer scientifique, leurs combinaisons et leurs facultés ont ressenti un heureux développement de leur contact avec les maîtres de la science. Ils avaient su distinguer dans la science le vrai du faux, et dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celle de l'économie sociale ils démontrèrent, par la preuve de l'expérimentation, le néant d'utopies que de faux économistes avaient tâché de faire prévaloir en 1848.

Non ! En commerce et en industrie tout le monde ne peut pas, ainsi qu'ils le prétendaient, être placé sur une ligne égalitaire : là, comme partout et en toutes choses, les supériorités existent ; elles s'imposent par leur intelligence, leur instruction, leur activité, leurs travaux, et aussi par leur connaissance des hommes et des choses ; mais elles sortent très-souvent des familles les moins favorisées de la fortune, parce que les jeunes gens qui n'ont rien ressentent davantage le besoin d'apprendre, éprouvent un plus grand désir de parvenir, ont le sentiment de faire mieux le lendemain que la veille, et, lorsqu'ils sont bien doués et mènent une bonne conduite, ils entrent, par la force de leur volonté, dans l'élite de la société, tandis que d'autres, par leur insouciance, leur mollesse, deviennent incapables de se maintenir au rang élevé où les avait placés leur naissance. Faites, messieurs, le relevé des commerçants qui ont eu l'honneur d'occuper les siéges de la juridiction consulaire, faites celui des savants qui ont éclairé de leurs travaux scientifiques le commerce et l'industrie, vous trouverez que la plupart n'avaient aucun patrimoine de famille.

Les jeunes gens d'aujourd'hui ont devant eux une voie plus large que ceux d'autrefois ; en effet, le système de la participation dans les bénéfices ouvre les portes de l'avancement à un bien plus grand nombre de personnes. La route sera toujours, comme auparavant, hérissée d'écueils ; mais elle conduit à la position de chef d'établissement, dont les devoirs ne sont pas limités à la bonne entente des affaires. Il est d'autres devoirs encore qui incombent à ceux qui sont placés à la tête des maisons de commerce ou des usines ; leur accomplissement, plus facilement pratiqué en province, présente, à Paris, de grandes difficultés depuis que cette ville est devenue le centre artistique, scientifique, commercial et industriel de l'Europe.

Jadis on considérait presque comme étant de sa famille son apprenti, son employé, son ouvrier, son serviteur ; on se préoccupait de sa conduite, on faisait donner des soins à celui qui était malade, on assurait l'existence de celui qui était devenu vieux ou infirme ; ces sentiments généreux sont toujours dans le cœur des commerçants ; nous en avons la preuve par leur intervention dans les associations de secours en cas de maladie ou pour la vieillesse.

Il leur importe de n'employer, chez eux, que des personnes ayant une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conduite rangée. Le personnel de leurs ateliers, de leurs bureaux ou de leurs magasins est bien plus exposé que ceux de la province aux entraînements des plaisirs ; mais, en s'intéressant au sort des femmes, des enfants de ses employés, ne peut-on pas améliorer l'intérieur de leur ménage, et indirectement exercer un patronage bienfaisant qui moralise les membres de la famille ?

Les chefs d'établissement ont, en outre, à leur disposition le plus puissant de tous les moyens, celui qui a l'influence la plus salutaire ; le bon exemple de l'ordre, d'une vie régulière, de la religion, en sachant avoir une existence convenable, en rapport avec leur position de société et de fortune ; mais en s'abstenant de ces dépenses fastueuses auxquelles, lorsqu'on gagne de l'argent, on est trop enclin à se laisser aller, qui ne sont pas opportunes quand on est encore dans les affaires et qui produisent une fâcheuse excitation.

Les exemples, les conseils doivent venir d'en haut, des classes dirigeantes qui, quoi qu'on dise, existeront toujours, mais en se renouvelant constamment, parce qu'elles sont composées d'hommes que leur honnêteté, leur mérite font monter aux positions élevées, et qui prennent forcément la place qui leur est due.

Parmi les classes dirigeantes se trouvent les notabilités commerciales et industrielles ; qu'elles donnent donc le bon exemple, et dans leurs conseils elles seront d'autant mieux écoutées qu'elles auront apporté plus de bienveillance à s'occuper du sort présent et à venir de ceux qui les entourent.

Qu'elles ne craignent pas de faire connaître à l'État qu'au milieu de cette agglomération de population la morale s'est affaiblie, et de lui rappeler que, lorsque le désordre apparaît dans les mœurs, il appartient au législateur d'édicter des lois qui fassent respecter la source pure de la famille sur laquelle repose le principe fondamental de toute civilisation.

INSTRUMENTS DE MUSIQUE.

NOTE SUR LE CLAVIER TRANSPOSITEUR POUR PIANOS, IMAGINÉ PAR M. WOLFF.

(*Planche* 4.)

On se rappelle que, dans la séance de la Société d'encouragement du 13 décembre 1872, M. Wolff, membre du Conseil, a présenté et expliqué lui-même un petit appareil de son invention, dit *clavier transpositeur*, pouvant s'appliquer à tous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

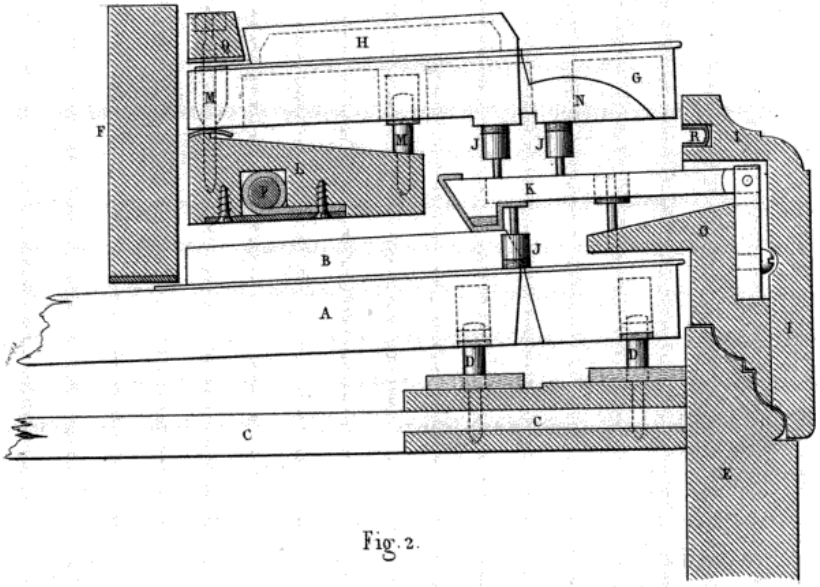
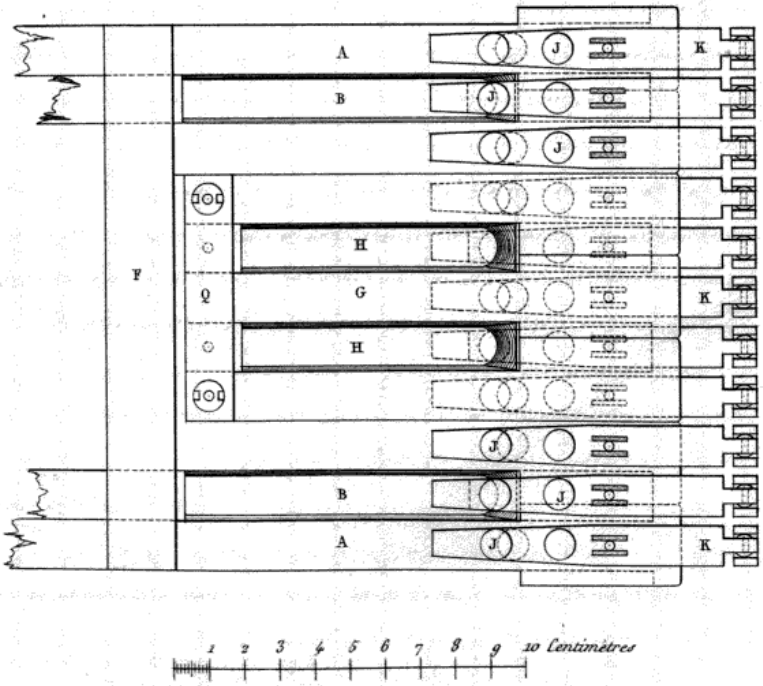


Fig. 2.



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38. Paris. *Ad. Leblanc, del. et sc.*

CLAVIER TRANSPOSITEUR, PAR M. WOLFF.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les pianos et permettant de transposer à volonté toute espèce de musique du ton dans lequel elle est écrite dans un autre ton quelconque.

La transposition à première vue d'un morceau de musique de piano est chose toujours difficile et qui ne peut être faite que par un musicien expérimenté. Il faut des études ou des facultés spéciales pour résoudre *ex-abrupto* un pareil problème, et tel artiste qui exécute parfaitement un morceau ou un simple accompagnement est souvent incapable de le jouer couramment dans un autre ton que celui où il est écrit. C'est là cependant une opération qui se présente dans bien des circonstances; tel morceau de chant a été écrit, par exemple, pour telle voix dans un ton spécial, dont l'accompagnement ne pourra servir pour une autre voix qu'à la condition d'être transposé. Si l'accompagnateur n'a pas une grande expérience, il est obligé de se livrer, séance tenante et tout en jouant, à un travail de tête très-fatigant et qu'il ne réussit pas toujours bien. Si la chose est difficile pour bien des artistes de profession, on comprend ce qu'elle doit être pour des exécutants ou des accompagnateurs ordinaires.

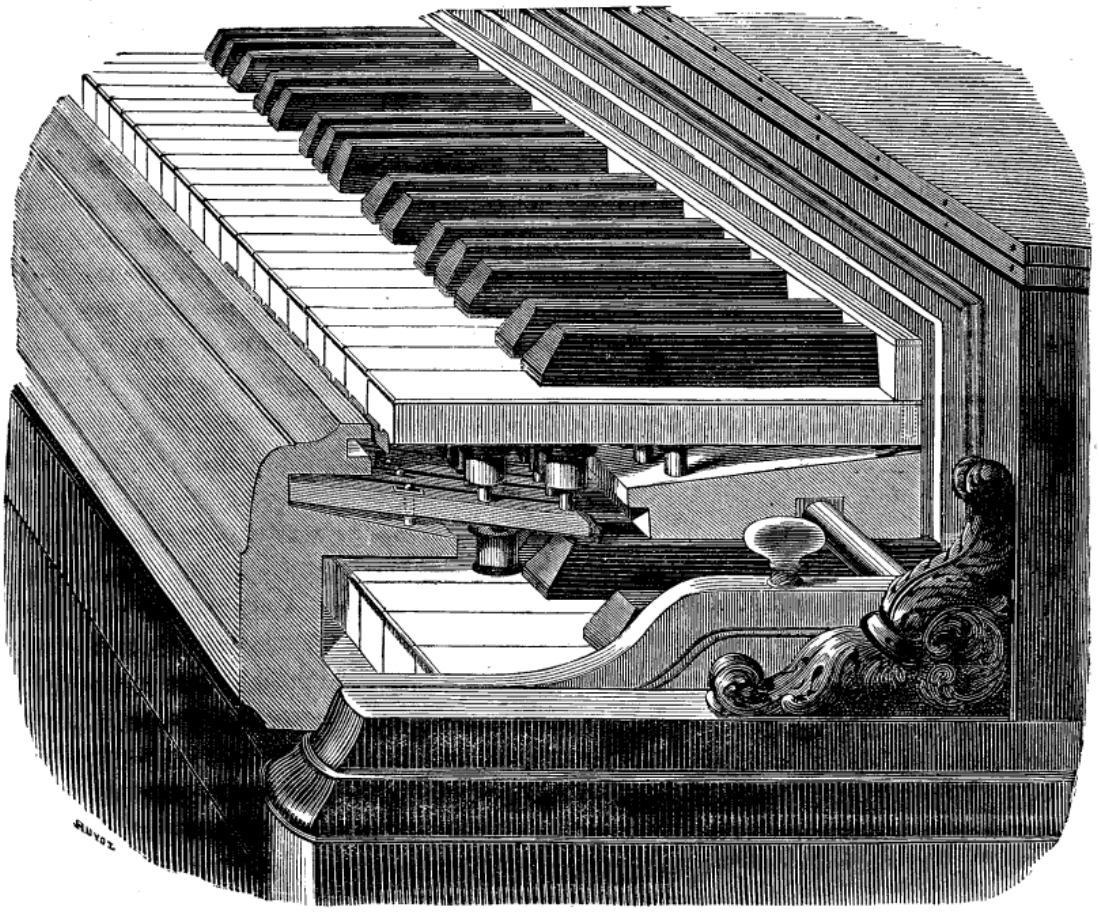
Depuis longtemps on a cherché à remédier aux inconvénients que nous venons de signaler par différentes combinaisons mécaniques; c'est ainsi, par exemple, qu'on a imaginé des pianos à clavier mobile, c'est-à-dire pouvant se déplacer horizontalement d'une certaine quantité à droite ou à gauche, de manière à permettre à l'exécutant de frapper des notes différentes de celles qu'indiquent dans la tonalité du diapason les touches qu'il a sous les doigts. Il existe encore quelques rares pianos de ce genre, mais on n'a pas continué à en faire en raison des nombreux inconvénients qu'ils présentent, et notamment sous le rapport de la solidité de l'instrument; d'ailleurs, en général, le déplacement du clavier ne permet de transposer que d'un très-petit nombre de demi-tons.

Reprenant le problème, M. Wolff est parvenu à tourner la difficulté par un artifice des plus ingénieux. Il ne modifie en rien le clavier ordinaire du piano, mais il lui superpose un second clavier toujours en rapport avec lui et qu'on peut faire glisser à droite ou à gauche, de manière à élever ou à abaisser à tel ton que l'on veut la note désignée par la touche où on pose le doigt. Grâce à cet artifice, la musique peut toujours se lire telle qu'elle est écrite; il suffit, pour la jouer dans un autre ton, de déplacer de la quantité voulue le clavier de l'appareil transpositeur.

L'invention ne consiste donc pas dans la mobilité de l'appareil, mais bien dans son indépendance et dans son mode de relation avec le clavier ordinaire du piano. Grâce à un mécanisme intermédiaire, le clavier du piano parle dès qu'on touche celui qui lui est superposé, quelle que soit la position relative qu'on donne à ce dernier : qu'une touche blanche du clavier supérieur commande une touche noire du clavier inférieur ou réciproquement, l'*enfoncement* reste le même, et rien n'est changé au jeu de l'exécutant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure ci-dessous est une vue perspective du clavier transpositeur mis en place.



Clavier transpositeur.

Les figures 1 et 2 de la planche 4 permettront d'expliquer les organes du mécanisme.

Fig. 1. Section verticale partielle du piano et du clavier transpositeur mis en place ; cette section est faite transversalement aux deux claviers.

Fig. 2. Vue partielle en dessus.

Dans ces deux figures l'instrument est vu dans le sens inverse à celui où il est représenté dans la vue perspective ci-dessus.

A, touches blanches du clavier ordinaire du piano.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

B, touches noires dudit clavier.

C, châssis du même clavier.

D, pointes fixes sur lesquelles s'abaissent les touches A et B.

E, fronton.

F, barre du fond du même clavier dite *barre d'adresse.*

G, touches blanches du clavier transpositeur.

H, touches noires du même.

I, fronton de ce clavier portant intérieurement à la partie supérieure une rainure longitudinale.

J, pilotes établissant la communication entre les touches des deux claviers.

K, bascules supportant les pilotes J.

L, châssis supportant les touches du clavier transpositeur.

M, pointes guidant le mouvement desdites touches.

N, évidement destiné à réduire la communication suivant la division de l'arrière-clavier.

O, châssis supportant les bascules K.

P, tringle en fer sur laquelle glisse la partie mobile du clavier transpositeur.

Q, tringle d'arrêt.

R, languette de la partie mobile du clavier glissant dans la rainure intérieure du fronton I.

On voit que le clavier transpositeur se compose de deux parties, l'une fixe et l'autre mobile; les pièces de cette dernière sont désignées par les lettres G, H, L, M, N, Q et R. (M.)

CHIMIE AGRICOLE.

SUR LA NITRIFICATION DE LA TERRE VÉGÉTALE, PAR M. BOUSSINGAULT.

(*Extrait.*)

« Dans un mémoire communiqué à l'Académie, il y a quelques années, je me suis attaché à faire ressortir l'analogie que présente un sol arable, fumé, amendé, ameubli par la charrue, avec une nitrière. Dans les deux cas, on rencontre des matières minérales associées à des détritus organiques.

« Les nitrières de l'Algérie, si bien étudiées par le colonel Chabrier, sont des décombres de villages abandonnés, des grottes où, pendant l'hiver, les troupeaux trouvent un abri. Ces matériaux salpêtrés offrent tous ce caractère de renfermer des parcelles d'humus, provenant, à n'en pas douter, de substances végétales, de substances animales altérées ou en voie d'altération.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Sous l'équateur, l'importante nitrière de Tacunga, dont j'ai suivi les travaux pendant la guerre de l'indépendance, consiste en une terre dérivant de la désagrégation de roches trachytiques, très-riches en composés humiques, ayant, par sa teneur en principes azotés, en phosphates, en sels calcaires et alcalins, la constitution, comme la fertilité du terreau.

« En Espagne, dans de nombreuses localités, particulièrement dans les environs de Saragosse, on voit des sols, assez féconds pour ne pas exiger de fumier, produire à la volonté du cultivateur, soit du salpêtre, soit d'abondantes moissons de froment.

« Dans la vallée du Gange, le salpêtre de *houssage,* effleuri à la surface du limon déposé périodiquement par le fleuve, est ramassé à côté de riches cultures de tabac, d'indigo, de maïs.

« Sans doute l'association d'éléments minéraux et organiques n'est pas la condition unique de la formation des nitrates; les inépuisables gisements du nitrate de soude au Pérou, comparables, par leur masse, aux gisements de sel marin, ont une tout autre origine. Enfin, l'océan aérien doit être considéré comme une immense nitrière, en ce sens que, toutes les fois qu'un éclair apparaît dans son sein, il y a une formation de nitrate, de nitrite d'ammoniaque. Cette union directe de l'azote gazeux avec l'oxygène et l'un des éléments de l'eau est un phénomène considérable de la physique du globe, sur lequel j'ai souvent insisté; néanmoins, je demande à l'Académie la permission de reproduire ici les arguments par lesquels j'ai cherché à en faire saisir l'importance.

« En effet, en ne tenant pas compte de ce qui se passe en dehors des tropiques, en se bornant à considérer la zone terrestre équatoriale, on arrive à cette conclusion que, pendant l'année entière, tous les jours, à tous les instants, l'atmosphère est incessamment sillonnée par des déflagrations électriques, à ce point qu'un observateur placé sous l'équateur, s'il était doué d'un organe assez délicat, y entendrait continuellement le bruit du tonnerre. C'est que, pour un lieu situé dans la région intertropicale, la saison des orages dépend de la position que le soleil occupe dans l'écliptique; elle se manifeste deux fois par an, alors que l'astre est dans la proximité du zénith, c'est-à-dire lorsque la déclinaison du soleil est égale à la latitude et de même dénomination.

« C'est donc à un phénomène électrique qu'il convient d'attribuer la présence des composés nitrés, de l'ammoniaque que l'on constate dans la pluie, dans la neige, dans la grêle, dans les brouillards, composés éminemment fertilisants amenés sur la terre par ces météores aqueux.

« Dans la nitrification de la terre végétale, dans les matériaux d'une nitrière artificielle, tout tend à faire présumer que l'acide nitrique est surtout développé aux dépens de l'azote des substances organiques. Les salpêtriers ont d'ailleurs reconnu, depuis longtemps, que le sang, l'urine, les détritus des animaux favorisent singulièrement la production du nitre. C'est sur cette donnée pratique que les anciens chimistes basèrent leur opinion sur l'utilité des matières animales introduites dans une nitrière : opinion adoptée par Lavoisier, et que, plus tard, Gay-Lussac défendit, lorsqu'elle fut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

attaquée en invoquant des observations inexactes ou tout au moins incomplètes; lorsque l'on voulut nier l'efficacité des substances azotées comme agents nitrifiants, en attribuant à la porosité seule la puissance de créer de l'acide nitrique par la condensation des principes constituants de l'atmosphère.

« La terre, à tous les degrés de fertilité, depuis le terreau jusqu'à la terre de bruyère, exposée à l'air après avoir été humectée, se nitrifie, s'il y a présence d'un élément calcaire ou alcalin : c'est ce que des expériences précises ont établi. Sans doute, tout sol cultivable renferme de l'azote, radical de l'acide nitrique; mais de la présence de cet azote combiné il n'en résulte pas nécessairement que l'azote gazeux de l'atmosphère ne puisse concourir, dans une certaine limite, à la production des nitrates : c'est pour rechercher si ce concours a lieu que j'ai entrepris les expériences que je vais décrire.

« Dans la terre végétale, le salpêtre apparaît d'abord en quantités assez notables; puis, bientôt, la nitrification se ralentit, comme s'il fallait que l'exposition à l'air fût prolongée pour que les composés humiques deviennent aptes à se nitrifier. On en jugera par une observation faite avec de la terre d'un potager, prise après une pluie persistante, afin qu'elle ne renfermât qu'une faible proportion de nitrates.

« Cette terre séchée à l'air pesait 10 kilogrammes. Après l'avoir humectée, on en façonna un prisme que l'on plaça à l'air. Tous les quinze jours on fit un dosage.

	Dans 10 kilogrammes de terre, nitrates exprimés en nitrate de potasse.
	gr.
5 août, mise en expérience.	0,096
17 août.	0,628
2 septembre.	1,800
17 septembre.	2,160
2 octobre.	2,060

« A partir du 2 octobre, la formation des nitrates est devenue très-lente; mais elle ne s'est pas arrêtée.

« Pour affirmer ou infirmer le concours de l'azote atmosphérique dans l'apparition des nitrates, il aurait fallu connaître rigoureusement ce que les 10 kilogrammes de terre renfermaient d'azote au commencement et à la fin de l'observation; or, pour qui est familier avec les procédés de l'analyse, cela n'était pas possible.

« Des dosages faits nécessairement sur peu de matière, sur 20 grammes par exemple, et en supposant qu'on en ait exécuté trois ou quatre, représentant 60 à 80 grammes, n'auraient pas donné une garantie suffisante d'exactitude, puisque, en concluant de l'azote dosé, l'azote appartenant aux 10 kilogrammes de terre végétale mis en expérience, l'erreur d'analyse serait multipliée par 167, par 125. Il y a plus : en supposant que l'on parvînt à éliminer cette cause d'erreur et que l'on constatât une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

légère acquisition d'azote par la terre salpêtrée, on ne serait pas autorisé à admettre définitivement l'intervention de l'azote de l'air, parce que l'excédant pourrait provenir des composés nitrés, de l'ammoniaque, des poussières que l'atmosphère renferme à l'état de vapeur ou tient en suspension ; composés qui contribuent certainement à l'amélioration du sol par la jachère.

« Pour résoudre la question que l'on avait en vue, celle de savoir s'il y a fixation d'azote, il fallait placer une quantité assez limitée de terre à nitrifier dans de l'air confiné, afin d'éloigner les deux causes perturbatrices que je viens de signaler.

« *Dispositif des expériences.* — La terre végétale, pesée sèche, mélangée avec trois fois son poids de sable quartzeux lavé et calciné, humectée avec de l'eau distillée exempte d'ammoniaque, était introduite dans un ballon de verre ayant à peu près une capacité de 100 litres. L'eau avait été ajoutée en quantité bien inférieure à celle qu'il aurait fallu pour porter le mélange au maximum d'imbibition, précaution indispensable, parce qu'un sol trop humide n'est pas nitrifiable; il y a plus : les nitrates préexistants disparaissent, ainsi que je l'ai reconnu dans des recherches sur le chaulage (1).

« Le sable avait été employé pour rendre la terre plus perméable à l'air.

« Dans un des appareils, de la cellulose fut incorporée au mélange pour savoir si, par la combustion lente d'une plus grande quantité de carbone que celle que la terre contenait, on favoriserait l'oxydation de l'azote.

« L'*azote,* avant et après la nitrification, a été dosé par la combustion opérée par l'oxyde de cuivre : la présence des nitrates ne permettait pas le dosage par la chaux sodée; la perte en azote eût été considérable.

« Le *carbone* des substances organiques, de l'humus, a été pesé à l'état d'acide carbonique obtenu en chauffant la terre au rouge dans un courant de gaz oxygène.

« L'*acide nitrique* a été déterminé par une teinture normale d'indigo (2).

« Les ballons renfermant les mélanges, clos avec des coiffes en caoutchouc fortifiées d'un liége, ont été déposés dans un cellier.

« La nitrification s'accomplit toujours avec une grande lenteur. On a pu remarquer, dans l'expérience que j'ai mentionnée, que, en six semaines, il y avait eu 0^{gr},2 de nitrate formés par kilogramme de terre végétale; mais ce n'était pas là tout ce que cette terre pouvait produire. Une année après, de la même terre du potager, prise dans un endroit abrité contre la pluie, donna 2 à 3 grammes de salpêtre par kilogramme.

« Dans les nitrières, elle est tout aussi lente, bien que plusieurs dispositions soient adoptées pour la favoriser, entre autres celle de remuer la masse à la pelle tous les

---

(1) BOUSSINGAULT, *Agronomie*, t. III, p. 174-176, 2^{e} édition.
(2) BOUSSINGAULT, *Agronomie*, t. II, p. 244, 2^{e} édition.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cinq ou six mois. En général, le lessivage de la terre salpêtrée n'a lieu que quinze à dix-huit mois après la mise en train.

« Les expériences, telles qu'on les avait instituées, ne permettaient pas d'agiter à certains intervalles la terre enfermée dans les ballons. Pour remplacer l'agitation, on se décida à laisser la terre à nitrifier en contact avec l'air confiné pendant un temps considérable, pendant onze ans : les appareils, fermés en 1860, furent ouverts en 1871.

Terre végétale mise dans les appareils.

« Dans 100 grammes de terre séchée à l'air :

	gr.
(1) Azote total (moyenne).	0,4722
Acide nitrique.	0,0029
Ammoniaque.	0,0020
Carbone.	3,6630
Chaux.	1,0000
Magnésie.	0,0500
Potasse.	0,0100

« Le 1er août 1860, on a introduit dans les ballons :

	Première expérience.	Deuxième expérience.
Terre végétale.	100 grammes.	100 grammes.
Sable quartzeux.	300 »	300 »
Cellulose.	» »	5 »

« Les mélanges avaient été humectés avec de l'eau pure.

Lors de la fermeture des ballons, la température était. . . . . 25 degrés.
» la pression barométrique. . 0m,74.

« Lors de l'ouverture, les mélanges présentaient le même aspect : couleur brun foncé, l'odeur particulière à la terre humide.

« Les mélanges retirés des ballons ont pesé :

Première expérience.	440 grammes.
Deuxième expérience.	435 »

« C'est dans cet état que les mélanges ont été soumis au dosage.

« Je discute, dans mon mémoire, l'erreur dont les résultats peuvent être affectés, en appliquant les nombres fournis par les dosages aux poids du mélange retiré des ballons.

« Je me bornerai à présenter ici les résultats moyens.

---

(1) Comprenant l'azote de l'acide nitrique et de l'ammoniaque.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Première expérience (terre végétale, 100 grammes; sable, 300 grammes).

	Azote total.	Acide nitrique.	Azote dans l'acide nitrique.	Carbone.	Acide Az O^5 exprimé en nitrate de potasse.
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
En 1860.	0,4722	0,0029	0,00075	3,663	0,005
En 1871 : terre humide, 440 gr.	0,4510	0,6178	0,16000	3,067	1,155
Différences.	— 0,0212	+ 0,6149	— 0,15925	— 0,596	+ 1,150

Deuxième expérience (terre végétale, 100 grammes; sable, 300 grammes; cellulose, 5 grammes = C 0^5,2222).

	Azote total.	Acide nitrique.	Azote dans l'acide nitrique.	Carbone.	Acide Az O^5 exprimé en nitrate de potasse.
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
En 1860.	0,4722	0,0029	0,00075	5,885	0,005
En 1871 : terre humide, 435 gr.	0,4641	0,5620	0,14570	3,358	1,051
Différences.	— 0,0081	+ 0,5591	— 0,14495	— 2,527	+ 1,046

« *Discussion.* — Dans chacune de ces expériences, le 1er août 1860, l'air enfermé dans les ballons, ramené à la température de zéro et à la pression 0^m,76, occupait un volume de 85^{lit},9 (1), pesant 111^g,13, dans lesquels il entrait, en négligeant l'acide carbonique,

	gr.
Oxygène.	25,67
Azote.	85,46

« *Première expérience.* — La perte totale en azote a été de 0^g,021, les 4/100 de l'azote initial.

« Il y a eu production de 0^g,615 d'acide nitrique, dans lesquels il entrait :

	gr.
Azote.	0,159
Azote éliminé.	0,021
Azote déplacé.	0,180
L'azote initial étant.	0,472
Azote resté dans la terre nitrifiée. . .	0,292

« Cet azote resté dans le sol appartenait à l'humus et autres matières organiques.

« La perte en carbone s'est élevée à 0^g,596, les 16/100 de ce que la terre en contenait avant la nitrification.

« A 100 de carbone brûlé par combustion lente répond une formation d'acide nitrique de 103,2.

---

(1) En tenant compte du volume de la terre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« *Deuxième expérience.* — L'introduction de 5 grammes de cellulose avait porté à 5ˢ,885 le carbone du mélange de terre et de sable mis à nitrifier (1).

« La perte totale en azote a été de 0ˢ,008, un peu moins du 2/100 de l'azote initial.

« Il y a eu une production de 0ˢ,559 d'acide nitrique, renfermant :

	gr.
Azote.	0,145
Azote éliminé.	0,008
Azote déplacé.	0,153
L'azote initial étant.	0,472
Azote resté dans la terre nitrifiée. . .	0,319

« La perte en carbone a atteint 2ˢ,527, les 43/100 du carbone préexistant.

« A 100 de carbone brûlé par combustion lente répond une formation d'acide nitrique de 22. »

« Ainsi, contrairement à ma prévision, la combustion du carbone de la matière organique non azotée, de la cellulose ajoutée à la terre, n'aurait pas favorisé la production de l'acide nitrique.

« D'après le carbone disparu, et en supposant qu'il ait été transformé en acide carbonique, on voit qu'il a dû rester dans les appareils :

	gr.	
Dans la première expérience.	24,25	de gaz oxygène.
Dans la deuxième expérience.	18,52	»

« L'atmosphère, confinée dans les appareils, était donc bien loin d'avoir perdu son oxygène après être restée en contact avec la terre végétale pendant un long espace de temps.

« J'expose dans mon mémoire des faits tendant à établir que dans ces expériences la nitrification a pu être achevée avant l'ouverture des appareils, en 1871. La présence d'une forte quantité de matière humique dans le mélange salpêtré ne saurait être invoquée contre cette opinion, puisqu'il est des sols riches en principes carbonés qui donnent peu ou point de nitrates, par exemple les terrains tourbeux; c'est que tous les principes carbonés ne sont pas nitrifiables.

« La nitrification pourrait encore être arrêtée par insuffisance de bases salifiables. Il est évident qu'une terre végétale, alors même qu'elle serait pourvue d'humus nitrifiable, ne produirait pas de nitrates, du moins de nitrates alcalins et terreux, si la chaux, la magnésie, la potasse y manquaient, et que, dans le cas où ces bases ne s'y

---

(1) Admettant : gr.
2,222 de carbone dans la cellulose,
3,663 de carbone apporté par 100 grammes de terre végétale.
5,885

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouveraient qu'en proportion restreinte, la nitrification serait suspendue aussitôt après leur saturation. Tel n'était pas le cas pour la terre du Liebfrauenberg, employée dans ces expériences. On a vu, en effet, que, dans les 100 grammes de terre placés dans les ballons, il y avait :

			Acide. gr.	Nitrate. gr.
Chaux.	1,00	pouvant fixer	1,93	2,93
Magnésie..	0,05	»	0,14	0,19
Potasse.	0,01	»	0,015	0,025
			2,085	3,145

« Il se trouvait, par conséquent, dans la terre assez de bases pour saturer 2gr,1 d'acide nitrique ; trois à quatre fois autant qu'il s'en est développé.

« La quantité de salpêtre formée durant le séjour du mélange terreux dans une atmosphère confinée pourrait, à la première vue, paraître assez faible : 1gr,15 de nitrate, en attribuant la production à 100 grammes de terre, soit 11gr,5 par kilogramme.

« C'est, après tout, autant et même plus que ce que contiennent les bonnes terres salpêtrées.

« Suivant un rapport des anciens régisseurs des poudres, en France, les terres salpêtrées donnaient par kilogramme :

	Salpêtre. gr.
Dans quelques provinces.	1,2
En Touraine.	8,5
Terres des nitrières artificielles.	10,0
Id. exceptionnellement.. .	30,0
Terre d'une bergerie.	8,4

« Il résulte de ces recherches que, dans la nitrification de la terre végétale, accomplie dans une atmosphère confinée que l'on ne renouvelle pas, dans de l'air stagnant, l'azote gazeux ne paraît pas contribuer à la formation de l'acide nitrique. L'azote, dosé dans la terre en 1871, ne pesait pas plus, ne pesait même pas tout à fait autant qu'en 1860. Dans la condition où l'on a observé, la nitrification aurait eu lieu aux dépens des substances organiques, de l'humus, que l'on rencontre dans tous les sols fertiles. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Sur le gisement de cinabre de Vallalta (Italie) et sur l'usine de traitement des minerais.— L'usine de Vallalta est située dans la province de Belluno

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(Vénétie), à l'extrémité sud-ouest de la vallée Mis, où les deux torrents Mis et Pezzea opèrent leur jonction, suivant une direction qui sert de délimitation entre l'Italie et le Tyrol. Placée à une altitude de 2 339 pieds (701m,70) au-dessus du niveau de la mer, sa distance d'Agordo est de 10 milles environ.

La mine de cinabre, voisine de l'usine, est placée sur la rive droite du torrent de Pezzea. Les roches qui accompagnent le minerai sont principalement des schistes argileux, altérés par un porphyre rougeâtre qui a surgi au milieu d'eux. Un fait digne de remarque au point de vue géologique, c'est que, dans la région nord-est, les schistes argileux qui entourent la roche métallifère sont de couleur noire et souvent graphiteux; c'est là qu'on trouve le cinabre le plus riche et le plus abondant. Au contraire, dès que les schistes tendent à disparaître, la roche porphyrique se développe en largeur et le minerai est plus disséminé ; ce qui rend les recherches plus incertaines et, par conséquent, plus coûteuses. Le cinabre se rencontre dans la roche en grains ou en rognons; quelquefois il y forme des veines ou de simples filets, mais son état est toujours irrégulier. Outre le porphyre et les schistes métamorphiques, la gangue renferme encore de la pyrite de fer, du gypse, du spath calcaire, du mica et de la chlorite.

Le gisement de Vallalta est connu depuis un siècle environ, mais il a dû passer par bien des phases avant d'en arriver à son état de prospérité actuel. Plusieurs fois abandonnés, puis repris, les travaux n'acquirent quelque importance qu'à dater de 1852, où une première galerie de niveau fut entreprise par une compagnie qui avait acheté les droits des premiers propriétaires; poussée successivement jusqu'à 196 mètres, cette galerie vint, deux ans plus tard, recouper une première veine de minerai, où l'on trouva du mercure natif. Encouragée par ce premier succès, la compagnie creusa de nouvelles galeries au-dessus et au-dessous de la première, et bientôt elle fut à même de construire, pour le traitement du minerai, un établissement comprenant des fours et des appareils de condensation. Ce n'était pas encore le succès définitif, car, après quelques mois de traitement métallurgique, les travaux de la mine ayant été inondés à différentes reprises, il en résulta plusieurs interruptions, si bien qu'on en arriva jusqu'en 1860 sans avoir fait de nouveaux progrès. A cette époque, enfin, M. G. A. de Manzoni prit à ferme la mine et l'usine, et c'est grâce à lui qu'elles ont retrouvé leur activité.

Aujourd'hui le gisement a été fouillé jusqu'à la profondeur de 122 fathoms (223 mètres environ); cette hauteur est recoupée par différentes galeries horizontales, de telle sorte que les travaux sont répartis en treize étages ; le chantier d'exploitation le plus profond est à 54 fathoms (98m,70) au-dessous du dernier de ces étages. On procède de la manière suivante :

Dès qu'on a reconnu la présence d'une masse avantageuse à exploiter, on commence par y creuser un petit puits vertical, puis on le recoupe horizontalement à différents niveaux en employant des bois de soutènement (du mélèze). A mesure qu'on retire le minerai riche, on remblaye pour empêcher les éboulements, et, lorsque les travaux ne fournissent pas assez de remblais, on en apporte de l'extérieur. La ventilation se fait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au moyen d'une trompe, qui envoie l'air nécessaire par une canalisation en bois.

En sortant de la mine, le minerai est cassé et trié ; les parties riches sont humectées avec de l'eau acidulée venant des condenseurs, et on en fait des agglomérés du poids de 9 livres chaque environ (un peu plus de 4 kilog.), qu'on charge ensuite dans les fours de distillation. Ces fours sont cylindriques, en forme de cubilots, et sont garnis intérieurement de briques réfractaires ; ils ont 3 pieds 11 pouces de diamètre (1^m,175) sur 21 pieds de hauteur (6^m,30), et se trouvent accolés par paire. Le minerai se place sur une grille en fer disposée vers la base du four ; on le charge par le haut au moyen d'une trémie qui est munie d'un couvercle à fermeture hydraulique, de manière à intercepter toute communication entre la partie supérieure du four et l'air extérieur. La charge se compose de minerai et de charbon de bois en couches alternantes ; le combustible y entre dans la proportion de 2 pour 100 en poids. Sous l'action de la chaleur, le cinabre est décomposé, et le mercure, mis en liberté, passe à l'état de vapeur avec les produits de la combustion dans deux chambres voisines du four, et de là dans deux séries de larges tuyaux ou condenseurs de 3 pieds 3 pouces de diamètre (0^m,975) sur 49 pieds de long (14^m,70), placés à l'air libre et sur lesquels tombe une pluie artificielle continue. Sous l'influence de cette pluie, le mercure se condense, tandis que le reste des vapeurs passe de là dans une série de quatre chambres et est conduit enfin à la cheminée par un dernier tuyau.

Dans les premiers temps, le traitement produisait certains inconvénients graves. Ainsi, sous l'influence d'un changement brusque de température, le tirage ne s'opérant plus aussi bien, il se dégageait, par le dessous du fourneau, des vapeurs mercurielles qui occasionnaient une perte notable dans le traitement en même temps qu'elles affectaient gravement la santé des ouvriers ; l'usage interne du chlorate de potasse ne parvenait pas toujours, dans ce cas, à arrêter les effets d'intoxication ; en outre, le dégagement continu d'acide sulfureux par la cheminée avait un effet extrêmement nuisible sur la végétation environnante. Aujourd'hui tous ces inconvénients ont disparu, grâce à une petite trompe d'eau placée contre la cheminée et qui, partant du haut, sans nuire au tirage, entraîne les vapeurs nuisibles dans un puits perdu, où elles arrivent conduites par un long tuyau.

Avec deux fours accolés on peut traiter, par vingt-quatre heures, 150 tonnes de minerai, et, comme les condenseurs sont en bois et permettent de retirer le mercure à volonté, les fours peuvent rester en feu pendant deux ans et plus, c'est-à-dire supporter une marche continue jusqu'à ce qu'ils aient besoin de réparations.

Outre le mercure métallique qu'on obtient, les tuyaux et les chambres renferment encore un dépôt noirâtre contenant une certaine proportion de métal qu'on extrait mécaniquement sur des plans inclinés ; le dernier résidu retourne au four, où il est mélangé avec le minerai.

Comme à Idria, l'usine de Vallalta préfère expédier le mercure dans des peaux de mouton.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le soin avec lequel est conduite l'opération métallurgique permet d'opérer avec avantage sur des minerais qui ne contiennent pas pour plus de 1/2 pour 100 de mercure ; la perte en métal est inférieure à 8 pour 100. Les travaux d'exploitation et l'usine ont ensemble un personnel de 200 hommes ; c'est la mine qui en emploie le plus. Ces derniers travaillent huit heures par jour et reçoivent un salaire de 1 fr. 20 ; la plupart possèdent un petit lopin de terre qu'ils cultivent. On leur retient 2 pour 100 sur leur paye pour alimenter une caisse de secours.

Depuis 1856 la production du mercure, sauf quelques oscillations, a été toujours en augmentant ; elle a été, en 1870, de 34 776 kilog.; la production accumulée de toutes les années s'élève à près de 325 tonnes. (*Journal of the Society of arts.*)

Développement de la fabrication du sucre de betterave en Allemagne et en Autriche. — Il résulte de documents officiels publiés dans l'Empire germanique que, pendant la campagne de 1872-1873, la Prusse à elle seule a eu 245 fabriques en activité, qui ont travaillé 23 896 928 quintaux métriques de betteraves. C'est la province de Saxe, la plus riche de la Prusse, qui en contient le plus grand nombre (148, ayant travaillé 15 488 392 quint. métr.). Elle n'a qu'une superficie égale à celle de quatre à cinq départements français (2 519 800 hectares).

Les autres États de l'Allemagne n'ont en tout que 81 fabriques dont le travail, dans la même campagne, a porté sur un chiffre total de 7 918 565 quint. mét. de betteraves. Le Brunswick à lui seul contient 28 fabriques, et l'Anhalt, ce petit pays de 20 000 âmes, qui n'a qu'une superficie de 225 000 hect. (à peu près la moitié d'un de nos petits départements), n'en renferme pas moins de 36.

Le tableau suivant indique les progrès croissants faits, dans ces dix dernières années, par toute l'Allemagne :

ANNÉES d'exercice.	NOMBRE de fabriques en exercice.	QUANTITÉS de betteraves consommées en quintaux métriques.	SUCRE PRODUIT en quintaux métriques.
1863 - 64	253	18 855 760	1 561 800
1864 - 65	270	20 820 602	1 706 607
1865 - 66	295	26 776 386	1 856 956
1866 - 67	296	25 356 354	2 012 409
1867 - 68	293	20 251 696	1 650 137
1868 - 69	295	24 976 828	2 081 432
1869 - 70	296	25 845 869	2 171 922
1870 - 71	304	30 506 456	2 629 867
1871 - 72	309	22 509 181	1 891 662
1872 - 73	326	31 815 493	2 586 625

Ces chiffres sont significatifs ; aussi l'Allemagne qui, en 1850, importait encore chez

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elle plus d'un demi-million de quintaux métriques de sucre, en exporte aujourd'hui un quart de million.

La France, qui tenait autrefois la tête, n'a produit, dans la dernière campagne, que 2062880 quint. métr. de sucre, c'est-à-dire un peu moins que l'Empire d'Allemagne.

L'Autriche cherche à suivre les traces de l'Allemagne. L'Exposition universelle de Vienne a permis de juger des progrès de l'industrie sucrière de la Moravie et de la Bohême. Cette dernière province possède actuellement 34 grandes fabriques de sucre de betteraves, montées par actions; la Moravie en a 14. C'est à un Français, M. Florent Robert, que l'Autriche est redevable de l'introduction de cette industrie et de ses progrès les plus considérables, progrès qu'attestent les chiffres suivants :

				Quint. métr.
En 1850, le nombre des fabriques était de	84	et la quantité de betteraves travaillées de		979 373
En 1872-73,	—	262	—	— 22 500 000

En 1855, ce pays avait encore besoin d'importer plus de 400 000 quint. métr. de sucre, et son exportation était nulle ; actuellement, c'est l'inverse qui a lieu, et il se fait une exportation annuelle de 750 000 quintaux métriques.

M. le comte de Gasparin a dit que la betterave ferait le tour du monde; les événements viennent de lui donner raison. Non-seulement cette racine s'est développée en Europe en s'avançant vers l'Est jusqu'en Russie, mais elle a encore passé l'Atlantique, et la voilà qui, franchissant les Montagnes-Rocheuses, est allée s'implanter dans les fertiles vallées de la Californie. Des sucreries se construisent dans l'Illinois, dans les environs de San-Francisco ; avec l'esprit ardent des Américains le succès est certain, et les États-Unis, qui sont tributaires de l'étranger pour 400 millions de francs, deviendront un jour exportateurs à leur tour.

Enfin, la commission japonaise à l'Exposition universelle de Vienne, justement émerveillée des résultats de la culture de cette plante précieuse, a fait choix de graines françaises et recherche des hommes en état de fonder cette industrie au Japon. La prédiction de l'illustre agronome sera donc à coup sûr réalisée dans peu d'années. (*Journal de l'agriculture.*)

Sur la carte postale en différents pays (1). — En Angleterre, la *post-card* a été introduite, en 1870, au prix de 1/2 penny (5 c. 1/4), moitié prix d'un penny (10 c. 1/2), fixé pour le prix de la lettre simple. La circulation moyenne de ces *post-cards* s'y élève à 1 million et demi par semaine. Il en a été envoyé plus de 75 millions dans le cours de 1871, et ce chiffre a été dépassé en 1872. Quant au nombre des lettres ordinaires, loin de diminuer, comme on affectait de le

(1) C'est au Dr Emmanuel Hermann, professeur à l'Académie militaire de *Wiener Neustadt* (Autriche), qu'on attribue l'idée première de la *carte postale*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prédire, sous l'influence de ce moyen auxiliaire offert au public à prix réduit, ce nombre a encore augmenté ; au lieu de 863 millions, chiffre des lettres transportées en 1870, la poste en a transmis 915 millions en 1871, soit 52 millions de plus. Cet accroissement énorme a relevé le chiffre moyen de la progression annuelle des correspondances dans les cinq années antérieures, depuis 1866 à 1870 ; il était de 4 p. 100, et il est monté à 6 p. 100.

En Allemagne, la création de la *carte-correspondance* a été décrétée, en juin 1870, à la veille de la guerre, et elle a commencé à circuler le 1er juillet suivant. Elle s'est promptement répandue, par suite des avantages propres qu'elle offrait, bien que le prix en eût été fixé à *un gros* (12 c. 1/2), à l'égal du port de la lettre ordinaire. C'est seulement à partir du 1er juillet 1872 que le prix a été réduit à un *demi-gros* (6 c. 1/4), le port des lettres restant toujours le même. Cette réduction n'a pas nui au nombre de lettres transportées, car ce nombre, qui était de 205 millions en 1870, s'est élevé à 240 millions en 1871.

Une amélioration notable, pratiquée également en Hollande, en Belgique, en Suisse, a été mise en œuvre en Allemagne. A côté de la *carte-correspondance* simple, on en a établi une *double* avec *réponse payée,* au moyen de deux cartes-correspondance adhérentes entre elles (lettre et réponse), portant chacune le timbre d'affranchissement et débitées à un prix double.

En Suisse, la *carte-correspondance* a commencé à circuler le 1er octobre 1870 au prix de 5 centimes ; en 1871 on en a envoyé 1 713 710. Le nombre des lettres simples était, en 1870, de 20 477 844 ; en 1871, il s'est élevé à 22 563 351.

La Belgique a introduit, au 1er juillet 1871, la *carte-correspondance* à 5 centimes ; l'essai local qu'elle avait commencé par faire n'a pas tardé à être transformé en application générale. Comme dans les autres pays, le nombre des lettres ordinaires n'a pas moins continué à croître ; aussi un arrêté de M. le Ministre des travaux publics, dans les attributions duquel rentrent, en Belgique, les postes et les télégraphes, a organisé, à partir du 1er janvier 1873, le régime de la *carte-correspondance double* avec *réponse payée*.

La Norwége possède, depuis le 1er janvier 1872, la carte-correspondance au prix de la lettre ordinaire, c'est-à-dire 9 *skillings* (14 c. 1/2), réduit à 2 *skillings* pour l'envoi dans l'intérieur d'une même circonscription postale. Le résultat général est regardé comme satisfaisant.

En Suède, la taxe de la carte-correspondance, fixée d'abord à 12 *ore* (17 c. 1/2), a été réduite à 10 *ore* (14 cent.).

Dans le Danemark, l'innovation date du 1er avril 1871. La *carte générale* y coûte 4 *schillings* (12 cent.), et la carte de *circonscription postale*, 2 *schillings* (6 cent.).

En Russie, le nouveau régime est pratiqué depuis le 1er janvier 1872. La carte générale y coûte 5 *kopecks* (20 cent.), et la carte de circonscription 3 *kopecks* (12 cent.).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En Autriche, la *korrespondentz-karte* circule au prix de 2 *kreutzers* (5 cent.). Son introduction date du 1er octobre 1869. La première année on en a vendu environ huit millions.

Enfin, l'Espagne a suivi l'exemple; la Grèce et le Portugal vont en faire autant. Quant à l'Italie, la question est également résolue.

Ainsi, à l'exception de la Turquie, tous les États de l'Europe ont compris les avantages du nouveau système de correspondance et l'ont successivement adopté. (*Extrait d'un mémoire lu par M. Wolowski à l'Académie des sciences morales et politiques.*)

(M.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 9 janvier 1874.

Présidence de M. *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE. — M. *Demeule* (G.), ingénieur-architecte, rues de Paris et Henry, à Elbeuf, fait présenter par M. *Balard,* vice-président, une note sur le tracé d'un nouveau genre d'échelle de proportion à employer pour le dessin linéaire. (Comité des arts économiques.)

M. *Maubec* (E.), fabricant de savon, à Elbeuf, membre de la Société, demande, au nom de la *Société industrielle d'Elbeuf,* l'échange du *Bulletin* contre les publications que fait cette société. (Commission du *Bulletin*.)

M. *Charlot,* ancien architecte, à la maison des incurables, à Ivry-sur-Seine (Seine), demande le concours de la Société pour faire breveter une invention relative à l'éclairage au gaz. (Comité des arts économiques.)

M. *Gougy* (P. F.), ingénieur-mécanicien, boulevard Mont-Parnasse, 143, à Paris, adresse un mémoire descriptif sur divers appareils combinés pour élever l'eau au moyen de l'air comprimé et de l'air raréfié, et sur les applications mécaniques qu'on peut faire de cet agent pour la transmission de la puissance motrice à de grandes distances. Il demande à la Société de faire examiner ce mémoire, ainsi que les nombreuses applications de ce principe qu'il a faites, depuis très-longtemps, dans les brasseries e dans d'autres industries. (Comité des arts mécaniques.)

Prenez mon ours. Dossier pour le concours pour les petits moteurs pour ateliers de famille. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Doré*, garde-moulin, chez M. *Abel Rouharam,* meunier, à Coulommiers (Seine-et-Marne). Moyen de rendre la taille des pierres meulières moins dangereuse pour les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ouvriers ; mémoire présenté pour le concours au prix fondé par les habitants de la Ferté-sous-Jouarre. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Lazeu* (Émile), rue de la Butte-Chaumont, 85, à Paris. Régulateur de bec de gaz. (Comité des arts économiques.)

Q, E, E. Sous cette devise un mémoire relatif au concours pour un semoir d'engrais pulvérulents a été présenté à la Société. (Comité d'agriculture.)

Les machines les plus simples sont toujours les meilleures. Un mémoire, pour le même concours des semoirs d'engrais pulvérulents, a été adressé avec cette devise. (Comité d'agriculture.)

La viande comme le pain, etc. Devise d'un dossier pour le concours relatif à la conservation des denrées alimentaires. (Comité des arts économiques.)

M. *Alfred de la Bastie,* propriétaire, à Richemont, commune de Villette (Ain), envoie un mémoire et des plans pour concourir au prix proposé pour les irrigations. (Comité d'agriculture.)

M. *Beauchamp,* ingénieur civil, à Bordeaux (Gironde), rue David Johnston, 68, présente un mémoire et des plans pour le concours relatif aux desséchements et colmatages et à l'endiguement des terrains submergés. (Comité d'agriculture.)

Améliorer le sol par l'homme et l'homme par le sol. Devise d'un mémoire présenté pour le même concours des desséchements et endiguements. (Comité d'agriculture.)

M. *Lécuyer* (Philippe-Joseph), à Saint-Sauve (Nord), envoie un mémoire, un plan et des pièces à l'appui pour le concours relatif aux irrigations. (Comité d'agriculture.)

M. *Laurency* (Édouard), rue Monthyon, 8, à Paris, adresse un mémoire et des dessins pour le concours sur les semoirs d'engrais pulvérulents. (Comité d'agriculture.)

M. *Boisnard* (Ar.), propriétaire, à Ducey (Manche). Dossier relatif à l'endiguement d'une partie de la baie du mont Saint-Michel (Manche), présenté pour le concours sur les desséchements et endiguements. (Comité d'agriculture.)

Labor improbus omnia vincit. Sous cette devise un mémoire et des plans pour le concours relatif aux irrigations et aux desséchements sont adressés à la Société. (Comité d'agriculture.)

M. *Beer* (J.), rue Paradis-Poissonnière, 2. Appareils de cuisine chauffés par des foyers au pétrole. (Comité des arts économiques.)

M. *Bageau* (H.), fabricant de gutta-percha, rue Bichat, 33, à Paris, soumet à l'examen de la Société une peinture hydrofuge. (Comité des arts économiques.)

M. *Joly* (V. Ch.), rue de Boissy-d'Anglas, 11, à Paris, adresse une note complémentaire à l'envoi de l'ouvrage sur le chauffage des édifices qu'il a remis à la Société dans la séance précédente du Conseil. Cette note est surtout relative à l'historique des perfectionnements que la cheminée d'appartement a reçus, et à des questions de priorité pour l'invention de quelques-uns des procédés actuellement en usage. (Comité des arts économiques.)

M^elle *Savaresse* (J.), rue de l'Entrepôt, 20, à Paris, rappelle les services rendus par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Savaresse,* fabricant de cordes de musique, inventeur des appareils siphoïdes pour eaux gazeuses et d'un appareil pour la fabrication de l'eau de Seltz, etc. (Comité des arts économiques.)

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* adresse à la Société deux exemplaires du volume XXI de la 2e série de la statistique de la France. Cet ouvrage présente les résultats généraux du dénombrement de la population effectué en 1872.

M. *Paul* (François), à Vitry-le-Français (Marne), représentant de la Compagnie anglaise des engrais, concessionnaire de la voirie de Bondy, envoie une notice et des instructions sur l'emploi de l'engrais riche de Bondy.

Rapports des comités. — *Chimie agricole.* — M. *Chatin* lit, au nom du comité d'agriculture, un rapport sur le *Cours de chimie agricole professé à l'École de Grignon*, publié par M. *Dehérain* (P. P.).

Le rapporteur propose, 1° de remercier M. *Dehérain* de l'envoi de ce livre à la Société ; 2° d'insérer dans le *Bulletin* le rapport auquel il a donné lieu.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voy. plus haut, p. 111.)

Avoine aplatie. — Alimentation des chevaux. — M. *Dailly* fait, au nom du comité d'agriculture, un rapport sur les procédés que M. *Dobelle*, entrepreneur, à Amiens, emploie pour la préparation de l'avoine destinée à l'alimentation des chevaux. Ces procédés consistent dans le nettoyage mécanique, le triage par grosseurs diverses, et l'aplatissement des grains entre des cylindres.

Le rapporteur propose de remercier M. *Dobelle* de sa communication et d'insérer le rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Communications. — M. *Tisserand*, membre du comité d'agriculture, expose devant le Conseil le résultat de ses recherches sur les progrès que l'agriculture a faits aux États-Unis pendant les dix dernières années (de 1860 à 1870). (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Membres correspondants. — Avant la clôture, M. le *Président* demande aux comités qui composent le Conseil de faire des propositions, dans un bref délai, pour compléter le nombre des membres correspondants du Conseil. La publication de l'annuaire qui va paraître donne un certain degré d'urgence à ces propositions.

Nomination de membres. — Sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil :

MM. *Kuhlmann* (Frédéric) fils, chimiste, manufacturier, à Lille (Nord) ; *Agache* (Édouard), filateur de lin, à Lille (Nord).

Séance du 23 janvier 1874.

Présidence de M. *Dumas,* président.

Correspondance. — M. *Delareus-Boyer* (P.), tonnelier, à Château-du-Loir, pres-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soir conique à grille intérieure avec treuil à réaction. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Maçonnière* (Jean), à Saint-Martin, commune d'Ambernac (Charente), nouveau système de perche pour charrue. (Comité d'agriculture.)

M. *Menay,* ingénieur-mécanicien, rue de Montivilliers, 85, au Havre (Seine-Inférieure), machine à vapeur à système rotatif. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Laurent* (J.), garde-mine principal, rue du Bac, 144, à Paris, annonce un travail sur les chaudières à vapeur, fait en collaboration avec M. *Dunkel.* (Comité des arts mécaniques.)

M. *Ardisson* (Annibal), ancien officier de marine, boulevard Magenta, 111, études sur la direction des ballons. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Beer* (J.), rue Paradis-Poissonnière, 2, complément à la communication faite, par lui, sur la lampe *réchaud-illuminateur.* (Comité des arts économiques.)

M. le baron *Brisse,* à Fontenay-aux-Roses (Seine), échantillons de poudres alimentaires pour soupes à l'oignon et leurs dérivés, préparation des légumes secs et frais, accommodement des restes de viandes. (Comité des arts économiques.)

M. le *Consul général adjoint d'Autriche-Hongrie* envoie un exemplaire des *Tableaux statistiques pour le commerce extérieur de l'Autriche pendant l'année* 1872.

M. *Laboulaye,* secrétaire, présente, au nom de M. *Alcan,* membre du comité des arts mécaniques, un exemplaire de l'ouvrage qu'il a publié récemment sur le travail des laines peignées, de l'alpaga, du poil de chèvre, du cachemire, etc. 1 vol. in-8 avec atlas in-4 double de 41 planches. *Baudry,* éditeur.

M. *Laboulaye* expose la marche que l'auteur a suivie dans cet ouvrage et les diverses parties dont il l'a composé ; il attire l'attention du Conseil sur les *notions historiques,* fruit de longues et patientes recherches qui servent d'introduction. Il signale, en particulier, l'*examen détaillé de la matière première* qui fournit les moyens de déduire la meilleure marche à suivre dans la succession des traitements qu'elle doit subir. Enfin il énumère les diverses opérations que l'auteur passe en revue : l'*épuration,* les *préparations diverses,* le *peignage,* la *filature,* le *retordage* et le *moulinage des fils,* le *tissage* et les *apprêts des étoffes rases et façonnées, les calculs et les soins à prendre pour l'établissement d'une usine et des considérations sur le prix de revient.*

M. le *Président* remercie, au nom du Conseil, M. *Alcan* de l'ouvrage dont il veut bien enrichir la bibliothèque de la Société.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Horlogerie. — Balanciers de pendules.* — M. *Duméry* fait, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur les travaux d'horlogerie que M. *Thomas* a présentés à la Société.

COMMUNICATIONS. — *Phosphate d'ammoniaque.* — M. *Lamy,* membre du comité des arts chimiques, fait une communication sur la fabrication du phosphate d'ammoniaque destiné à l'épuration des jus sucrés.

M. *Lamy* rappelle d'abord que M. *Kuhlmann,* dans un mémoire publié il y a vingt-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quatre ans, avait indiqué le phosphate d'ammoniaque comme le composé qui pouvait neutraliser le mieux l'alcalinité des jus sucrés, et précipiter en même temps la chaux en excès, tout en nuisant le moins à la nuance comme à la qualité du sucre obtenu.

Ce moyen d'épuration a été appliqué, depuis deux ans, dans quelques fabriques de sucre, et paraît devoir se généraliser. Pour satisfaire aux demandes des fabricants, une usine s'est fondée à Asnières qui produit aujourd'hui le phosphate d'ammoniaque sur une grande échelle.

M. *Lamy* décrit le procédé de fabrication suivi. En principe, on dissout des phosphates minéraux riches, ceux du Lot par exemple, réduits préalablement en poudre, dans de l'acide sulfurique très-dilué (5 degrés Baumé). La liqueur acide, éclaircie par le repos et dépouillée de l'excès d'acide sulfurique par le carbonate de baryte, est concentrée à 20 degrés Baumé, puis neutralisée par l'ammoniaque caustique. Enfin la dissolution de phosphate alcalin résultante, séparée des dépôts de sulfates de chaux, de fer, etc., insolubles, est mélangée avec une nouvelle quantité d'ammoniaque pour produire du phosphate tribasique, qui a l'avantage d'être peu soluble, dont on sépare l'excès d'eau par pression, et que l'on embarille immédiatement. Les dépôts de phosphate de chaux, de fer, d'alumine, etc., desséchés, constituent un bon engrais directement assimilable.

Commerce. — Économie sociale. — M. *Devinck,* membre du Conseil, donne communication du résultat de ses recherches sur le développement du commerce et de l'industrie de Paris depuis 1815. (Voir plus haut, p. 119.)

Cosmographie planétaire. — M. *Morin* (Ernest), capitaine au long cours, développe, devant la Société, les propriétés du planétaire, qui a été présenté, en son nom, dans une précédente séance.

Cet instrument, qui est mis en mouvement devant l'assemblée, représente, dans ses proportions et sa marche, l'ensemble du cours de la terre, de la lune et de deux planètes inférieures. L'auteur s'est attaché à réaliser le mouvement de rotation de la lune sur son axe, quoique la face qu'elle tourne vers la terre soit toujours la même; il fait voir aussi comment l'inclinaison de son orbite sur l'écliptique fait varier sa position dans les oppositions et conjonctions, de manière à ramener les éclipses à des époques dépendantes d'une période de plusieurs années; enfin il montre toutes les autres circonstances si diverses du mouvement de la lune autour de la terre et du soleil. (Renvoi aux comités des arts économiques et des arts mécaniques.)

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

AGRICULTURE.

RAPPORT *fait par* M. HERVÉ MANGON, *au nom du comité d'agriculture, sur les* PRESSES A COMPRIMER LE FOIN *de* M. LEDUC-VIC, 26 *et* 28, *avenue d'Orléans, à Paris.*

Messieurs, le foin, sous forme de bottes ordinaires, pèse seulement 55 à 60 kilog. le mètre cube, et constitue une marchandise trop encombrante pour être transportée économiquement, à grandes distances, soit par bateaux, soit par voies de fer. On a donc cherché, depuis longtemps, à rendre le foin plus facilement transportable en le comprimant de manière à lui donner un poids de 150, de 200, et même de 400 kilog. par mètre cube.

Ainsi emballé, le foin peut être transporté à de longues distances, au grand profit du vendeur, qui bénéficie des hauts prix des marchés éloignés, et au grand avantage de l'acheteur lui-même, qui n'est plus exposé à voir son bétail ou ses chevaux mourir de faim par suite des prix excessifs des fourrages résultant d'une mauvaise récolte dans son rayon ordinaire d'approvisionnement.

D'un autre côté, le foin comprimé dans de bonnes conditions se conserve mieux que le foin dans son état ordinaire, l'air ne circule pas aussi facilement dans l'intérieur de la masse, qui conserve ainsi plus longtemps son arome et ses qualités nutritives.

Je pense que la compression du foin deviendra plus tard une pratique très-générale; mais, dès à présent, le foin comprimé donne lieu à des affaires assez importantes. Quand le foin est cher à Paris, on en fait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

venir maintenant d'assez grandes quantités de départements éloignés.

Presque tous les ans, on vend, à Londres, des foins américains et même de pays plus lointains. En 1869, j'ai même vu vendre, à Cherbourg, un chargement de foin comprimé venant de New-York.

Rendre économique et facile le transport des fourrages, c'est donc en faire un produit commercial, comme le blé lui-même, c'est rendre certaine et régulière l'alimentation du bétail et favoriser sa production; c'est, en même temps, augmenter les bénéfices du producteur de fourrages et, par conséquent, encourager cette précieuse culture.

Enfin, les besoins de la marine et de l'administration de la guerre imposent également, dans certaines circonstances, la compression des fourrages comme une indispensable nécessité.

A ces divers points de vue, les appareils destinés à comprimer les foins méritent de fixer l'attention de la Société.

Il existe un grand nombre de modèles de presses à comprimer les foins, et beaucoup de mécaniciens se sont occupés de ces appareils spéciaux, mais personne, assurément, n'a consacré plus de temps et de soins à leur étude que M. Leduc-Vic.

Ce persévérant inventeur a étudié la question à tous les points de vue, et a consigné le fruit de ses longues recherches dans un ouvrage étendu dont la publication prochaine nous dispense d'entrer dans de plus longs détails.

M. Leduc-Vic a fait exécuter une série nombreuse de modèles de presses à foin répondant aux différents besoins de la pratique : les unes destinées aux petites exploitations, les autres aux grands magasins de fourrages; les unes donnant une pression des plus énergiques, les autres ne fournissant que la réduction de volume strictement nécessaire pour faire admettre le foin comme marchandise non encombrante par les chemins de fer.

Les presses de M. Leduc-Vic sont fixes ou montées sur roues pour le transport, elles pèsent, au besoin, les balles comprimées au moment même de leur confection; dans tous les cas, enfin, elles présentent d'ingénieux systèmes pour la ligature des bottes soit avec la corde, soit avec du fil de fer ou du feuillard.

En résumé, Messieurs, votre comité d'agriculture estime que les travaux de M. Leduc-Vic sont dignes de tout votre intérêt, et il a l'honneur de vous proposer,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° De remercier M. Leduc-Vic de sa communication;

2° D'insérer le présent rapport au *Bulletin,* avec la figure de la presse à foin à bascule de pesage de M. Leduc-Vic.

Signé Hervé MANGON, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 11 *juin* 1873.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 5 REPRÉSENTANT LA PRESSE A FOURRAGE A BASCULE DE PESAGE DE M. LEDUC-VIC.

Fig. 1. Vue en élévation de la machine sans la bascule de pesage, et débarrassée en partie des planches qui composent la paroi verticale antérieure du coffre.

Fig. 2. Vue en dessus correspondant à la figure 1.

Fig. 3. Autre élévation de la même dans un plan perpendiculaire à celui de la figure 1 et vue du côté des organes moteurs.

Fig. 4. Section verticale suivant la ligne I, II de la figure 2.

Fig. 5. Vue en élévation et section verticale partielles de la même, montée sur sa bascule de pesage et transformée par le changement de disposition des parois du coffre pour comprimer la paille et pour peser au besoin des bestiaux.

Fig. 6. Vue en dessus correspondant à la figure 5, moins les engrenages du haut qu'on n'a fait qu'indiquer en ponctué.

Fig. 7. Vue de la machine complète avec sa bascule, montée sur chariot. (L'échelle de cette figure est moitié de celle des autres.)

La machine complète comprend la presse proprement dite, la bascule et le chariot.

Presse (fig. 1, 2, 3 et 4). — La presse se compose d'un coffre rectangulaire en bois et d'un piston de même section que le coffre dans lequel il se meut verticalement.

A, plancher rectangulaire formant le fond du coffre de la presse; il porte, à sa surface et suivant son petit axe, sept rainures transversales profondes également espacées et disposées pour le passage des liens qui doivent serrer les balles de foin.

B, montants verticaux encastrés aux quatre angles du plancher A et renforcés à leur base par des consoles boulonnées.

C, traverses formant chapiteaux, reliant deux à deux les têtes des montants B suivant les petits côtés du coffre de la presse, de manière à former deux sortes de chevalets parallèles.

D, panneau en bois à claire-voie composant la paroi verticale postérieure ou dossier fixe du coffre de la presse; il est relié aux montants B au moyen de traverses horizon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tales placées en dehors et fixées à ces montants; la claire-voie est formée de sept fentes verticales correspondant aux rainures du plancher et destinées à laisser passer les liens des balles de foin.

Les deux parois latérales du coffre sont formées par deux panneaux pleins appliqués entre les montants B auxquels ils sont fixés.

Quant à la quatrième paroi, la paroi antérieure parallèle au dossier D, elle est entièrement mobile, afin de permettre de sortir à volonté les balles de foin comprimées; elle est formée et assemblée de la manière suivante :

E, plateaux, au nombre de huit, se mettant de champ les uns au-dessus des autres; ils sont maintenus par deux rainures internes que portent en regard l'une de l'autre les deux montants antérieurs B, et dans lesquelles on les glisse successivement à mesure que le coffre se remplit de foin. La rainure de gauche est fixe, tandis que celle de droite est mobile, c'est-à-dire qu'elle peut se rabattre en avant, grâce à la construction du montant dont elle fait partie, lequel montant est formé de deux pièces, dont la première est réunie à la seconde, dans le bas par une charnière, et dans le haut par un verrou vertical.

Par suite de cette disposition, la sortie des balles de foin a lieu rapidement quand la compression est terminée; il suffit, pour cela, d'ouvrir la rainure mobile du montant antérieur de droite B, et aussitôt les plateaux E, n'étant plus maintenus que d'un côté, tombent en chevauchant l'un sur l'autre, ce qui permet de les retirer facilement.

F F′, tringle de fermeture horizontale, articulée sur le montant antérieur de gauche B le long duquel elle peut se relever; munie d'une poignée de manœuvre F′, elle se rabat et s'accroche sur la tête d'un boulon fixé à la rainure mobile du montant de droite B; quand elle est en place (fig. 1), elle aide à maintenir la rigidité du coffre et à empêcher l'écartement des parois latérales que tend à produire l'action de la presse; des tirants et des traverses existent d'ailleurs dans les autres sens, car l'action de la tringle F F′ ne suffirait pas à elle seule pour résister à la poussée.

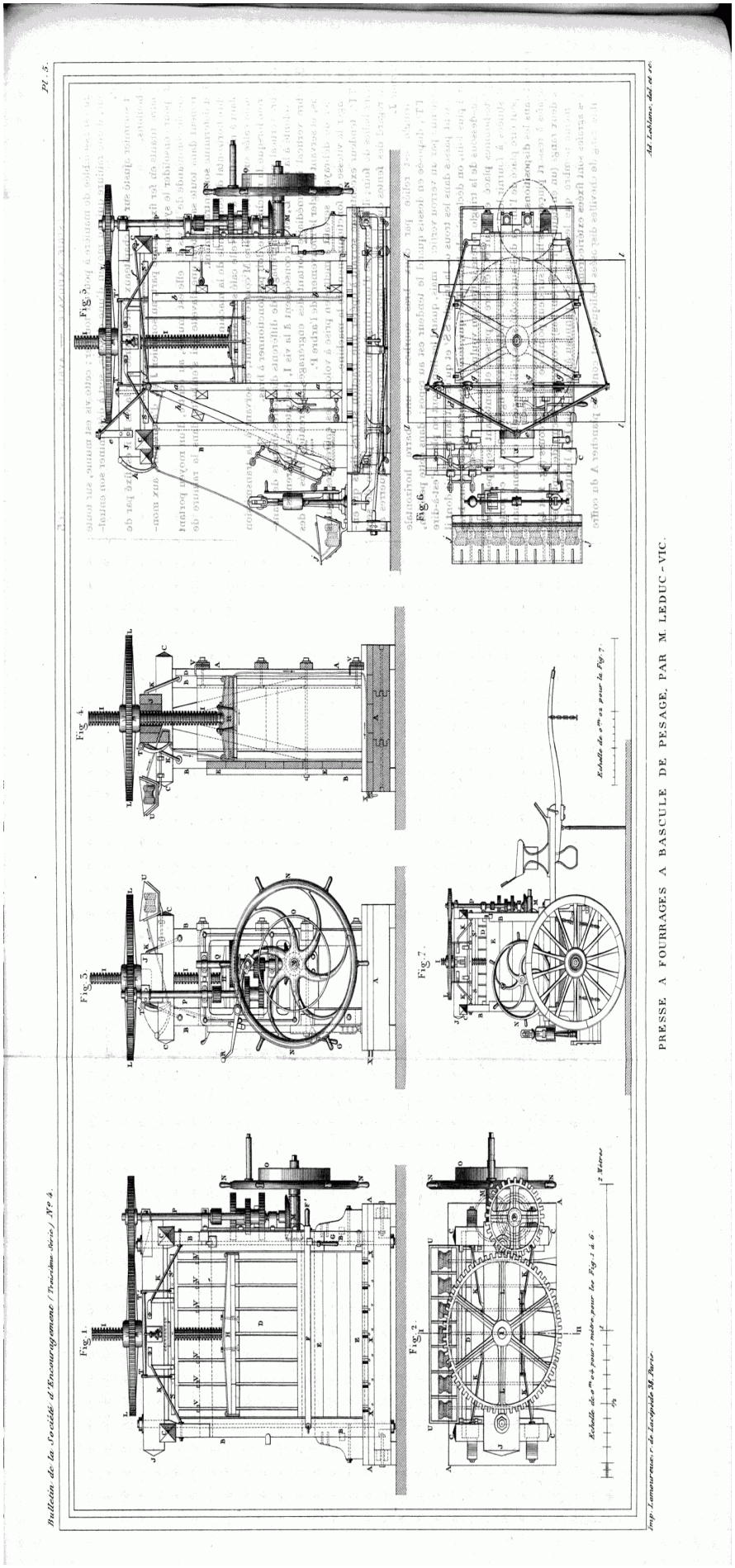
G, levier excentrique à l'aide duquel on agit sur la tringle F F′ pour la décrocher, lorsqu'on veut ouvrir le coffre pour sortir les balles de foin.

H, piston de la presse; il est en fonte, avec semelle de bois (fig. 4), portant en dessous sept rainures perpendiculaires et correspondantes aux fentes du dossier à claire-voie D, rainures dans lesquelles passent également les liens des balles de foin.

Le dessus du piston est formé de nervures et est muni, au centre, d'une crapaudine recevant l'extrémité inférieure de la vis I; aux quatre angles sont fixés de petits galets, qui roulent contre des bandelettes de fer fixées sur les rives verticales des parois latérales du coffre.

I, vis verticale formant la tige du piston, dans la crapaudine duquel son extrémité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inférieure est assemblée de manière à pouvoir tourner; cette vis est munie, sur toute sa hauteur, d'une rainure qui, au moyen d'une clavette, sert à déterminer son entraînement.

J, fort sommier ajusté sur les chapiteaux C et traversé par la vis I; il est fixé par de solides boulons.

K, quatre tirants en fer fixés, d'une part, au sommier J et, d'autre part, aux montants B, pour consolider le système.

L, roue de commande de la vis I; elle est munie, au centre, d'un moyeu portant intérieurement dans toute sa hauteur une clavette qui s'emboîte dans la rainure de la vis I et détermine son entraînement.

M, arbre horizontal de commande de la machine.

N, volant à manettes et à manivelle calé sur l'arbre M.

O, poulie calée sur le même arbre M contre le volant, et servant à la transmission par courroie lorsque la machine ne doit pas fonctionner à bras.

P, arbre vertical portant des engrenages de différents diamètres chargés de transmettre à volonté à la roue L, et par conséquent à la vis I, des vitesses différentes.

Q, arbre vertical intermédiaire portant des engrenages différentiels fixés sur des manchons, et servant à régler le mouvement de l'arbre P.

R, levier de débrayage servant à mettre en prise à volonté les engrenages voulus pour changer la vitesse de fonctionnement de la machine.

SS′TT′, tendeur excentrique servant à opérer une traction sur les liens qui entourent les balles de foin; il se compose d'une tringle horizontale SS′ percée de sept trous en regard des fentes du panneau à claire-voie D, et fixée par deux équerres au sommier J.

Cette tringle est reliée par deux bras courbes à une barre horizontale pesante TT′, disposée en dessus quand le tendeur est au repos; dans cette position, elle est retenue par un verrou vertical; mais, quand les liens sont en place, c'est-à-dire quand ils sont passés dans les trous de la tringle SS′ et qu'ils ont fait le circuit dont il sera parlé plus loin, on déclanche la barre TT′ qui, tombant alors avec ses deux bras courbes au-dessous de la tringle, opère la traction voulue.

U, porte-bobines placé en haut et derrière la presse, et contenant sept pelotes de ficelle destinées à fournir les liens; ainsi que l'indiquent les figures 3 et 4, ce porte-bobines peut être placé de l'un ou de l'autre côté sans qu'il en résulte un grand changement dans les dispositions.

V, agrafes à ressort pinçant les liens sur deux points de leur parcours (fig. 1 et 4); il y en a deux rangs (un en haut et l'autre en bas), composés chacun de sept, c'est-à-dire en même nombre que les fentes du panneau à claire-voie D, à l'entrée desquelles ces agrafes sont fixées extérieurement.

X, double rang de chevilles disposées obliquement contre le plancher A du coffre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et entre lesquelles se placent les extrémités des liens, qui y sont retenues chacune par un nœud solide.

Les flèches indiquées figures 3 et 4 indiquent le chemin que parcourent les liens sortant du porte-bobines U, en suivant les rainures du piston, les fentes du panneau à claire-voie D et celles du plancher A, pour venir enfin s'attacher provisoirement par leurs nœuds entre les chevilles X ; ces liens sont, en outre, pincés par les agrafes V, qui les maintiennent dans leur parcours vertical ; il en résulte que la fermeture des ligatures est facile quand la compression est terminée.

Bascule. — Dans les figures 5 et 6 la presse est représentée sur sa bascule ; celle-ci ne diffère pas des bascules ordinaires, en sorte que nous n'avons pas à la décrire.

Presse modifiée. — Les mêmes figures représentent la machine telle qu'on la transforme pour comprimer la paille. Les modifications qu'on lui fait subir sont les suivantes :

D'abord on enlève complétement le panneau à claire-voie du coffre, ainsi que les huit plateaux qui composent la paroi qui lui fait face ; de cette manière le coffre se trouve ouvert sur ses longs côtés. Puis, parallèlement aux petits panneaux compris entre les montants B, on installe deux nouveaux et longs panneaux *a* et *b*, après avoir toutefois fait accomplir au piston H de la presse un angle de 90 degrés, de manière à faire prendre à ses longs côtés la place des petits et réciproquement.

Ce changement de disposition sera facile à comprendre en comparant la figure 1 à la figure 5, où l'on a conservé les mêmes lettres à toutes les pièces restées à la même place.

a, panneau mobile vertical, composé de deux parties munies, à leurs parties supérieures, de galets leur permettant de rouler le long d'une barre fixe.

b, second panneau parallèle au précédent.

c, barre horizontale passant perpendiculairement au-dessous du sommier J dans une douille fixée à ce sommier.

d, *d*, tirants soutenant à chaque extrémité la barre *c*, et la reliant au sommier J.

e, arc en fer fixé au sommier J, et auquel viennent s'assembler les tringles *d*.

f, *f*, autres tringles reliant la barre *c* au chapiteau des montants de droite B.

g, galets servant à faire glisser le panneau *a* le long de la barre *c*.

h, arcs-boutants mobiles placés derrière le panneau *a* pour le consolider et lui permettre de résister à la poussée pendant la compression ; ils sont munis, par derrière, de leviers qui permettent de les soulever lorsqu'on veut les retirer.

i, tiges à crochets fixant le panneau *b*.

j, porte-bobines pour les liens ; on voit qu'il a changé de place et qu'il est disposé sur la partie fixe de la bascule.

k, tendeur excentrique ; il a également changé de place et se trouve à l'extrémité du sommier J.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l, plancher spécial qu'on ajoute lorsqu'on veut peser des bestiaux.

Chariot. — Nous n'avons rien à dire de la machine placée sur son chariot ; l'inspection de la figure 7 suffit pour faire comprendre cet assemblage. Des chaînes placées en dessous consolident tout le système avec les brancards ; en outre, pour éviter les oscillations, le fond du coffre de la machine est réuni au tablier de la bascule par des boulons qui traversent toute l'épaisseur, et qu'on retire quand la machine descendue du chariot est prête à fonctionner.

Enfin, pendant le transport, le volant à manettes ne reste pas calé sur l'arbre moteur, parce qu'il gênerait le conducteur sur son siége ; on l'accroche provisoirement près de l'une des roues du chariot.

(M.)

ARTS MÉCANIQUES.

NOTE SUR LA MACHINE A GAZ DE MM. OTTO ET LANGEN ET PROCÈS-VERBAL DES EXPÉRIENCES FAITES SUR UNE MACHINE DE CE SYSTÈME, PAR M. TRESCA,

Membre du Conseil.

La machine à gaz apportée par MM. Otto et Langen et qui a fonctionné à l'Exposition de 1867 a fait à cette époque l'objet de nombreuses expériences. Le procès-verbal de celle que nous avons faite se trouve consigné dans le septième volume des *Annales du Conservatoire* et dans les *Mémoires* de l'Association technique de Hanovre, et il en ressortait que la consommation par force de cheval et par heure se trouvait, par la nouvelle disposition, réduite à 1 250 litres de gaz environ, c'est-à-dire à une consommation moitié moindre que celle des machines analogues construites en France depuis quelque temps.

Les diagrammes relevés sur cette machine avaient même permis de reconnaître les causes de cette importante amélioration. Dans la machine atmosphérique de MM. Otto et Langen, la course du piston est variable, et ce piston cesse de s'élever au moment précis où la pression intérieure cesse de l'emporter sur la pression atmosphérique.

Dans les machines à double effet, au contraire, il arrive trop souvent que vers la fin de la course la pression intérieure, par suite de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

condensation résultant de la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène, s'abaisse bien davantage, en exigeant, dès lors, une dépense de travail moteur pour vaincre la différence entre la pression extérieure et la pression intérieure, pendant la dernière partie de la course du piston.

Ce travail, en quelque sorte négatif, qu'il faut retrancher du travail développé pendant la période d'expansion, exerçait visiblement une grande influence, et la suppression de cette cause d'affaiblissement devait nécessairement se traduire par une augmentation d'effet utile.

Un très-bon travail, dû à M. Schmidt, ingénieur à la compagnie parisienne (1), a mis ces avantages en lumière, et la compagnie s'est adonnée, depuis plusieurs années déjà, à la construction de ce genre de machines pour les puissances inférieures à un cheval.

Nous avons profité de la première opportunité qui nous a été offerte de soumettre à des essais réguliers la machine dont M. Hardy faisait l'acquisition pour la conduite de ses ateliers de précision, et nous indiquons ci-après les résultats des constatations ainsi faites au commencement de l'année 1870.

La machine expérimentée portait le numéro 69, et voici d'abord l'énumération de ses principales dimensions :

Diamètre du piston.	0m,222
Course maximum du piston.	1m,052
Diamètre de la bâche à eau.	0m,400
Hauteur de la bâche.	0m,965

On voit déjà, par ces premières indications, que la machine a des dimensions très-grandes par rapport au travail qu'elle développe; mais elle économise, d'autre part, l'emplacement ordinaire de la chaudière dont l'encombrement est toujours plus grand que celui des organes moteurs.

Voici maintenant les résultats détaillés des différentes expériences qui ont pu être faites :

(1) Voy. l'Annuaire de la *Société des anciens élèves des Écoles d'arts et métiers*, 1867, XX[e] année, p. 231.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1re *Expérience.* 27 *mars* 1870. — *Pression du gaz,* 30mm,5.

HEURES des OBSERVATIONS.	COMPTEUR à GAZ.	COMPTEUR de TOURS.	TEMPS entre deux observations du compteur de tours.	NOMBRE de TOURS PAR 1′.	TEMPÉRATURE de L'EAU.
	Litres.			Tours.	
11h 22′ 20″	3 959 600	»	»	»	»
11 24	»	10 840	»	»	»
11 30	»	»	16′	79.0	23°.0
11 40	»	12 104	»	»	»
11 55	»	13 270	15′	77.8	»
12 11	»	14 510	16′	77.5	»
12 25	»	15 662	14′	82.3	»
12 28 15	3 960 610	»	22′	83.9	»
12 47	»	17 508	»	»	»
1 0	»	18 604	13′	84.3	»
1 6	»	»	22′	85.6	45.0
1 22	»	20 488	»	»	»
1 24	3 961 540	»	23′	93.3	»
1 45	»	22 633	»	»	»
2 15	»	25 327	30′	89.8	»
2 24	3 962 620	»	30′	87.8	»
2 45	»	27 962	»	»	»
2 47	»	»	»	»	»
3 22 20	3 963 670	»	39′	88.2	57.0
3 24	»	31 403			64.0
3 48	»	»	Moyenne.	. . 84.5	

Durée de l'expérience, quatre heures.
Nombre de tours, pendant ce temps, 20 563.
Longueur du levier du frein, 0m,75.
Poids placé à l'extrémité du levier, 10 kilogrammes.

$$T = \frac{6{,}28 \times 0{,}75 \times 10 \times 20\,563}{4 \times 3\,600 \times 75} = 0^{\text{cheval}},896.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Consommation de gaz pendant les quatre heures d'expérience, 4070 litres; ou, par heure, $1017^{\text{litres}},5$.

Consommation par cheval et par heure, $\frac{1017,5}{0,896} = 1135^{\text{litres}},6$.

D'après les expériences qui vont suivre, nous estimons à 60 litres par heure la consommation des becs inflammateurs, ce qui réduit à $1^{\text{mc}},175 - 0^{\text{mc}},060 = 0^{\text{mc}},9575$ la consommation qui correspond au travail développé.

Si l'on estime à 6000 calories la chaleur dégagée par la combustion de chaque mètre cube de gaz, on voit que la chaleur totale résultant de la combustion serait de : $0,9575 \times 6000 = 5745$ calories.

Nous retrouvons, par l'eau qui enveloppe le cylindre de la machine, une quantité de chaleur représentée par $1048^{\text{calories}},8$ par heure. Cette quantité de chaleur a été déterminée par l'élévation de température de 110 litres d'eau, de 23 à 64 degrés ou de 41 degrés en 4^{h} 18, soit, au total, $110 \times 41 = 4510$ calories, et en une heure, $1048^{\text{cal}},8$. Par rapport à la quantité dépensée, on trouve que l'eau de refroidissement emporte la cinquième partie de celle dégagée par la combustion. En fait, cette proportion serait beaucoup plus grande si l'on tenait compte des pertes par le refroidissement de la bâche.

Au point de vue de l'équivalent mécanique de la chaleur, la dépense totale de 5745 calories pour un travail de $0^{\text{ch. vap}},896$, représentant, pendant une heure, $270000 \times 0,896$, montre que chaque calorie dépensée sert à développer un travail utile de :

$$\frac{270000 \times 0,896}{5745} = 42^{\text{km}},1.$$

Pour faire varier la vitesse de la machine, l'on ferme ou l'on ouvre un petit robinet de manière à réduire ou à augmenter l'arrivée du gaz; la distribution restant la même, les proportions du mélange détonant varient suivant le degré de fermeture du robinet d'introduction du gaz.

La machine est réglée de manière à introduire à chaque tour un volume d'air et de gaz donné par le produit $0,145 \times \frac{\pi D^2}{4} = 5^{\text{litres}},61$; $0^{\text{m}},145$ étant la distance du fond du cylindre à la partie inférieure du piston au moment de la fermeture de l'introduction.

Pendant les quatre heures d'expérience le compteur à gaz a indiqué une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dépense totale de 4070 litres, y compris celle des becs inflammateurs; il reste donc pour la dépense de la machine $4070 - (60 \times 4) = 3830$ litres; le nombre total de révolutions de la machine étant de 20563, le volume de gaz dépensé par tour sera de $\frac{3830}{20563} = 0^{lit},1862$; le volume total du mélange d'air et du gaz étant de $5^{lit},61$, il nous est facile de déterminer la proportion de l'air, qui équivaut à $\frac{5,61}{0,1862} = 30,12$ fois le volume du gaz.

2e *Expérience.* 3 *avril* 1870. — *Pression du gaz,* $36^{mm},00$.

HEURES des OBSERVATIONS.	COMPTEUR à gaz. Consommation totale.	PETIT compteur à gaz. Consommation des becs inflammateurs.	TEMPS entre deux observations du compteur de tours.	NOMBRE de tours de la machine.	NOMBRE de tours par minute.	TEMPÉRATURE de l'eau.
	Litres.	Litres.				
12h 27'	»	»	»	»	»	33.0
12 30	»	»	»	41 960	»	»
12 31	»	16 492.0	»	»	»	»
12 34	3 983 765	»	30'	»	82.4	»
1 0	»	»	»	44 432	»	»
1 1	»	16 525.6	30'	»	81.5	»
1 27	»	»	»	»	»	44.0
1 30	»	»	»	46 877	»	»
1 31	»	16 557.0	»		»	»
1 34	3 984 850	»	»	4 917	»	»
Différences. .	1 085	65.0		Moyenne. .	81.95	

Détermination du travail de la machine par minute :
Durée de l'expérience, 1 heure ou 3600".
Nombre de tours pendant ce temps, 4917.
Levier du frein, $0^{m},75$.
Poids placé à l'extrémité de levier, 10 kilog.

$$T = \frac{6,28 \times 0,75 \times 10 \times 4917}{3600 \times 75} = 0^{cheval}857.$$

Consommation pendant une heure, 1085 litres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Consommation par cheval et par heure $\frac{1\,085}{0,857} = 1\,266$ litres.

Dans cette expérience la quantité de gaz dépensée par les becs inflammateurs a été directement déterminée pendant tout le temps de l'expérience au moyen d'un compteur spécial; cette consommation s'est élevée à 65 litres en une heure.

La quantité de chaleur dépensée est de $6\,000 \times 1,020 = 6\,120$ calories.

La quantité de chaleur retrouvée dans l'eau étant de $963^{cal},7$, déterminées par l'élévation de la température de 107 litres d'eau, de 33 à 42 degrés ou de 9 degrés en une heure, le rapport de la quantité de chaleur dépensée à la quantité de chaleur retrouvée est de $\frac{6\,120}{963} = 6,3$.

La détermination du travail d'une calorie est donnée par le rapport $\frac{270\,000 \times 0,857}{6\,120} = 37,8$.

La proportion d'air est plus petite que dans la première expérience, le volume de gaz est de 1 020 litres, le nombre de tours de 4 917, ce qui donne $\frac{1\,020}{4\,917} = 0^{lit},207$ de gaz par tour. Le volume d'air et de gaz étant toujours de $5^{lit},61$, la proportion du mélange est donnée par $\frac{5,61}{0,207} = 27,10$.

3e *Expérience.* 3 *avril* 1870. — *Pression du gaz,* $36^{mm},00$.

HEURES des OBSERVATIONS.	COMPTEUR à gaz. Consommation totale.	PETIT compteur à gaz. Consommation des becs inflammateurs.	COMPTEUR de tours de la machine.	TEMPS entre deux observations du compteur de tours.	NOMBRE de tours PAR MINUTE.	TEMPÉRATURE de l'eau.
	Litres.	Litres.	Tours.		Tours.	
2h 2′	»	»	48 645	»	»	»
2 3	»	16 579.2	»	»	»	»
2 6	4 984 270	»	»	17′	81.2	47°.0
2 19	»	»	50 026	»	»	»
2 32	»	»	51 091	13′	81.9	»
2 33	»	16 606.2	»	»	»	»
2 36	4 984 550	»	»	»	»	48.5
Différences.	280	27.0	2 446	Moyenne. .	81.55	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Détermination du travail de la machine par seconde :
Durée de l'expérience, 30 minutes ou 1 800 secondes.
Nombre de tours pendant ce temps, 2 446.
Levier du frein, $0^{m},75$.
Poids placé à l'extrémité du levier, 5 kilog.

$$T = \frac{6,28 \times 0,75 \times 5 \times 2446}{1800 \times 75} = 0^{\text{cheval}},426.$$

Consommation pendant 30 minutes, 280 litres, ou 560 litres par heure

Consommation par cheval et par heure $\frac{560}{0,426} = 1\,314^{\text{lit}},5$.

Dans cette expérience, la quantité de chaleur dépensée est de $6000 \times 0,506 = 3\,036$ calories; la chaleur retrouvée dans l'eau étant de 321 calories par heure, déterminées par l'élévation de température de 107 litres d'eau de 47 degrés à 48°,5 ou de 1°,5 en trente minutes, le rapport de la quantité de chaleur dépensée à la quantité de chaleur retrouvée est de $\frac{3\,036}{321} = 9,4$.

Le travail d'une calorie est donné par $\frac{270\,000 \times 0,426}{3\,036} = 37^{\text{km}},8$.

Pour déterminer la proportion d'air et de gaz dans le mélange détonant, on a les éléments suivants : 253 litres de gaz pour 2 446 tours de la machine ou $\frac{253}{2446} = 0^{l},103$ de gaz par tour; comme le volume total du mélange est toujours de $5^{l},61$, la proportion du mélange sera donnée par le rapport de $\frac{5,61}{0,103} = 54,46$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4e Expérience. 3 *avril* 1870.

HEURES des OBSERVATIONS.	COMPTEUR à gaz. Consommation totale.	PETIT compteur à gaz. Consommation des becs inflammateurs.	COMPTEUR de tours de la machine.	TEMPS entre deux observations du compteur de tours.	NOMBRE de TOURS PAR 1′.
	Litres.	Litres.	Tours.		
2h 55′	»	»	52 993	»	»
2 56	»	16 625.6	»	»	»
2 58	3 984 780	»	»	16′	80.6
3 11	»	»	54 283	»	»
3 25	»	»	55 392	14′	79.2
3 26	»	16 651.2	»	»	»
3 28	3 985 060	»	»	»	»
	280	25.6	2 399	Moyenne. .	79.9

Détermination du travail de la machine par seconde :
Durée de l'expérience, 30 minutes ou 1800″.
Nombre de tours pendant ce temps, 2399.
Levier du frein, $0^{m},75$.
Poids placé à l'extrémité du frein, 5 kilogrammes.

$$T = \frac{6,28 \times 0,75 \times 5 \times 2\,399}{1\,800 \times 75} = 0^{\text{cheval}},418.$$

Consommation pendant 30 minutes, 280 litres, ou 560 litres par heure.
Consommation par cheval et par heure $\frac{560}{0,418} = 1\,339^{\text{litres}},7$.
Chaleur dépensée $6\,000 \times 0,5088 = 3\,052^{\text{cal}},8$.
La quantité de chaleur empruntée par l'eau de refroidissement n'a pas été déterminée.
Le travail d'une calorie est donné par $\frac{270\,000 \times 0,418}{3\,052,8} = 36^{\text{kgm}},96$.
La proportion d'air et de gaz du mélange détonant est déterminée par les éléments suivants : 280 litres de gaz pour 2399 tours de la machine ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$\frac{280}{2\,399} = 0^{l},116$ de gaz par tour; la proportion du mélange est donnée par le rapport de $\frac{5,61}{0,116} = 48,36$.

Nous résumerons tous ces résultats dans un tableau spécial.

Tableau général des résultats d'expériences.

DATES des expériences.	NUMÉROS des expériences.	DURÉE des expériences.	VITESSE de la machine par minute.	TRAVAIL développé.	Consommation par cheval et par heure.	RAPPORT de la chaleur développée à la chaleur perdue.	TRAVAIL produit, par calorie dépensée.	Proportion de gaz dans 100 volumes du mélange détonant.
		h. min.	Tours.	Cheval.	Litres.			
1870 27 mars.	1	4 00	85.67	0.896	1 135.6	5.4	42.1	3.31
3 avril.	2	1 00	81.95	0.857	1 266.0	6.3	37.8	3.68
3 —	3	» 30	81.53	0.426	1 314.5	9.4	37.8	1.83
3 —	4	» 30	79.96	0.418	1 339.7	»	36.96	2.06
				Moyenne.	1 263.9			
Expériences de peu de durée faites postérieurement par M. Hardy.								
Avril...	1	15′	76.6	0.80	1 300			
—	2	15′	58.7	0.74	1 027			
—	3	15′	65.9	0.69	1 159			

Il résulte de ce tableau que la machine n° 69 n'a jamais produit un cheval, que la consommation n'a jamais atteint 1 350 litres de gaz par force de cheval et par heure, même lorsqu'on restreignait assez l'entrée du gaz pour que sa proportion dans le mélange détonant ne dépassât pas 2 pour 100 du volume total; enfin que l'utilisation s'améliore encore pour une vitesse moindre, ce qui tendrait à faire croire que les meilleures conditions de fonctionnement correspondent à 60 tours par minute.

Depuis que la machine est installée, elle n'a cessé de fonctionner dans de bonnes conditions, et l'on doit regarder comme définitivement acquise la réduction de la consommation du gaz dans les machines atmosphériques, système Otto et Langen, à la moitié de ce qu'elle était précédemment. Beau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coup de petites industries pourront désormais se servir de cette machine, jusqu'à la limite de 3/4 de cheval seulement, dans des conditions réellement économiques et satisfaisantes, surtout si l'on parvient, comme tout le fait espérer, à diminuer la dépense d'eau par une circulation bien conduite.

Il serait aussi fort désirable que l'on pût atténuer le bruit que fait la machine à chaque pulsation.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA MACHINE A GAZ DE MM. OTTO ET LANGEN REPRÉSENTÉE PLANCHE 6.

Fig. 1. Section verticale de la machine par un plan perpendiculaire à l'arbre du volant et passant par l'axe du cylindre.

Fig. 2. Vue en élévation dans un plan perpendiculaire au précédent et du côté du tiroir de distribution.

Fig. 3 et 4. Sections verticales partielles relatives au tiroir.

Fig. 5. Section horizontale partielle correspondant à la figure 4.

Fig. 6. Détail du couvercle du tiroir.

La machine n'est pas à double effet, mais du genre de celles que l'on désignait autrefois sous le nom de machines atmosphériques. Le mélange d'air et de gaz d'éclairage qui y est d'abord introduit par l'orifice d'admission lance de bas en haut, au moment de l'inflammation, le piston et sa tige qui sont en ce moment rendus indépendants de l'arbre moteur et qui éprouvent, dans cette première course ascensionnelle, la résistance atmosphérique. A la descente, au contraire, le piston et sa tige sont rendus solidaires de l'arbre moteur et la pression atmosphérique devient motrice, tandis que c'est celle du résidu gazeux contenu dans la chambre unique du cylindre qui devient pression résistante.

A, cylindre en fonte, ouvert à sa partie supérieure, et muni, dans le bas, d'une double enveloppe pour la circulation de l'eau de réfrigération.

B, piston en fonte et à segment, comme le piston d'une machine à vapeur.

C, tige à crémaillère du piston.

D, arbre moteur.

E, volant calé sur l'arbre D.

F, roue dentée engrenant constamment avec la crémaillère C et rendue tantôt folle (pendant l'ascension du piston), et tantôt fixe (pendant sa descente) avec l'arbre D, sur lequel elle est placée. Cette alternance d'indépendance et de connexion de mouvement est obtenue au moyen des organes suivants, qui constituent ce qu'on appelle la *boîte à frein*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

G, manchon en fonte, calé sur l'arbre D entre la roue dentée F et cet arbre. La périphérie intérieure de la roue F est munie d'une série d'encoches (16 dans la fig. 1), et dans ces encoches sont logés des galets ou rouleaux en acier; les encoches sont plus larges que les galets et n'ont pas la même hauteur dans toute leur étendue. Lorsque le mouvement de la crémaillère entraîne la roue dentée et les galets de gauche à droite (fig. 1), c'est-à-dire lorsque la crémaillère monte, les galets restent dans la partie la plus large des encoches et, par conséquent, la roue F et le manchon restent indépendants. Au contraire, lorsque la crémaillère redescend, la roue F tournant de droite à gauche entraîne les galets dans la partie la plus étroite des encoches; il y a alors coïncement immédiat de chaque galet et, par suite, la roue F, de folle qu'elle était, devenant fixe sur le manchon G, entraîne l'arbre moteur et le volant.

Deux plateaux, fermant comme des joues les deux côtés de la roue F, maintiennent les galets dans les encoches, et c'est l'ensemble qui porte le nom de boîte à frein.

H, chambre du tiroir de distribution (fig. 1 et 3).

I, orifice mettant en communication la chambre H avec la capacité du cylindre placée sous le piston B.

J, bec de gaz placé devant la chambre du tiroir, et restant allumé d'une manière permanente.

K, K′, conduits mettant l'orifice I en communication avec l'atmosphère (fig. 2, 4, 5).

L, tube d'admission du gaz dans le cylindre.

M, robinet à cadran servant à régler l'admission du gaz suivant sa pression.

N, orifice d'admission du gaz (fig. 1 et 3).

O, orifice d'admission de l'air atmosphérique servant au mélange explosif.

P, orifice (fig. 3) ayant pour fonction de fournir seulement le gaz qui doit mettre le feu au mélange explosif, c'est-à-dire le gaz qui remplace l'étincelle électrique employée dans la machine Lenoir (1).

Q, robinet réglant l'arrivée de ce gaz, qui est fourni par un tube spécial (fig. 2).

Q′, second robinet, servant à régler le bec permanent J, qui doit allumer le gaz fourni par le robinet Q (fig. 2).

R, excentrique commandant le jeu du tiroir, dit *excentrique de distribution* (fig. 1 et 2).

S, bielle transmettant au tiroir le mouvement de l'excentrique R.

T, autre excentrique, dit *excentrique de relevage*.

U, arbre secondaire, parallèle à l'arbre moteur D, et placé à la même hauteur que lui; il est seul visible sur la figure 2.

V, roue dentée, calée sur l'arbre U, et transmettant à cet arbre le mouvement de

(1) Voy. la description de cette machine dans le *Bulletin* de 1861, 2e série, t. VIII, p. 577.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'arbre moteur D au moyen d'une autre roue qui engrène avec elle et est calée sur l'arbre D.

Les deux excentriques R et T sont emmanchés librement sans clavetage sur l'arbre U, mais ils sont solidaires sur le même noyau.

W, roue à rochet calée sur l'arbre secondaire U.

X, cliquet dont l'axe est fixé sur le noyau de l'excentrique T; un ressort placé sur son axe tend sans cesse à le mettre en prise avec la roue à rochet W pour entraîner les excentriques dans le mouvement de rotation de cette roue à rochet.

Y, came fixée au cliquet X, et servant, toutes les fois qu'elle rencontre le levier Z, à décrocher ce cliquet de la roue à rochet W.

Z, levier, dit *levier d'arrêt*, muni, vers son milieu, d'une espèce de dent ou mentonnet servant, toutes les fois que la came Y vient à sa rencontre, à décrocher le cliquet X de la roue à rochet W et, par conséquent, à rendre libres les excentriques.

Z', axe de rotation du levier Z; il est adapté à un petit chevalet, boulonné sur le chapiteau évasé du cylindre A.

a, petit taquet placé sur la crémaillère C, vers sa partie supérieure, et servant à abaisser le levier Z pour décrocher la came Y et, par conséquent, permettre au cliquet X de ressaisir la roue à rochet W.

b, ressort chargé de ramener en place le levier Z, lorsqu'il a été abaissé par le taquet *a* de la crémaillère.

c, autre levier, dit *levier de relevage*, oscillant sur le même axe de rotation que le levier Z (fig. 1), et relié à l'excentrique de relevage T; il est destiné, lorsque le piston est à fond de course, à le relever d'une certaine quantité par le moyen du taquet *a* de la crémaillère pour préparer en dessous de ce piston l'espace nécessaire à recevoir le mélange explosif.

d, soupape à boulet empêchant l'entrée de l'air pendant le chargement de la machine (fig. 2), et se soulevant pour laisser échapper les gaz de la combustion, lorsque le tiroir a découvert l'orifice d'échappement des conduits K, K'.

e, orifice en sifflet (fig. 2), qui facilite l'accès de l'air et la combustion du gaz dans la chambre H du tiroir.

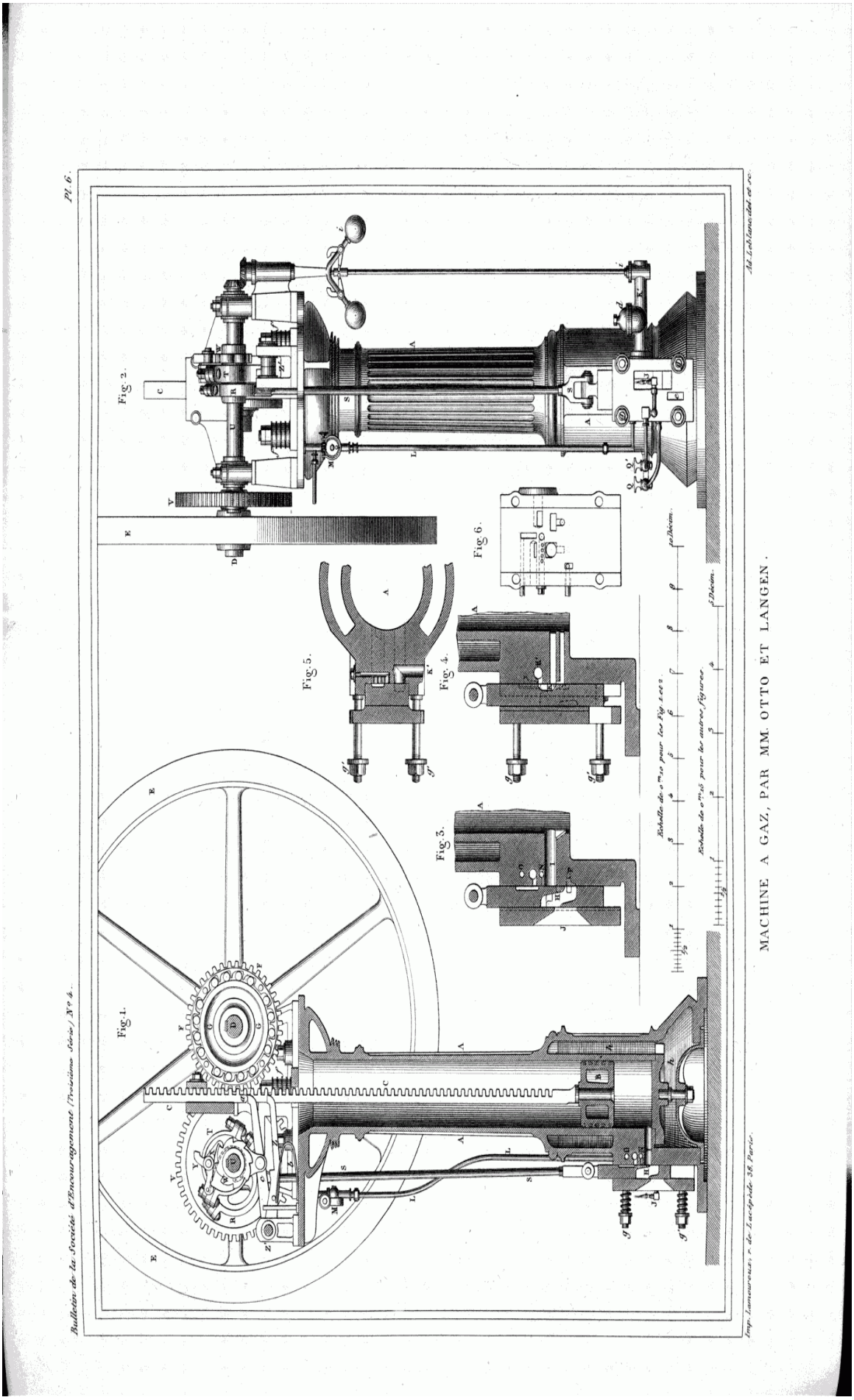
f, *f'*, rondelles en caoutchouc destinées à amortir le choc dans le cas où un excès de gaz lancerait le piston à une hauteur un peu plus grande que la hauteur normale.

g, *g'*, ressorts pour régler la pression du contre-tiroir et du tiroir, sans empêcher l'effet de la dilatation que produit l'échauffement de ces pièces.

h, capacité enveloppant le bas du cylindre A et renfermant l'eau de réfrigération (fig. 1); elle est mise en communication avec un réservoir de 50 litres pour les machines de 1/2 cheval et de 100 litres pour les machines d'un cheval. Ces quantités d'eau suffisent, sans être renouvelées, pour un travail de dix heures par jour.

i, régulateur à force centrifuge (fig. 2) agissant sur un bouchon obturateur qui, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gênant l'échappement des gaz de la combustion, retarde la descente du piston et, par suite, ralentit la marche de la machine.

Fonctionnement de la machine. — La figure 1 représente la machine au moment où va se produire l'explosion du mélange d'air et de gaz, en vertu de laquelle le piston doit être projeté verticalement. A ce moment, le jeu du tiroir a fermé tous les orifices de communication avec l'air extérieur et l'arrivée du gaz. La chambre H du tiroir communique seule, par l'orifice I, avec l'intérieur du cylindre ; avant que la communication soit établie, cette chambre a été remplie de gaz enflammé au contact du bec permanent J, puis brusquement fermée au moment même où se découvrait l'orifice I. Le gaz renfermé dans la chambre H met le feu au mélange renfermé dans le cylindre, et l'explosion projette immédiatement le piston.

Lorsque les gaz engendrés par l'explosion du mélange se sont refroidis (ce qui a lieu instantanément), lorsque la vapeur d'eau produite s'est condensée, le tiroir continuant à fermer toute communication avec l'extérieur, il se forme nécessairement, sous le piston, un vide qui est à peu près de 2/3 d'atmosphère. La pression atmosphérique jointe au poids du piston fait redescendre ce piston, et, pour qu'à un moment donné de sa descente il ne rencontre pas d'obstacles de la part des gaz de la combustion qui se sont contractés par refroidissement, ceux-ci, à ce moment, s'échappent au dehors, grâce à un changement de position du tiroir, qui met l'orifice I en communication avec l'atmosphère par les conduits K, K'.

Lorsque le piston est arrivé au bas de sa course, le tiroir ferme de nouveau la communication avec l'atmosphère en même temps qu'il ouvre l'orifice d'admission du gaz qui arrive par le tube L. Pendant que le gaz arrive ainsi par l'orifice N, l'air atmosphérique entre de son côté par l'orifice O, et tous deux remplissent, dans la proportion voulue, l'espace que le piston laisse libre au-dessous de lui, jusqu'au moment où, arrivé au 1/7 de sa course, il se retrouve dans les conditions que nous avons examinées ci-dessus, c'est-à-dire au moment où doit avoir lieu l'explosion.

On voit, figure 3, que l'orifice P qui fournit le gaz destiné à enflammer le mélange explosif est découvert, qu'il communique avec la chambre H et l'air extérieur, et que, par conséquent, se trouvant en face du bec permanent placé en J, il peut y avoir inflammation ; mais il n'en est rien, le gaz qui arrive par cet orifice P n'a encore aucune communication avec l'intérieur du cylindre qui est en train de se charger ; cette communication ne se produira, au contraire, que lorsque le tiroir arrivera à la position indiquée figure 1.

Le tiroir, ainsi que le dit la légende ci-dessus, est commandé par l'excentrique R et la bielle S ; il est réglé comme tous les tiroirs des machines à distribution. Il n'y aurait donc rien là de particulier si, comme dans toutes les machines, le piston et la bielle avaient des mouvements régulièrement solidaires l'un de l'autre. Mais ici, il n'en est pas de même ; quand le volant et l'arbre moteur sur lequel il est calé font 90 tours par minute, le piston peut, dans le même temps, faire 28, 35, 40 fois sa course, et, par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conséquent, le tiroir doit pouvoir réaliser 28, 35 ou 40 introductions pour le même nombre de tours de l'arbre moteur. De là résulte l'impossibilité de caler simplement l'excentrique sur l'arbre D; il faut, au contraire, que cet excentrique ne se mette en mouvement que chaque fois qu'il est nécessaire, c'est-à-dire quand le piston, descendu à fond de course, demande une nouvelle introduction de mélange explosif. L'excentrique doit donc être complétement aux ordres du piston et l'attendre s'il est longtemps à redescendre. Or ce résultat est obtenu par le jeu des pièces décrites sous les lettres T, U, V, W, X, Y, Z, *a*, *b*, *c*.

Supposons le cliquet X en prise sur la roue à rochet W, comme le représente la figure 1; l'excentrique de relevage T et, par suite, l'excentrique de distribution R qui sont solidaires sur le même noyau vont être entraînés dans le mouvement de rotation de la roue à rochet, jusqu'au moment où la came Y rencontrera le mentonnet du levier Z. A ce moment, il y aura déclanchement du cliquet, et la roue à rochet continuera à tourner sans entraîner les excentriques, qui redeviendront libres.

Maintenant, quand l'excentrique de distribution devra-t-il fonctionner de nouveau? C'est évidemment quand le piston, arrivé au bas de sa course, devra commencer à remonter pour aspirer le gaz et l'air; à ce moment, la came Y du cliquet X, qui était restée en prise sur le mentonnet du levier Z, sera dégagée par le taquet *a* de la crémaillère faisant basculer ce levier, et le cliquet sollicité par son ressort se remettra en prise et, par conséquent, l'excentrique de distribution fonctionnera jusqu'au moment où il y aura une nouvelle rencontre de la came Y avec le levier Z ramené en place par son ressort *b*, et ainsi de suite.

Quand le piston est arrivé à fond de course, on vient de voir que, pour qu'il soit en état de repartir, il faut qu'il aspire une nouvelle quantité de gaz et d'air; il est donc nécessaire qu'il soit soulevé d'une certaine quantité pour préparer, en dessous de lui, l'espace où doit avoir lieu l'explosion; c'est là la fonction qu'opère l'excentrique de relevage T, en empruntant un instant à la machine la force nécessaire pour soulever ce piston. Cet excentrique est, ainsi qu'on l'a dit, relié à un second levier *c*; or, au moment où le piston est à fond de course et où la distribution doit se faire, le cliquet X s'est remis en prise sur la roue à rochet, et, un peu avant que le tiroir fonctionne, l'excentrique de relevage T, qui tourne avec celui de distribution, soulève le levier *c* qui, rencontrant le taquet *a* de la crémaillère, soulève, à son tour, le piston de la quantité voulue, puis le tiroir fonctionne, le mélange explosif est introduit et le décliquetage du cliquet X a lieu.

On comprend maintenant comment le piston peut accomplir plus ou moins de courses dans un temps donné, et comment les organes de la distribution sont toujours prêts à fonctionner malgré une irrégularité qui n'existe pas dans les machines motrices ordinaires; cette irrégularité ne s'étend pas à l'arbre moteur sur lequel est calée la poulie de transmission. En effet, par suite de la disposition de la boîte à frein dont le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mécanisme a été expliqué plus haut dans la légende, la roue dentée F, qui engrène constamment avec la crémaillère, est toujours folle lorsque cette crémaillère monte, tandis qu'à la descente elle fait corps avec l'arbre moteur de manière à utiliser la force produite par le vide fait sous le piston.

La machine Otto et Langen est maintenant exploitée par la Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage au gaz, qui en construit des modèles de 1/4, 1/2, 1 cheval et même 2 chevaux. Depuis les expériences faites sur celle de M. Hardy, qui porte le numéro 69, l'invention a continué à se répandre, et l'on en est aujourd'hui au chiffre 118. (M.)

ARTS CHIMIQUES.

Rapport fait par M. SALVETAT, *au nom du comité des arts chimiques, sur les* PROCÉDÉS DE TISSAGE ET DE TEINTURE DES DRAPS *façon* DE LISIEUX, *présentés par* M. Théophile GRISON, *teinturier, à Lisieux* (*Calvados*).

Messieurs, M. Grison, teinturier, à Lisieux, a soumis à l'examen de la Société d'encouragement l'ensemble des perfectionnements qu'il a, depuis longtemps, introduits dans la fabrication des draps. Le comité des arts chimiques, saisi de cette demande, m'a chargé de l'étude de ces perfectionnements et de vous présenter le rapport suivant.

Les questions dont M. Grison s'est occupé sont variées, et plus importantes les unes que les autres : les premières inventions de M. Grison datent de 1863, les dernières sont beaucoup plus récentes ; elles ne remontent pas au delà de 1872.

Il a paru convenable à votre comité de les apprécier, non suivant la méthode chronologique, mais en adoptant un ordre naturel, méthodique, basé sur la succession des opérations qui concourent à la confection des draps vendus à bon marché et désignés sous le nom de draperie de Lisieux. Nous aurons ainsi, dans la description que nous devons vous présenter, à faire ressortir le mérite des inventions qui vous sont soumises : d'abord la fabrication des tissus, puis la teinture, l'impression et les apprêts des draps.

Disons de suite que M. Grison est aujourd'hui propriétaire de la maison fondée en 1829, par M. Guillotin, pour le dégraissage et la teinture des laines. On y fait actuellement tout ce qui est relatif au dégraissage et à la teinture des laines, à l'impression et aux apprêts des draps.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On sait que le drap de Lisieux se fait non-seulement avec des déchets, mais encore avec de la bourre ou tontisse de laine ; ce drap, très-épais et d'un aspect satisfaisant à l'œil, manquait de solidité, inconvénient grave, non pas tant pour le consommateur que pour l'avenir de la fabrication. M. Grison a eu l'idée de mélanger, aux déchets de laine, du coton neuf lubrifié. Il est évident que le coton huilé acquiert les propriétés équivalentes à celles de cette matière textile animalisée, et que, cardé parfaitement avec la laine, il ajoute à la solidité des tissus. On peut introduire actuellement, par cette méthode, 25 pour 100 de coton dans les draps qui, par leur bas prix, entrent dans la consommation courante.

La teinture des draps fabriqués avec des déchets mélangés de matières végétales a présenté longtemps des difficultés considérables : il fallait teindre dans des bains successifs la laine d'abord, les matières végétales ensuite. M. Grison a fait voir qu'il était possible de composer des bains pour mordancer et teindre tout à la fois, avec économie de main-d'œuvre, des fibres d'origine animale et d'origine végétale : cette méthode a permis de faire entrer dans la draperie une masse considérable de déchets gris, perdus jusqu'alors à cause des filaments végétaux qu'ils contenaient, et qu'on ne savait teindre qu'en détériorant la laine, ou qu'on n'enlevait qu'au moyen d'un époutillage coûteux.

Les tentatives faites par M. Grison pour la teinture des draps à froid, par imbibition, ont eu tout le succès désirable ; on fait chez lui par ce procédé presque toutes les teintes unies : en opérant par couches de teintures successives, on arrive à teindre depuis les nuances les plus claires jusqu'aux teintes les plus foncées, avec une économie de près de 50 pour 100 sur les dépenses occasionnées par les procédés ordinaires ; en présence de la cherté des houilles, c'est donc un perfectionnement très-considérable.

Ce n'est que depuis 1870 que la fabrique de Lisieux procède, dans la teinture des tissus de drap mélangés, à la décoloration préalable par l'intervention des agents d'oxydation. C'est à M. Grison qu'on doit ce progrès remarquable. Les draps de Lisieux étant fabriqués avec des déchets de toutes couleurs, l'aspect général était toujours d'un gris plus ou moins sale. Actuellement on procède à la décoloration par destruction des couleurs primitives au moyen d'agents oxydants, tout en même temps qu'on teint en nuances de modes diverses ; cette méthode donne au drap plus de souplesse, et les teintures acquièrent une plus grande solidité.

Enfin, en 1871, un progrès très-remarquable fut introduit dans la fabrica-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion des draps de Lisieux par l'adjonction des procédés d'impression. C'est ainsi qu'on imite, à s'y méprendre, les genres Elbeuf et Roubaix ou *nouveautés de toutes espèces*. Jusqu'alors on n'avait imprimé que sur drap brut, apprêté en serge, ce qui permettait de reconnaître, à première vue, que le dessin était imprimé. Aujourd'hui on procède différemment et par trois méthodes distinctes, suivant l'épaisseur de l'étoffe. Est-elle peu épaisse, on imprime en toile avant le foulage, et on foule après l'impression ; les couleurs résistent au foulon. Le drap est-il d'une moyenne épaisseur, on foule incomplétement; on finit le foulage après l'impression. Enfin, pour la grosse draperie, on imprime sur le drap complétement foulé ; mais, après l'impression, on repasse au foulon ou à la dégraisseuse, dans un bain de terre à foulon ou de savon, de façon à modifier la régularité des lignes du dessin : le dessin imite alors plus le filé que l'imprimé. Par cette méthode on arrive à produire des étoffes, imitant les plus belles nouveautés, au prix de 5 à 7 fr. le mètre. Inutile d'ajouter que l'illusion est complète si, dans le cas même d'une impression multicolore, on imprime à la fois les deux faces du tissu.

Votre rapporteur a visité l'usine de M. Grison ; l'importance des résultats obtenus par cet habile industriel peut être estimée par le nombre des cessionnaires des brevets de M. Grison : douze des plus importantes maisons de Normandie exploitent ses procédés ; ils sont adoptés aussi à Brün (Autriche), par la fabrique de Mos Low Beer frères. En ce qui concerne le travail de la manufacture, elle occupe 200 ouvriers ; sa force motrice est représentée par une roue hydraulique de 45 chevaux et 180 chevaux-vapeur ; la production, en temps prospère, est de 200 pièces de drap teintes par jour ; on y imprime 125 pièces et on teint, en outre, 1 500 kilog. de laine dans le même espace de temps. Les draps ont 30 à 40 mètres de long et pèsent, en moyenne, 28 à 35 kilog. ; c'est donc un travail, par jour, de 9 750 mètres de drap et 9 000 kilog. de laine ou déchets de laine.

On estime que l'importance industrielle de la ville de Lisieux a triplé depuis 1862. On ne saurait nier l'influence des perfectionnements que nous venons de rappeler sur ces résultats intéressants pour l'avenir de notre industrie ; ces progrès répondent surtout aux besoins des classes laborieuses : plus d'économie, meilleure qualité qu'autrefois, plus de comfort et d'élégance dans la confection.

M. Grison n'est pas un inconnu pour vous, Messieurs ; déjà, en 1864, vous l'avez récompensé lorsqu'il vous a soumis son ouvrage intitulé *le Teinturier au* XIX^e^ *siècle*. Flatté de ce premier témoignage d'intérêt, M. Grison demande

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une juste appréciation de ses nouveaux travaux ; vous ne la lui refuserez pas pour un ensemble de mérites qui lui ont valu, à Vienne, une médaille de progrès.

En conséquence, votre comité des arts chimiques a l'honneur de vous proposer de remercier M. Grison de son intéressante communication, de le féliciter à l'occasion des progrès qu'il a fait faire à l'industrie de la laine, et de voter l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé SALVETAT, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 12 décembre 1873.

ARTS CHIMIQUES.

SUR LES PROGRÈS MODERNES DES INDUSTRIES CHIMIQUES, PAR M. AIMÉ GIRARD, PROFESSEUR AU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS (1).

Messieurs, nulle part je ne saurais trouver un milieu plus favorable que Lyon pour y parler des progrès qu'ont accomplis, de notre temps, les industries chimiques ; nulle part je ne saurais rencontrer un auditoire mieux préparé pour me comprendre.

C'est de votre ville, en effet, et votre amour-propre national peut, à juste titre, en être fier, c'est de votre ville qu'est venue, il y a quarante ans, la découverte qui devait permettre à ces industries de satisfaire aux exigences sans cesse croissantes de la consommation.

Je veux, avant toutes choses, vous dire cette histoire que quelques-uns d'entre vous ignorent peut-être, que les autres, je l'espère, s'entendront rappeler sans ennui.

Parmi les produits chimiques dont l'industrie fait usage, il en est un que la science désigne sous le nom d'acide sulfurique, auquel une vieille coutume conserve, aujourd'hui encore, la dénomination d'huile de vitriol. L'importance en est capitale, telle même que certains esprits, éminents du reste, ont cru pouvoir trouver dans le chiffre de sa consommation la mesure du degré de civilisation des peuples modernes.

C'est là une erreur ; sans doute la civilisation d'un peuple est fonction de son industrie, mais d'autres éléments aussi concourent à en assurer la hauteur, et les faits d'ordre moral, les faits d'ordre intellectuel ne sauraient, en cette circonstance, céder le pas aux faits d'ordre purement pratique.

---

(1) Conférence faite à Lyon, en 1873, à l'occasion du congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais si c'est une erreur que d'estimer aussi haut l'importance du produit qui m'occupe, ce n'est pas se tromper, d'autre part, que d'en faire le pivot commun autour duquel évoluent toutes les industries qui appellent à leur aide les réactions chimiques; en quelques mots, je vous le ferai comprendre.

Chauffé soit avec le sel gemme, soit avec le sel marin, l'acide sulfurique nous donne d'un côté le sulfate de soude, d'un autre l'acide chlorhydrique, c'est-à-dire les agents primordiaux de la fabrication des savons, de la verrerie, de la papeterie, du blanchiment, de la teinture, etc.

Chauffé avec le salpêtre, il engendre l'eau-forte, ou mieux, pour parler le langage de la science, l'acide nitrique, c'est-à-dire l'agent oxydant par excellence, l'agent créateur de ces matières colorantes splendides, dont vous avez su faire pour la teinture de vos soieries un si magnifique usage.

C'est à son aide qu'on décape les métaux, qu'on purifie les huiles, qu'on fabrique les bougies; c'est grâce à lui que l'argenture et la dorure galvanique ont pu se populariser; c'est des réactions auxquelles il donne naissance que résultent la plupart des produits chimiques qu'emploient les arts et les métiers, la plupart des médicaments auxquels recourt l'art de guérir; c'est, en un mot, l'agent *princeps,* l'agent-chef de l'industrie chimique tout entière.

Or, messieurs, cet acide sulfurique dont vous pouvez déjà apprécier l'importance industrielle, nous serions fort embarrassés pour le fabriquer dans les proportions colossales qu'exige la consommation moderne, si nous devions, aujourd'hui encore, le demander à la source unique qui le fournissait il y a quarante ans. C'est en brûlant, en tête de grandes chambres de plomb, le soufre natif extrait du sol volcanique de la Sicile qu'on l'obtenait alors. Il ne fallait pas beaucoup de ce soufre : les industries chimiques en étaient encore à leurs premiers pas, et 20 000 tonnes environ suffisaient à la fabrication de l'acide sulfurique consommé en Europe; aujourd'hui cette fabrication a plus que décuplé, et c'est à peine si 250 millions de kilogrammes de soufre suffiraient à alimenter les usines européennes.

Où le trouver ce soufre? La Sicile est impuissante à en fournir d'aussi grandes quantités; et, d'ailleurs, la maladie du raisin, l'oïdium, en faisant de notre industrie viticole un gros consommateur de soufre, est venue, il y a douze ou quinze ans, créer à l'industrie chimique une concurrence redoutable.

C'est à une autre source qu'il a fallu puiser. Déjà, en 1793, alors que la France, séparée par la guerre du reste de l'Europe, s'efforçait de trouver dans son sol les ressources nécessaires à son existence industrielle, un savant, d'Artigues, avait essayé de substituer au soufre de la Sicile ces composés de soufre et de fer, ces pyrites dont notre pays possède de si riches gisements; il avait échoué. Plus tard, en 1818, la même substitution avait été tentée en Angleterre; l'insuccès avait été le même. C'est à Lyon que la question devait se résoudre. Dès cette époque, messieurs, existait à Saint-Fons, bien modeste alors, cette fabrique de produits chimiques que ses habiles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

directeurs, MM. Perret, ont depuis rendue célèbre. C'est là qu'en 1830 fut tentée de nouveau la fabrication de l'acide sulfurique au moyen des pyrites; c'est là qu'elle réussit pour la première fois; c'est de là qu'elle s'est répandue sur le monde. Qui de vous ne connaît les mines de Chessy, près de Villefranche? On les exploitait jadis pour en extraire le cuivre, MM. Perret les ont, plus tard, exploitées pour en utiliser le soufre, et aujourd'hui la fabrication de l'acide sulfurique les a presque totalement épuisées. Les mines de Saint-Bel et de Sourcieux, près l'Arbresle, leur ont alors succédé; des minerais de même nature ont été découverts et exploités dans le Gard, dans l'Ardèche, et, peu à peu le progrès se généralisant, le soufre de la Sicile a dû reculer devant les pyrites françaises, pour, en fin de compte, leur céder complétement la place aujourd'hui.

Ne croyez pas, cependant, messieurs, que ce progrès se soit limité à la France; il est général : partout, en Angleterre, en Allemagne, c'est à la combustion de pyrites analogues à celles du Rhône et du Gard, ce n'est plus au soufre de Sicile qu'on demande aujourd'hui tout l'acide sulfurique que réclament les industries chimiques.

Et les quantités en sont grandes, croyez-moi. Je les ai calculées approximativement, et je ne me trompe certes pas de beaucoup en évaluant la production annuelle de l'Europe à 800 millions de kilogrammes d'acide sulfurique concentré. Je ne sais si ce chiffre de 800 millions de kilogrammes parle suffisamment à votre esprit; aussi, pour mieux vous en faire apprécier la grandeur, vous demanderai-je la permission de donner à cette énonciation une forme plus vulgaire, mais plus saisissante peut-être. Imaginez que tout l'acide sulfurique fabriqué en Europe ait été amené à Lyon et que nous ayons l'intention de l'emmagasiner dans un canal, doublé de plomb, bien entendu, que nous aurions creusé parallèlement au Rhône, savez-vous quelle dimension il faudra donner à ce canal? Supposez que nous l'ayons creusé à 2 mètres de profondeur, que nous lui ayons donné 10 mètres de largeur, il nous faudra, si nous voulons y enfermer tout l'acide sulfurique que fabrique l'industrie européenne en une année, le pousser au delà de Givors, le continuer jusqu'à Vienne dans l'Isère, lui donner, en un mot, une longueur de 25 à 30 kilomètres.

Et, pour produire tout cet acide sulfurique, savez-vous ce qu'il aura fallu de ces pyrites que pour la première fois on a su utiliser à Lyon, de ces pyrites dont nous devons à MM. Perret l'emploi industriel? Il en faudra 600 000 tonnes, 600 millions de kilogrammes, c'est-à-dire une quantité telle que, pour la transporter par chemin de fer au moyen d'un train véritablement idéal, il ne faudrait pas moins de 60 à 80 000 de nos waggons (1).

---

(1) Ces nombres sont déjà dépassés. Dans ces derniers temps, la fabrication des engrais phosphatés a donné à la consommation de l'acide sulfurique, et par conséquent des pyrites, un énorme développement. C'est ainsi que, d'après des renseignements récents, le poids des pyrites brûlées, en 1873, pour la fabrication de l'acide sulfurique, paraît s'être élevé à 500 000 tonnes pour l'Angle-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En face de ces chiffres colossaux, l'esprit, alors même qu'il est habitué aux grands mouvements de l'industrie, ne peut se défendre d'une émotion véritable, et c'est justice alors que d'exprimer bien haut la reconnaissance que l'on doit aux initiateurs de pareils progrès.

Et maintenant, messieurs, que je vous ai dit pourquoi, à Lyon plus que partout ailleurs, j'étais sûr de rencontrer un accueil sympathique en parlant des progrès modernes des industries chimiques, permettez-moi de vous indiquer rapidement quelques-uns de ces progrès, les plus importants, cela va de soi.

Entrons dans une manufacture de produits chimiques, là précisément où cet acide sulfurique prend naissance, et examinons si les fabrications qui reposent sur son emploi ont, dans ces derniers temps, accompli des progrès. Elles en ont accompli, et de très-grands. Vous êtes trop voisins de Marseille, messieurs, pour n'avoir pas visité notre belle cité méridionale; sa puissance industrielle, vous le savez, marche de pair avec sa puissance commerciale, et tout autour d'elle s'étend une riche ceinture de manufactures et d'usines. Les fabriques de produits chimiques y sont nombreuses; c'est là que le soudier marseillais décompose le sel de nos marais salants et fabrique par milliers de tonnes l'alcali que le savonnier lui demande; c'est là aussi que naît de la même décomposition le gaz acide chlorhydrique, l'esprit de sel. On le perdait jadis, et vous n'avez pas oublié, à coup sûr, ces immenses panaches de fumée qui, s'échappant des hautes cheminées de l'usine, s'arrondissaient à l'horizon en nuages blancs et pittoresques. Au cas où vous les auriez oubliés, descendez vers Marseille, et, près de l'étang de Berre, près de l'étang de Lavalduc, vous en trouverez encore deux ou trois spécimens.

Or, ces panaches, ces nuages, dont la vue vous a peut-être charmés de loin, renfermaient dans leurs flancs un ennemi cruel, ennemi que l'usine imprévoyante répandait chaque jour à flots sur les cultures et les moissons de son voisinage. Cet ennemi, c'était précisément l'acide chlorhydrique gazeux, né de la réaction de l'acide sulfurique sur le sel marin, l'acide chlorhydrique qui offense nos poumons, qui brûle les végétaux, qui rouille le fer, attaque les matériaux de construction, qui, en un mot, apporte partout où il passe le désordre, et quelquefois la ruine.

Parcourez aujourd'hui les centres industriels où vous avez jadis observé ces dégagements, vous ne les retrouverez plus! Si la cheminée de l'usine porte encore un panache, celui-ci n'est plus formé que de fumée et de vapeur d'eau; l'acide chlorhydrique en a complétement disparu. Habilement condensé, il est devenu, dans l'usine même, la matière première de fabrications nouvelles, en même temps que la culture,

---

terre seulement. En France, on pourrait citer des mines de pyrites qui, dans cette seule année, ont vu leur production augmenter d'un tiers. (A. G. 1874.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soustraite à son influence pernicieuse, devenait libre de se développer jusqu'aux portes de l'usine.

C'est d'Angleterre que nous est venu ce progrès; à la vérité, il n'a pas été absolument spontané, et le Parlement anglais peut, au même titre que l'industrie, à meilleur titre peut-être, en revendiquer l'honneur. C'est lui, en effet, qui, en **1864**, ému des plaintes incessantes des agriculteurs, eut la hardiesse d'imposer aux fabricants de produits chimiques la condensation à **95** pour **100** du gaz chlorhydrique fourni par la décomposition du sel. Cette condensation était-elle possible, possible économiquement surtout? On n'en était pas bien sûr encore, mais là n'était pas la question pour le législateur; la salubrité exigeait que l'acide chlorhydrique fût condensé, la loi ordonna qu'il le fût. Les manufacturiers se plaignirent bien un peu tout d'abord, mais, respectueux de la loi, ils se mirent promptement à l'œuvre, et quatre années ne s'étaient pas écoulées que dans la Grande-Bretagne tout entière le problème était résolu. D'Angleterre, le progrès a gagné le continent, il est général aujourd'hui, et près d'Alais notamment, à Salyndres, vous en trouveriez un modèle parfait.

Vous vous tromperiez, d'ailleurs, beaucoup si vous croyiez que cette transformation salutaire ait été pour les manufacturiers la source de pertes ou de déboires; tout au contraire, elle a été pour eux une source de fortune, en même temps qu'elle exerçait sur le développement du bien-être général une influence considérable. La raison en est simple :

Une fois l'acide chlorhydrique condensé, une fois le gaz transformé en ce liquide jaune, fumant, corrosif, que vous connaissez tous, il a fallu l'utiliser, il a fallu lui chercher des emplois. On en a fait alors des chlorures décolorants, on en fait tous ces produits que le consommateur désigne sous les noms vulgaires de chlore, de poudre des blanchisseurs, d'eau de javelle, etc., tous ces produits qui, employés avec discernement, rendent aujourd'hui au blanchiment, à la teinture, à la fabrication du papier des services si précieux.

Chose remarquable, d'ailleurs, et dont l'histoire de l'industrie offre plus d'un exemple, on a vu l'importance de ces fabrications annexes aller chaque jour en grandissant, et la consommation de leurs produits se développer avec une rapidité telle, qu'aujourd'hui c'est l'utilisation habile et savante de l'acide chlorhydrique, de ce résidu d'hier qui est devenu le régulateur des bénéfices de la fabrication générale.

Si bien encore, qu'en ce moment c'est au perfectionnement des procédés à l'aide desquels la chimie peut fabriquer ces agents décolorants que tendent tous les efforts des chercheurs. En Angleterre, M. Weldon régénère le manganèse qui, d'habitude, sert à la transformation de l'acide chlorhydrique en chlore; plus hardi, M. Deacon le supprime, demande à l'air lui-même l'oxygène nécessaire à cette transformation, et nous annonce la production, dès à présent presque certaine, de chlorure de chaux, non plus à **35** ou **40** francs, mais à **10** ou **15** francs les **100** kilogrammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Progrès immenses, messieurs, riches en conséquences inattendues ; car, au jour où nous saurons, à bon marché, retirer de cet acide chlorhydrique le chlore qu'il contient, nous aurons fourni à l'industrie textile le moyen de blanchir à meilleur compte les tissus de fil et de coton dont nos populations font leur vêtement habituel ; nous aurons fourni à la fabrication du papier le moyen d'utiliser des matières jusqu'ici rebelles, le moyen, par conséquent, de produire du papier solide, à bas prix, et avec ce papier nous ferons des livres utiles, avec ces livres nous ferons de l'éducation d'abord, de l'instruction ensuite, et enfin, avec cette éducation, avec cette instruction, nous préparerons à notre pays de bons citoyens.

Que la grandeur de ces conséquences ne vous étonne pas, messieurs. Il est bien rare, croyez-moi, qu'une découverte scientifique surgisse, qu'un progrès industriel prenne naissance, sans que bientôt le contre-coup s'en fasse sentir dans l'ordre social. Sans quitter notre fabrique de produits chimiques, je veux vous en donner un exemple nouveau.

Quand le sel a été décomposé, quand, à côté de l'acide chlorhydrique, le manufacturier a obtenu le sulfate de soude, l'ère des transformations commence pour ce composé. De ces transformations, la plus importante est sa conversion en soude, en carbonate de soude. Pour la réaliser, on chauffe à haute température, à 1 000 degrés environ dans des fours à réverbère, le sulfate mélangé préalablement à des quantités calculées de craie et de charbon ; mais à cette chauffe, si l'on veut obtenir un bon résultat, il faut joindre une agitation presque continue de la masse. C'est là, messieurs, une des opérations les plus pénibles dont l'industrie puisse offrir le spectacle. En face du four dont les portes viennent d'être ouvertes, deux et quelquefois trois ouvriers se présentent ; nus jusqu'à la ceinture, ils saisissent d'énormes pelles en fer, d'énormes ringards dont le manche ne mesure pas moins de 10 mètres de longueur, dont le poids atteint quelquefois 50 kilogrammes, et, armés de ces outils formidables, ils entreprennent de soulever, de brasser les 1 000 à 1 200 kilogrammes de matière brûlante et demi-fondue dont le four est rempli. Rien ne peut vous donner une idée exacte des efforts que le soudier accomplit à ce moment ; tous ses muscles sont tendus, roidis, son corps ruisselle, c'est le travail brutal dans son expression la plus violente.

Eh bien ! messieurs, ce travail brutal, le voici qui peu à peu disparaît de la soudière ! Quand on parcourt les grandes manufactures de l'Angleterre, on est frappé de voir, de tous côtés, le four à soude ordinaire faire place à un engin nouveau qui, de lui-même, par sa marche propre, détermine au sein de la masse génératrice de soude l'agitation nécessaire à la formation de cet alcali. Cet engin, on l'appelle le four tournant : c'est un énorme cylindre horizontal de 5 mètres de longueur sur 3 mètres de diamètre, auquel une petite machine à vapeur imprime un mouvement de rotation sur son axe, que traverse, de bout en bout, la flamme d'un foyer, et dans lequel les matières jetées pêle-mêle, agitées, soulevées sans cesse par la rotation même du cylindre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réagissent rapidement les unes sur les autres et se transforment en soude sans que la force musculaire de l'homme ait besoin d'intervenir pour aider la réaction.

Le soudier n'est plus alors ce manœuvre qui, pour brasser ces matières, a besoin de soulever d'énormes outils; c'est un artiste, pour ainsi dire; placé près de la machine motrice, il commande sans effort à l'appareil obéissant dont la direction lui est confiée; d'un mouvement de la main il en ralentit, il en accélère la marche, et dans ce travail tout de surveillance, tout d'attention, nous voyons avec bonheur s'élever chez lui tout à la fois et le sentiment de la responsabilité et le niveau de l'intelligence.

Mais, messieurs, les produits nés de la décomposition du sel gemme ou du sel marin ne doivent pas avoir seuls le privilége de fixer notre attention; ce ne sont pas, en effet, les seuls agents chimiques que les arts, les métiers utilisent pour leurs travaux. Les composés de la potasse ont aussi leur importance; on en fait le cristal, on en fait les savons mous, on en fait des engrais, on en fait du salpêtre; ce serait donc un grave oubli que de ne point vous en entretenir quelques instants. Aussi bien, est-ce dans la production des composés potassiques que nous allons rencontrer les progrès les plus remarquables peut-être que présente l'histoire moderne de nos industries chimiques.

Vous savez, à coup sûr, comment se fabriquaient autrefois ces composés, et vous-mêmes, bien souvent, vous avez fait de la potasse sans vous en douter. La cendre que laisse dans votre cheminée ou dans votre poêle le bois que vous y brûlez n'est autre chose qu'un mélange de composés calcaires insolubles dans l'eau et de sels de potasse solubles, parmi lesquels prédomine le carbonate. Les ménagères le savent bien, et c'est pour utiliser les propriétés détersives de ce carbonate de potasse qu'elles emploient les cendres de bois à la lessive du linge. Ce que vous avez si souvent fait en petit, on l'a fait longtemps dans de vastes proportions au milieu des contrées boisées; mais peu à peu, au fur et à mesure que grandissaient les besoins de l'industrie et des arts, au fur et à mesure que s'amélioraient les moyens de transport, nos forestiers ont appris à tirer parti du bois lui-même, en nature, dans son entier; la construction, le charronnage, la carrosserie, la tonnellerie en sont devenus les consommateurs habituels, et le procédé barbare de l'incinération a peu à peu disparu. Il était autrefois assez répandu en France, dans les Vosges, il n'y est plus pratiqué aujourd'hui; l'Allemagne, l'Autriche fabriquaient autrefois, par ce procédé, des quantités considérables de potasse, mais là aussi le progrès l'a détrôné, et c'est en vain qu'il y a quelques semaines j'ai cherché, en Bohême, des ateliers de salinage; à leur place, j'ai trouvé des scieries considérables et j'ai dû reconnaître que la fabrication des potasses naturelles avait, là encore, reculé devant un emploi plus judicieux des bois, qui en étaient autrefois la matière première. C'est seulement en Hongrie, en Amérique, en Russie que cette fabrication persiste, et nul doute que de là encore elle ne disparaisse dans un avenir prochain.

Qui donc nous fournira la potasse dont la fabrication du cristal, des savons mous, du salpêtre, dont la culture de la betterave ont un si grand besoin? Qui donc même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous la fournit déjà? Ici, messieurs, viennent se placer trois faits considérables, absolument modernes, et que je veux vous indiquer rapidement par ordre chronologique.

C'est l'industrie du sucre qui, la première, est venue faire concurrence à la fabrication des potasses forestières. L'origine de cette concurrence est toute simple; la betterave est une plante absorbante qui enlève au sol dans lequel elle végète les composés potassiques dont ce sol est naturellement mélangé. Une betterave d'un poids ordinaire, du poids de 1 kilogramme, par exemple, ne contient pas moins de $0^{gr},5$ à 1 gramme de ces composés; soumise aux opérations successives que la sucrerie comporte, cette betterave finit par se scinder en trois produits différents : un tourteau, fait de pulpe pressée, que l'agriculteur recherche pour la nourriture de ses bestiaux, le sucre que nous consommons, et enfin la mélasse. C'est dans ce dernier produit, dans cette mélasse que se sont peu à peu concentrés tous les sels potassiques que la betterave renfermait à l'origine, c'est de là que M. Dubrunfaut nous a appris à les extraire, et voici par quel moyen. Mise en fermentation, la mélasse est, dans les usines spéciales, transformée d'une part en alcool que l'on recueille par la distillation, d'une autre en vinasses qui, évaporées, calcinées dans des fours à réverbère, régénèrent enfin à l'état de salin la potasse que, pendant la végétation, la betterave avait fixée dans ses tissus.

C'est à 1840 que remontent les premières applications de ce procédé ; son importance a grandi rapidement, et dès aujourd'hui il fournit à la France 6 000 tonnes environ de composés potassiques représentant une valeur de 3 millions de francs. Mais ces 6 000 tonnes ne sauraient suffire à notre industrie, il lui en faut plus du double ; autrefois, c'est à l'incinération des bois que nous aurions demandé de compléter notre approvisionnement; aujourd'hui, en présence des débouchés nouveaux qu'ouvre aux bois l'industrie, il nous faut chercher ailleurs !

Cherchons sur nos côtes, et là nous allons trouver un minerai de potasse d'une incomparable beauté. Ce minerai, ce sera l'eau de la mer, de la mer qui, de trois côtés, entoure notre pays, lui offrant à foison ses richesses industrielles aussi bien que ses richesses alimentaires.

C'est une mine inépuisable que la mer, messieurs !

Les composés salins qu'elle tient en dissolution sont nombreux, et, pour ne parler que des plus importants, dans chaque litre d'eau de mer, qu'il vienne de l'Océan ou de la Méditerranée, peu importe, vous ne trouveriez pas moins de 25 grammes de sel marin, de chlorure de sodium, et de 1 gramme de chlorure de potassium.

Imaginez maintenant qu'introduite sur ces vastes aires planes que beaucoup d'entre vous connaissent sans doute, et qu'on appelle des marais salants, cette eau de mer soit abandonnée à l'évaporation spontanée, elle ira, se concentrant peu à peu, jusqu'au moment où le sel, incapable de rester en dissolution, se déposera à l'état solide et cristallin; ce sera l'heure de la saunaison. Celle-ci ne sera jamais poussée jusqu'à dessiccation totale du liquide; au bout de quelques semaines, lorsque le dépôt aura

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

acquis une épaisseur de 10 à 12 centimètres, on procédera au levage du sel après avoir éliminé, rejeté l'eau non encore évaporée, l'eau mère, comme on la désigne alors, sans se préoccuper des richesses qui s'y sont accumulées, richesses parmi lesquelles figurent naturellement les composés potassiques.

C'est ainsi que, de temps immémorial, les choses se passent sur nos côtes, du moins sur les côtes de la Méditerranée, et que, chaque année, des quantités énormes de potasse, perdues pour notre industrie, retournent à la mer, d'où elles sont sorties quelques mois auparavant.

Est-ce donc chose bien difficile que de récolter ces sels de potasse, que d'encaisser cette richesse ainsi perdue? Oui, certes, messieurs, et, pour parvenir à la solution des problèmes que cette récolte soulève, il n'a fallu rien moins que la science d'un de nos maîtres, M. Balard, et l'habileté tenace d'un des industriels qui honorent le plus cette région de la France, M. Merle, de Salyndres.

Je ne saurais, messieurs, dans le peu de temps dont je dispose, vous décrire les procédés au moyen desquels M. Balard a rendu pratique le traitement des eaux mères de nos marais salants, et je dois me contenter de vous dire que ces procédés consistent en une série de doubles décompositions salines d'une délicatesse extrême, et dont la réalisation exige, non pas comme de coutume, le concours de la chaleur, mais bien au contraire le concours d'un refroidissement énergique, d'une véritable congélation. Des refroidissements de ce genre, on n'en connaît guère sur les bords de la Méditerranée, et, malgré leur élégance, les méthodes de M. Balard se seraient peut-être bien vu confiner dans le domaine purement scientifique, si, au premier rang des découvertes modernes, nous n'avions vu figurer les machines destinées à la production artificielle de la glace.

Le refroidissement énergique que le climat de la Méditerranée lui refusait, l'industrie des eaux mères le demanda aussitôt à ces machines. A frais énormes, des appareils puissants furent construits, installés en Camargue, sur le grand salin de Giraud, et immédiatement la fabrication industrielle commença. Vingt-cinq années d'études avaient été nécessaires pour en assurer le succès, mais ce succès était complet. Tentée, dès 1835, par M. Balard, poursuivie depuis avec un courage inébranlable, l'extraction de la potasse contenue dans les eaux de la mer faisait enfin, vers 1860, son entrée victorieuse dans l'industrie des produits chimiques.

Mais, hélas! ce succès ne devait être qu'éphémère; aux efforts déjà faits, il allait falloir ajouter bientôt des efforts plus grands encore, et l'industrie nouvelle, au moment même où elle croyait toucher le port, venait se heurter violemment contre un écueil inattendu, au choc duquel c'est chose inouïe qu'elle n'ait pas sombré.

Une découverte merveilleuse, écrasante pour tous les producteurs de potasse, venait, en effet, d'enrichir subitement nos voisins d'outre-Rhin. A Stassfurt, dans la Prusse saxonne, de puissantes mines de sel gemme venaient d'être mises en exploitation, et, au-dessus des bancs épais dont ces mines sont constituées, la science venait de retrou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ver, disposés régulièrement, en couches successives, tous les composés salins que fournit précisément l'eau mère de nos marais salants, comme si dans ce gisement, jusqu'alors inconnu, quelque mer immense était venue déposer d'abord le sel marin, puis les composés magnésiens, et enfin les sels de potasse qu'elle tenait primitivement en dissolution.

Vous devinez aisément quel coup terrible cette découverte dut porter à notre industrie française des eaux mères. A Stassfurt, en effet, il ne faut plus ni grandes surfaces d'évaporation pour séparer le sel, ni refroidissement énergique pour déterminer une double décomposition; il suffit d'extraire à la pioche le minerai de potasse, la carnalite, et de faire bouillir ce minerai avec un peu d'eau pour en retirer immédiatement du chlorure de potassium presque pur.

Aussi l'apparition, sur le marché européen, des potasses de Stassfurt fut-elle une véritable révolution; le chlorure de potassium valait alors 55 fr. les 100 kilogrammes; du jour au lendemain son prix tomba à 22 fr.; il avait baissé de plus de 50 pour 100.

Notre industrie des eaux mères sembla morte de ce coup; cependant les hommes qui, une première fois déjà, l'avaient conduite au succès ne se découragèrent pas; ils avaient tant lutté que lutter encore leur semblait chose toute naturelle. M. Merle et ses collaborateurs se remirent à l'œuvre : bravement ils reprirent l'étude économique de leurs procédés, leur firent subir les retouches que la situation commandait; à l'action principale du froid ils joignirent l'action secondaire d'une chaleur bien appliquée, à leur aide ils appelèrent d'habiles dispositions mécaniques, et peu à peu, avançant lentement, mais sûrement, dans la voie des réformes, ils reconstituèrent un procédé pour ainsi dire nouveau, et virent, une deuxième fois, le succès sourire à leurs efforts.

Et, ainsi, messieurs, après dix ans de luttes nouvelles, nous retrouvons aujourd'hui sur pied notre industrie des potasses françaises; elle fabrique régulièrement, non loin de vous, en Camargue, et livre déjà, chaque année, aux industries chimiques, 1 000 à 1 200 tonnes de composés potassiques qui, sous le rapport de la qualité comme sous le rapport du prix, n'ont plus rien à redouter de la concurrence étrangère. Une richesse nouvelle est définitivement acquise à notre pays, et sa conquête nous apprend une fois de plus que, dans les luttes pacifiques de l'industrie, comme dans bien d'autres, il ne faut désespérer jamais.

Combien d'autres progrès je pourrais vous signaler encore, si je poursuivais l'étude de la fabrication des produits chimiques; si je vous montrais le manufacturier attentif à recueillir les composés ammoniacaux partout où ils se présentent; si je vous montrais ces grandes exploitations de phosphates calcaires qu'aujourd'hui l'on découvre de tous côtés, dans le Lot comme dans les Ardennes, à Bellegarde comme à Boulogne-sur-Mer, et qui, transformés en phosphates plus aisément assimilables, mélangés aux sels ammoniacaux dont je parlais à l'instant, deviennent, entre les mains de nos agri-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

culteurs, de puissants agents de fertilité; si je vous montrais la fabrication des aluns, du sulfate d'alumine se transformant : en France, par l'utilisation de la bauxite de Tarascon; en Angleterre, par l'emploi du phosphate d'alumine, récemment découvert aux Indes; si je vous parlais enfin de ces innombrables industries qui, toutes, je vous le disais en commençant, évoluent autour de l'acide sulfurique comme autour d'un pivot commun.

Mais je ne veux pas davantage m'étendre sur ce sujet, et, si quelques instants encore je retiens votre attention, c'est qu'à côté des progrès accomplis par la fabrication même des produits chimiques il convient de signaler aussi, ne fût-ce qu'en quelques mots, les progrès réalisés par les industries si nombreuses qui utilisent ces produits.

Tenez ! en voici une qui nous touche de près, c'est la fabrication du papier; elle fleurit dans l'Ardèche, elle fleurit dans l'Isère, et les noms des Montgolfier, des Blanchet-Kléber, des Breton figurent glorieusement parmi ceux dont s'honore l'industrie du sud-est de la France. Quels progrès n'a-t-elle pas réalisés, cette belle industrie ! Elle n'avait autrefois qu'une seule matière première; c'était le chiffon, matière première fort étrange, en vérité, puisque l'intérêt du producteur est de ne la pas produire. Cette matière lui suffisait alors; mais, chaque jour, la consommation du papier augmente, l'imprimerie multiplie ses œuvres, le commerce multiplie sa correspondance; et cependant la production du chiffon n'augmente pas ! C'est alors qu'on a vu s'introduire, dans la fabrication du papier, des matières premières dont maintes fois, depuis un siècle, on avait tenté l'utilisation, mais dont, seule, la chimie moderne pouvait permettre l'emploi industriel. C'est ainsi qu'à côté du chiffon sont venus se placer ces jutes, ces phormiums que l'Inde, que l'Australie nous envoient sous forme d'emballages grossiers; c'est ainsi que la paille du seigle et du blé, employée depuis longtemps à la fabrication de papiers jaunes et communs, a pu, sous l'action successive des alcalis et du chlore, se transformer en une pulpe blanche et soyeuse, parfaitement appropriée à la production, sinon des papiers fins, du moins des papiers ordinaires dont on fait les journaux périodiques; c'est ainsi que l'Angleterre, après avoir monopolisé le sparte d'Espagne et l'alfa d'Algérie, est parvenue à retirer de ces plantes si dures, si résistantes une magnifique pâte à papier ne le cédant en rien aux plus belles pâtes de chiffons; c'est ainsi encore qu'aujourd'hui, de tous côtés, en France, en Angleterre, en Allemagne, nous voyons s'élever de vastes établissements où le bois, le bois lui-même, le pin, le sapin, le tremble vont se transformer en pâte à papier. Déchiqueté par un coupe-racine puissant, le bois est jeté dans d'énormes chaudières autoclaves, et là, soumis pendant six heures à l'action combinée d'une lessive de soude concentrée, d'une température de 200 degrés et d'une pression de 12 atmosphères; sous cette triple influence, la matière incrustante du bois s'oxyde et se dissout, les fibres cellulosiques se dégagent, et à la place du tissu ligneux dur et cassant dont on l'a chargée, la chaudière se montre alors remplie d'une masse souple et fibreuse, encore colorée,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais dont le chlorure de chaux aura raison en quelques heures et qu'il aura bientôt transformée en une pâte à papier d'une blancheur parfaite.

Ce sont là de grands progrès, messieurs, et des progrès nécessaires, des progrès que la science doit à la civilisation. Le développement de l'intelligence, le développement du travail le veulent impérieusement: la consommation du papier doit augmenter sans cesse. Elle augmente, en effet, dans tous les pays civilisés. En France, et sous le rapport de cette consommation, l'Angleterre et les États-Unis nous dépassent de beaucoup; en France, elle était à peine de 60 millions de kilogrammes en 1854; elle était, l'année dernière, de 130 millions, vingt années ont suffi à la doubler. Sans doute, notre industrie papetière n'en restera pas à ce point, chaque jour ses progrès s'affirment davantage, et chaque jour sa production grandit. Mais c'est déjà un résultat considérable, un résultat satisfaisant à tous les points de vue, que de voir chacun de nous consommer annuellement, sous des formes diverses : livres, recueils de toute sorte, papiers à écrire, papiers d'emballage, etc., plus de 3 kilogrammes de papier, c'est-à-dire une quantité telle que de la consommation totale de la France il serait aisé de faire à l'équateur de la terre une ceinture de 60 mètres de large.

A vos portes aussi, voyez l'industrie viticole, cette industrie vigoureuse qui, depuis des siècles, fait la fortune de la Bourgogne et du Beaujolais qui, au Midi, va s'étendant sans cesse, qui, déjà, recouvre en France 2 500 000 hectares, c'est-à-dire le vingtième de notre territoire, quel service la chimie lui a récemment rendu ! Vous n'avez pas oublié ces années funestes qui, de 1850 à 1860, virent la production viticole de la France tomber de 4 millions et demi d'hectolitres à près de 3 millions, s'abaisser, en un mot, de 115 litres à 75 litres par tête et par an. L'oïdium venait d'apparaître : ses ravages étaient effrayants, à Montpellier comme à Fontainebleau, à Bordeaux comme à Dijon, nos vignes étaient attaquées, et un instant on put les croire perdues. C'est alors que le soufre intervint ; remède infaillible, il arrêta le mal, et bientôt devint d'un emploi tellement populaire, que l'oïdium, aujourd'hui, n'inspire plus à nos vignerons aucune terreur, et que la production, reprenant sa marche ascendante, a, depuis 1866, dépassé les chiffres antérieurs à l'apparition du fléau.

Mais à l'oïdium succède, aujourd'hui, un ennemi nouveau : c'est un insecte difficile à saisir, difficile à caractériser, c'est le *phylloxera*. Déjà, s'attachant aux racines de nos vignes, il a, dans les Bouches-du-Rhône, en Vaucluse, dans le Gard, détruit plus de 20 000 hectares de vignobles, et ses ravages commencent à acquérir, dans l'Hérault, dans la Drôme, dans le Var, une gravité inquiétante; mais, en face de ces désastres, la science, soyez-en certains, ne reste pas inactive ; entre elle et ce parasite maudit, la lutte est commencée. La physiologie est, la première, entrée dans l'arène, et l'année a été bonne pour elle. Les mœurs du *phylloxera*, ses transformations, ses modes d'attaque lui sont, dès à présent, connus, et l'heure est prochaine, on peut l'espérer,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

où la chimie, intervenant à son tour, apprendra à nos vignerons l'art de tuer le *phylloxera*, comme elle leur a appris l'art de tuer l'oïdium,

Et l'industrie sucrière, messieurs, pourrais-je, en ce moment, oublier ses progrès ? Vers 1835, la betterave donnait, chaque année, à la France, 3 millions de kilogrammes de sucre ; dès 1850, elle en donnait 70 millions; l'année dernière, sa production dépassait 400 millions de kilogrammes ; cette année, elle atteindra, on l'espère, 450 millions ! Combien est rapide cette augmentation de la production, et combien elle est précieuse pour notre pays ! Notre consommation, en effet, est de beaucoup inférieure à ces chiffres, à peine en atteint-elle la moitié, et de ce chef, par conséquent, nous nous trouvons possesseurs d'un puissant élément d'exportation, c'est-à-dire de richesse ! Et ce n'est pas seulement par l'intensité de sa production, c'est aussi par la belle qualité de ses produits que notre industrie sucrière est, en ce moment, digne d'attention. Par un emploi judicieux de la chaux et de l'acide carbonique, par le perfectionnement de ses appareils à évaporer et à cuire, elle en a complétement modifié la nature. Ce n'est plus pour le raffineur seul qu'elle travaille ; elle sait, dorénavant, du premier jet, obtenir des sucres blancs, cristallisés, sans odeur, d'une saveur parfaite, que la consommation directe recherche dès à présent, et recherche avec raison.

Voilà, certes, messieurs, de grandes choses, que toutes nous devons mettre au compte de la science moderne ; à chaque pas, s'il nous était permis de poursuivre cette étude des industries chimiques, nous en rencontrerions d'aussi considérables, et des voix plus autorisées que la mienne vous diront peut-être un jour que dans le domaine de la métallurgie, comme dans celui de la mécanique, comme dans celui de l'agriculture, les conquêtes modernes n'ont rien à envier à celles dont la chimie a le droit de s'enorgueillir.

Tout progresse, en effet, dans le monde industriel, chaque jour a sa découverte glorieuse ou son application féconde, et c'est ainsi qu'appuyée sur la science d'une part, sur la pratique de l'autre, l'industrie va constamment en avant, créant des produits nouveaux, améliorant la qualité des produits déjà connus, les fabriquant à meilleur compte et les rendant ainsi, tout à la fois, plus parfaits et plus accessibles.

Grande et belle mission que la société lui confie et qui fait d'elle, en réalité, l'agent générateur du bien-être des populations, de ce bien-être nécessaire dont la possession exerce, sur la libre expansion de l'âme et sur le développement de l'esprit, une influence si considérable !

La société, messieurs, demande beaucoup à la nature humaine, et elle a, certes, mille fois raison ; mais pourquoi ne pas le reconnaître, c'est quelquefois chose difficile que l'obéissance au devoir pour celui qui souffre, pour celui qui a faim, pour celui qui a froid ; c'est chose facile, au contraire, lorsque la vie est affranchie de ces douleurs matérielles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est à l'industrie qu'est réservé l'honneur de réaliser cet affranchissement ; c'est à elle qu'il appartient d'améliorer, par ses efforts journaliers, la condition matérielle de la partie, hélas ! la plus nombreuse de l'humanité.

Et c'est parce que telle est sa mission, c'est parce qu'elle n'y a jamais failli, c'est parce qu'elle n'y faillira jamais, que l'industrie a droit, comme la science, comme la philosophie, comme la morale, à l'estime et à la reconnaissance des cœurs droits et des esprits élevés.

ARTS GRAPHIQUES.

DE L'AUTOGRAPHIE APPLIQUÉE A LA REPRODUCTION DES DESSINS DE MACHINES.

Depuis dix ans les arts graphiques ont fait des progrès considérables ; chaque jour a, pour ainsi dire, vu naître un procédé nouveau ou un perfectionnement, grâce aux ressources nombreuses qu'offrent sans cesse deux des plus importantes découvertes de ce siècle, la photographie et la galvanoplastie. Il n'est pas jusqu'à la modeste autographie qui, jadis employée presque exclusivement à la reproduction de l'écriture, ne soit devenue, de nos jours, applicable à celle des dessins dans des conditions qui lui permettent, dans certains cas, de lutter avec avantage contre la lithographie, et même contre la gravure sur cuivre. On en aura la preuve en examinant la planche 7 contenue dans ce numéro du *Bulletin;* elle est la reproduction autographique d'une ancienne planche gravée sur cuivre, faisant partie du tome II de la seconde série. Ici il n'y a pas d'invention nouvelle ; il ne s'agit que d'un procédé connu depuis longtemps, mais singulièrement perfectionné par une série de *tours de main* que nous allons essayer de faire comprendre.

Le procédé dont les détails nous ont été fournis par M. Jailly, qui a exécuté cette planche autographiée, comprend trois opérations : 1° le calque du dessin ou de la gravure ; 2° le décalque ou transport sur pierre ; 3° le tirage.

1° *Calque.* — On prend une feuille de papier calque ordinaire et on l'enduit, sur une de ses faces, d'une couche de tapioca de première qualité délayé dans de l'eau très-propre, puis on la fait sécher sur des cordes, en ayant soin de la garantir, autant que possible, de la poussière.

Ensuite on prend une bonne planche à dessiner ; on y dispose, pour faire matelas, deux ou trois feuilles de papier fort et bien lisse, sur lesquelles on place la gravure à calquer, et enfin, lorsque l'enduit est sec, on applique sur la gravure la face non enduite de la feuille et on la colle sur la planche comme on colle une feuille de papier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ordinaire ; il va sans dire que les bords doivent dépasser ceux de la gravure et du matelas placé dessous, afin d'être collés directement sur le bois.

Une fois la feuille collée et bien sèche, on la frotte aussi uniformément que possible avec de la gomme-ponce, afin de bien lisser la couche d'enduit et de faire disparaître toutes les parties rugueuses qui pourraient gêner le fonctionnement du tire-ligne. On obtient, de cette manière, une surface extrêmement douce qui rend le travail du dessinateur plus rapide et plus facile. Ce travail, qui consiste à calquer, se fait comme à l'ordinaire, avec cette seule différence qu'au lieu de prendre de l'encre de Chine on emploie de l'encre lithographique.

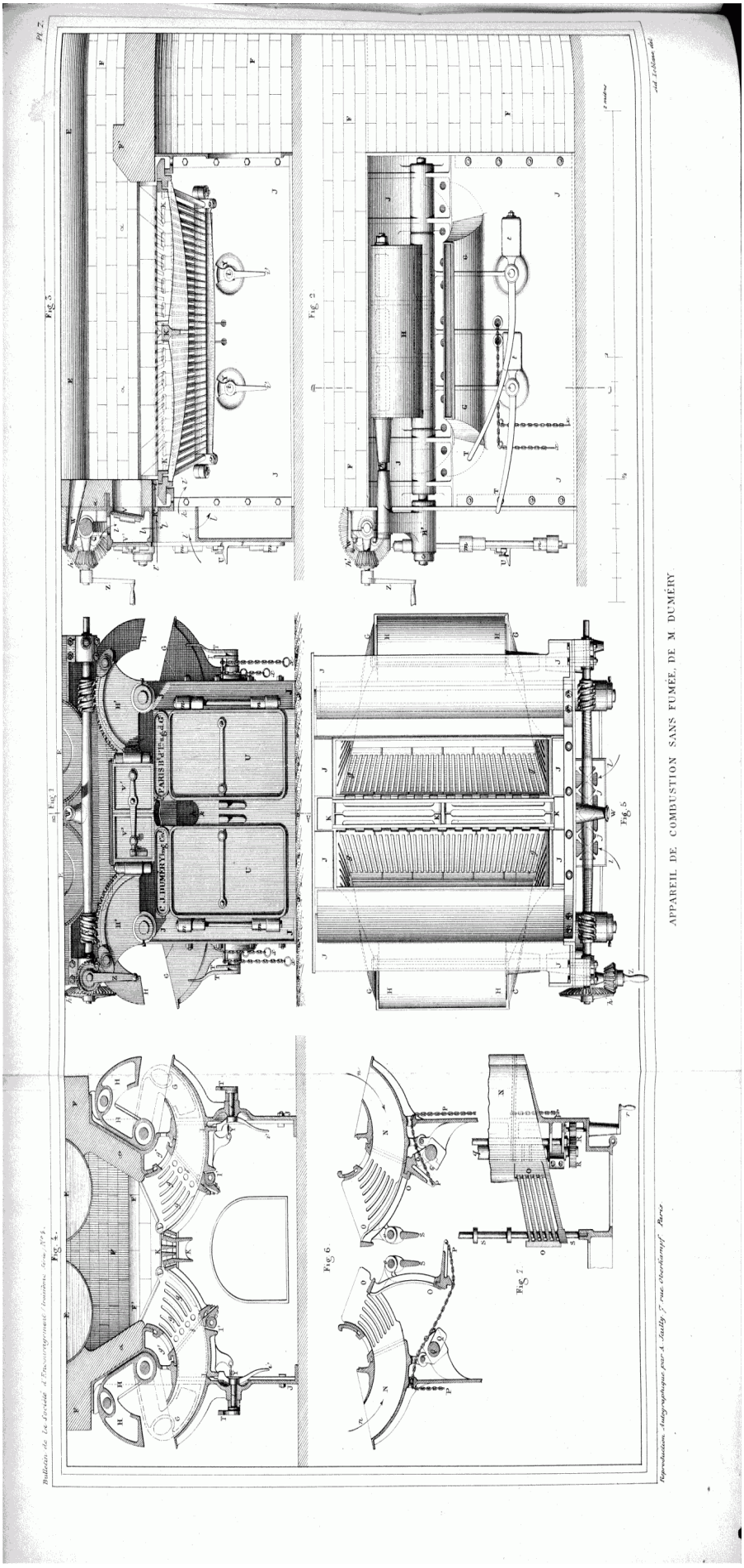
Cette encre, qu'on trouve dans le commerce à l'état solide, doit être délayée avec grand soin. A cet effet, on prend un large godet sur lequel on commence par broyer l'encre à sec ; lorsqu'on en a obtenu une couche de 2 millimètres environ d'épaisseur, on y jette quelques gouttes d'eau de pluie et on délaye la matière avec le doigt en le promenant avec soin pour faire disparaître toutes les aspérités. A mesure que l'encre se liquéfie, on ajoute encore quelques gouttes d'eau, et on continue à opérer ainsi jusqu'à ce qu'elle ressemble, comme limpidité, à de l'encre de Chine foncée ; au bout d'une heure de repos, on peut s'en servir, mais le mieux est de la préparer la veille, car elle a mieux reposé et coule plus facilement. Ainsi préparée, l'encre autographique peut être conservée sans inconvénient pendant trois ou quatre jours, à la condition d'y ajouter quelques gouttes d'eau de pluie toutes les fois qu'elle menace de s'épaissir.

Ainsi qu'il a été dit, le travail du calque ne présente rien de particulier ; le dessinateur n'est tenu qu'à une série de précautions, qui consistent à ne pas poser les doigts sur le papier autographique, à n'employer que des règles et des garde-main d'une extrême propreté ; la moindre tache sur le dessin peut se reproduire sur la pierre lors du transport, et obliger à effacer certaines parties qui, recommencées après coup, enlèvent au travail son uniformité et entraînent des pertes de temps et de main-d'œuvre. Les mêmes raisons lui interdiront, pendant qu'il est penché sur son travail, de se toucher les cheveux ou la barbe, dans la crainte de faire tomber quelque pellicule ; enfin il aura soin de ne jamais sucer son tire-ligne, comme on le fait souvent quand on dessine à l'encre de Chine, car la salive décompose l'encre autographique.

2° *Décalque ou transport sur pierre.* — Le calque terminé et bien sec, on le détache de la planche et on l'intercale entre huit à dix grandes feuilles moites de papier blanc (1), qui ont pour effet de détremper l'enduit de tapioca. Dès que la feuille de dessin colle au doigt, on l'enlève avec soin et on applique le côté qui porte le dessin sur une pierre lithographique ordinaire bien poncée et disposée sur la presse ; on

(1) On prend du papier demi-collé et on le passe une fois lentement dans une cuve remplie d'eau, de manière à lui laisser absorber la quantité de liquide nécessaire pour le rendre moite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pose ensuite, par-dessus, une feuille de papier fort légèrement mouillée à l'avance, on recouvre celle-ci de deux autres feuilles semblables, mais sèches, et on termine en plaçant le garde-main ordinaire employé en lithographie. Le châssis de la presse ayant été bien ajusté, on commence par donner trois pressions successives; après quoi, on enlève le garde-main et les trois feuilles qu'il recouvre; à ce moment le papier autographique adhère déjà suffisamment à la pierre pour qu'on puisse passer légèrement et uniformément, sur toute sa surface, une éponge fine mouillée. On recouvre alors de nouveau avec les trois feuilles et le garde-main; on baisse le châssis et on donne trois autres pressions, après lesquelles on promène de nouveau l'éponge, et ainsi de suite, c'est-à-dire qu'on donne en tout neuf pressions interrompues, à chaque série de trois, par le passage de l'éponge.

Après la dernière pression, on humecte encore légèrement le dos du dessin, qui adhère, cette fois, très-fortement à la pierre, et, avec les doigts posés bien à plat, on frotte toute la surface de manière à détremper l'enduit de tapioca; c'est là une des phases les plus délicates de l'opération, car, par suite de ce frottement, le papier doit peu à peu se détacher, et il importe que le décalque ait bien réussi; sans quoi, tout est à recommencer et il faut faire un nouveau calque. Dès que le papier commence à céder, il n'est pas difficile de le détacher tout à fait; on l'enlève donc par morceaux, et il ne reste plus sur la pierre que la colle et le dessin décalqué. On lave alors avec de l'eau très-propre, puis on passe une éponge douce trempée dans une solution de gomme arabique, et on sèche en ventilant avec une règle plate.

3° *Tirage.* — On enlève avec de l'eau très-propre la couche de gomme arabique, et, après avoir passé à l'acide, on encre avec le rouleau ordinaire de la lithographie. C'est alors que commence le tirage qui s'opère à la manière ordinaire, et, si toutes les opérations ont été bien faites, on peut tirer de 4 à 5000 exemplaires.

(M.)

INCENDIES.

SUR L'ORGANISATION DU SERVICE DES INCENDIES A LONDRES ET SUR L'INTRODUCTION DES POMPES A VAPEUR DANS LE SERVICE DE LA VILLE DE PARIS (1).

Il résulte d'un rapport publié par l'Administration anglaise que l'une des plus grandes améliorations que la *Commission des travaux municipaux de Londres* ait effectuées est, sans contredit, la transformation et l'organisation de toutes les bri-

(1) Les détails contenus dans cette note sont empruntés à un travail publié par M. Monbro, ingénieur, dans les *Mémoires et comptes rendus des travaux de la Société des Ingénieurs civils.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gades contre l'incendie en une seule institution municipale, sous la direction du capitaine Shaw.

Tout a été changé, renouvelé, perfectionné, et maintenant, pour la première fois dans l'histoire de Londres, cette institution avec ses moyens mécaniques puissants, pompes à vapeur ou pompes à bras, peut lutter avec plus de succès contre tout incendie. Cela ne veut certes pas dire qu'un désastre ne soit plus possible; mais un pas considérable est fait; l'incendie peut être resserré, restreint à la construction où il s'est déclaré, sans danger pour les maisons voisines.

L'ancienne organisation ne fut jamais en mesure d'en faire autant; son personnel peu nombreux, ses pompes d'un modèle suranné, son règlement de service défectueux, tout concourait à la rendre à peu près inutile, n'eût été l'infatigable énergie de son chef, M. Braidwood.

Ce fut au grand incendie de Tooley-street, où M. Braidwood perdit la vie, que les pompes se sont montrées impuissantes et que le feu cessa, pour ainsi dire faute d'aliments. La perte énorme subie par les compagnies d'assurances, l'insuffisance des moyens pour prévenir de tels désastres, la mort de M. Braidwood contribuèrent à la réorganisation des brigades, qui furent placées sous les ordres du *Board of works*. Pour subvenir aux frais de cette nouvelle organisation, les compagnies d'assurances et le Trésor public souscrivirent pour une certaine somme, qui, ajoutée à un impôt municipal de 5 centimes par 25 francs, donne le chiffre de 1 250 000 francs. Malgré des ressources si restreintes comparativement à la superficie immense de Londres, la nouvelle organisation fit des prodiges. Sous l'ancien régime, il n'y avait que dix-sept dépôts pour la protection de 25 kilomètres carrés, sur les 1 800 qui composent le district métropolitain; il y a maintenant 43 dépôts pour une superficie de 280 kilomètres carrés, mais distribués de telle sorte qu'ils puissent protéger plus de 1 028 kilomètres carrés. Autrefois, il y avait 36 pompes; il y en a actuellement 95, et toutes celles qui ont été construites sont des machines puissantes.

On a ajouté aux deux pompes flottantes, à marche relativement lente, quatre autres machines qui peuvent faire quatorze nœuds à l'heure, et lancer 24 000 litres d'eau à la minute; elles sont disposées de manière à pouvoir lancer cette quantité d'eau en un seul jet (de quoi submerger tout un village), ou en trente-deux jets de la grandeur ordinaire avec une pression énorme. Ces pompes peuvent être considérées comme équivalant presque à des brigades entières, car chacune d'elles représente 32 pompes à bras ordinaires. Ainsi, actuellement sous la direction du capitaine Shaw, le nombre des pompes a été triplé ainsi que le nombre des dépôts, et la superficie protégée est quarante fois plus grande.

Il est toutefois regrettable que l'augmentation du personnel n'ait pas suivi la même progression, d'autant plus que, dans certains dépôts, une grande partie des hommes est forcément inactive, tandis que, dans d'autres, ils ont, à tour de rôle, un service de vingt-quatre heures consécutives. Or il est difficile d'exiger de gens exténués de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fatigue l'activité et la promptitude de coup d'œil indispensables à l'exercice de la profession; et combien cependant sont nécessaires ces deux qualités, lorsqu'on songe que c'est grâce à elles que l'on arrête presque toujours un incendie qui menace de tout envahir et qui cause quelquefois, non-seulement la ruine du propriétaire de la maison, mais encore celle du locataire en même temps qu'il livre à la misère tous les employés de ce dernier.

Paris, qui n'a pas la moitié de l'étendue de Londres, possède un corps de 1 600 pompiers; Londres, avec une surface double et des richesses dix fois plus grandes entassées dans ses docks et dans ses magasins, n'a que 160 hommes réellement disponibles et aptes à rendre de vrais services. Il n'est donc pas étonnant que cette dernière soit le théâtre d'incendies désastreux dont les villes du continent sont plus souvent préservées (1). La capitale du Royaume-Uni possède, en machines, une garantie suffisante; mais ce qui lui fait défaut, c'est le personnel.

Pour les besoins de la brigade métropolitaine, Londres et ses faubourgs sont classés en quatre quartiers A, B, C et D, qui forment quatre groupes distincts, commandés chacun par un chef. Le groupe A comprend toute la partie Ouest de la ville et contient 14 dépôts en activité, 2 en construction et 1 à construire, soit 17 en tout. Le groupe B forme toute la partie Ouest-centrale, depuis Islington et Charing-Cross jusqu'à Watling-street, où se trouve le quartier général; il contient 8 grands dépôts en activité et 4 en construction, soit 12 en tout. Dans le groupe C, ou quartier de l'Est, il y a 13 dépôts en activité et 1 à construire, et dans le groupe D ou du Sud il y a 8 dépôts en activité, 3 en construction et 6 à construire; ce qui donne un total de 43 dépôts ou secours contre l'incendie en pleine activité, 5 en construction et 12 qui restent à élever. Quand tous les travaux seront terminés, il y aura 60 dépôts pour Londres au lieu de 17 qui existaient anciennement.

Ainsi qu'on l'a dit, chaque quartier forme un groupe à part, chaque dépôt étant sous la garde d'un ingénieur, et chaque dépôt central sous la surveillance de l'officier ou chef de quartier. Tous les dépôts communiquent télégraphiquement avec le dépôt du chef du quartier, et les quatre dépôts des chefs avec le quartier général du capitaine Shaw dans Watling-street. De cette manière, à la première alarme d'un incendie, la nouvelle en est transmise d'un dépôt quelconque au dépôt du chef de quartier, et, par ce dernier, au capitaine Shaw. Le chef du quartier commande, néanmoins de sa propre autorité, ce qui est immédiatement nécessaire. Les choses se font si rapidement que, lors de l'incendie de *Her Majesty's theatre,* le capitaine Shaw et sa brigade étaient dans Haymarket huit minutes après que l'alarme avait été donnée.

A chaque dépôt trois pompes sont prêtes nuit et jour : une à vapeur, une très-puis-

(1) On vient d'en avoir encore un exemple tout récent dans le grand sinistre de cet immense bazar connu sous le nom de *Pantechnicon.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sante à bras, et une petite à bras. Les pompes à vapeur équivalent au moins à trois des plus fortes machines à bras; elles coûtent le triple, il est vrai, mais elles durent trois fois plus longtemps, et n'occasionnent presque pas de dépense à la manœuvre. Elles ont aussi l'immense avantage d'être mises sous pression en deux ou trois minutes; leur seul inconvénient est de peser 3 000 kilog. (1).

Le personnel comprend sept classes : d'abord les chefs de quartier, qui reçoivent 12 fr. 50 par jour avec logement, chauffage, éclairage et uniforme, puis les ingénieurs qui surveillent les autres dépôts et reçoivent 7 fr. 50. Viennent ensuite les sous-ingénieurs, préposés à une pompe à vapeur, qui touchent 6 fr. 25; les pompiers de 1re classe, 5 fr. 60; ceux de 2e classe, 5 francs; ceux de 3e classe, 4 fr. 40; ceux de 4e classe ou à l'essai, 3 fr. 75. Tout ce personnel jouit, comme les chefs de quartier, des mêmes avantages de logement, chauffage, éclairage et uniforme. Tout homme blessé ou qui tombe malade dans l'exercice de ses fonctions reçoit solde entière jusqu'à complet rétablissement. Ces salaires sont élevés; mais si l'on réfléchit aux fonctions périlleuses que les pompiers ont à remplir, aux services immenses qu'ils sont appelés à rendre, on comprendra qu'une pareille rémunération n'est que juste.

L'éducation d'un pompier demande six mois. Pendant ce temps, outre son service régulier, il est exercé à la manœuvre des échelles, il suit un cours de théorie sur l'extinction des incendies, il étudie les différentes parties de la pompe à vapeur et à bras pour pouvoir en prendre, au besoin, le commandement. S'il remplit toutes les conditions voulues, il devient, au bout des six mois, membre de la brigade, et, à partir de ce moment, son avancement ne dépend plus que de sa conduite.

Dans les dépôts modèles de Westminster, de Camberwell et de Peckham, les dispositions prises pour le bien-être des hommes et des chevaux sont réellement parfaites.

Le service est soumis à une discipline rigoureuse. *Trois minutes* sont seulement accordées pour que pompes et pompiers quittent le dépôt au premier appel; si la machine n'est pas prête, passé ce laps de temps, le conducteur et l'homme de garde sont à l'amende chacun de 3 francs pour la première fois, de 6 fr. 25 pour la seconde, et de 12 fr. 50 pour la troisième; l'amende s'élève au salaire de toute la semaine pour la quatrième, et enfin au renvoi du corps. Mais là ne s'arrête pas la punition, car à chaque amende pour retard vient s'ajouter une perte de six mois aux droits à l'avancement en grade, ce qui représente une perte d'augmentation de salaire de 60 centimes par jour.

---

(1) Ceci ne s'applique qu'aux pompes à vapeur de la Cité de Londres. Les constructeurs, MM. Merryweather and sons en ont un plus petit modèle pour les villes de moindre importance. Celui qu'ils avaient exposé au Champ de Mars, en 1867, a remporté le prix des essais comparatifs avec la grande médaille d'or; il ne pèse que 1 258 kilog. et lance, à une hauteur de 50 mètres, 1 200 litres d'eau par minute! Depuis cette époque ils sont parvenus à établir un modèle encore plus léger, qui ne pèse que 1 000 kilog. et débite 900 litres par minute.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les amendes ont été jusqu'ici bien rares. En règle générale, il ne faut que 2 minutes 1/2 pour que la machine parte à grande vitesse vers le lieu du sinistre. Il y a naturellement un grand nombre de fausses alertes ou de feux de cheminée éteints avant qu'on arrive. Toutes ces alertes exigent du travail ; aussi est-il avéré que dans certains dépôts il ne s'est pas passé une nuit, depuis treize mois, sans que les pompiers n'aient été appelés.

Comme on le voit, cette organisation présente, pour la ville de Londres et pour ses habitants, des garanties sérieuses de sécurité. La seule lacune qui reste à combler, et qui le sera, espère-t-on, d'ici à quelque temps, est l'augmentation du personnel, augmentation qui doit être en rapport avec le nombre des dépôts et celui des pompes. Le capitaine Shaw est arrivé, grâce à une énergie infatigable, à une organisation intelligente, à faire du corps actuel des pompiers une institution capable de rendre les plus grands services.

Voici maintenant la description d'une pompe à vapeur du modèle exposé en 1867 par la maison Merryweather and sons de Londres, modèle très-répandu en Angleterre :

La pompe proprement dite, la machine et la chaudière sont fixées sur un même châssis en fer solidement entretoisé. La chaudière est verticale, du système Field, à tubes d'eau; fabriquée, partie en fer de Lowmoor, partie en acier, elle est essayée jusqu'à 17 atmosphères. Le châssis, du côté de la chaudière, est monté sur deux grandes roues et suspendu par l'intermédiaire de ressorts en acier; à l'autre bout, il est monté sur deux roues de moindre diamètre avec ressorts, et porte un avant-train articulé qui permet à la machine traînée par des hommes ou par des chevaux de tourner aisément et rapidement dans les rues les plus étroites.

Le cylindre à vapeur et le corps de pompe sont fixés horizontalement sur le châssis en fer et se commandent directement sans manivelle, excentrique, ni volant; le mécanisme est bien à la main et très-facilement contrôlé pour faire débiter à la pompe son maximum d'eau ou telle quantité dont on dispose, voire même simplement ce qu'un homme peut débiter à l'aide d'une pompe à main, tout cela par le jeu seul du régulateur de vapeur. On voit, par là, les services que peut rendre cette machine, même dans les plus petits cas d'incendie.

La pompe, coulée en bronze et d'une seule pièce, est à double effet, aspirante et foulante; les boîtes à clapets sont disposées pour permettre l'emploi des eaux les plus impures ou chargées de sables. La chaudière est alimentée par une petite pompe spéciale ou par un injecteur Giffard, et la pompe principale est arrangée de telle sorte qu'elle peut, au besoin, alimenter, elle-même, la chaudière. Il ne reste jamais d'eau dans les boîtes à clapets quand la pompe est au repos ; par conséquent, on n'a pas à y craindre les effets de la gelée non plus que dans la chaudière, qui est toujours garnie de son eau ; ce résultat est dû au système Field, et ce n'est pas le moindre des avantages que présente son principe de circulation d'eau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au-dessus du cylindre à vapeur et du corps de pompe, sont les boyaux de refoulement et un coffre contenant les jets de lance et les outils, etc.; la partie supérieure forme un siége pour les pompiers et le cocher. Les tuyaux d'aspiration, les lances, etc., ont chacun leur place. Devant la chaudière existe une petite plate-forme pour le mécanicien et le chauffeur, ce qui permet, en route, d'allumer le feu ou seulement de l'entretenir, s'il a été allumé de suite en quittant le dépôt, de manière à être en pleine vapeur, et prêt à fonctionner en arrivant au lieu du sinistre. Enfin, il y a un emplacement pour le charbon et un réservoir pour l'eau douce, quand on veut alimenter avec l'injecteur.

Certaines de ces machines se font remarquer par leur légèreté; pour n'en citer qu'un exemple, nous dirons que le modèle du poids de **1265** kilog. peut atteindre jusqu'à **32** chevaux-vapeur de force, c'est-à-dire près de **3** chevaux par **100** kilog. Elles sont bien appropriées au service des villes, des brigades de pompiers, des chemins de fer, des usines, des fermes, des châteaux, etc.

Chose curieuse, pendant que Londres possédait les appareils à vapeur d'un service si rapide et si efficace dont nous venons de parler, mais auquel ne correspondait qu'un personnel insuffisant, Paris de son côté avait réciproquement cet admirable corps de pompiers que l'on connaît, mais ne disposait que d'un matériel de pompes à bras depuis longtemps reconnu insuffisant. Il n'a fallu rien moins que les graves événements que nous avons traversés et l'approche de l'investissement pour donner un commencement d'exécution à un projet depuis longtemps à l'étude, celui de l'emploi des pompes à vapeur dans le service des incendies de la capitale.

En effet, aussitôt qu'on vit s'entasser sur différents points de Paris les provisions de toute sorte, nécessaires à notre alimentation et à la nourriture du bétail lorsque nous serions investis, on pensa aux désastres que pourrait occasionner un feu de quelques heures parmi cet amas de ressources alimentaires. De là la nécessité de chercher des moyens énergiques pour réprimer au début les accidents que la négligence, l'imprudence et même la malveillance pouvaient faire naître, et l'on proposa de suite l'acquisition de pompes à incendie à vapeur analogues à celles de l'Angleterre et de l'Amérique.

Il faut reconnaître qu'une fois la proposition faite, et dans le but de protéger les magasins approvisionnés, les monuments et les quartiers menacés, le comité de défense décida de suite l'achat de plusieurs de ces pompes, qu'on fit venir de Londres. On en put trouver cinq prêtes à livrer : deux acquises par les soins de la Ville arrivèrent les premières; les trois autres achetées par le Ministère des travaux publics ne vinrent que quelques heures seulement avant l'interruption de la circulation sur la ligne de l'Ouest.

En même temps que les deux premières, on put ramener une pompe à incendie à vapeur d'un très-petit modèle, spécialement faite sur les ordres de **M.** Vuillemin,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ingénieur de la compagnie de l'Est, et qui était prête depuis quelque temps à être livrée à cette compagnie. C'est donc justice de dire qu'à cette compagnie doit certainement revenir l'initiative d'avoir introduit, dans Paris, le premier appareil de ce genre.

Toutes ces pompes sont loin d'avoir la même puissance. Leur débit peut s'estimer comme suit :

La pompe	n° 1	peut donner jusqu'à	2 400	litres par minute.
—	n° 2	—	1 900	—
—	n° 3	—	1 700	—
—	n° 4	—	1 300	—
—	n° 5	—	1 000	—
—	n° 6	—	900	—

Le jet atteint en hauteur 40 à 45 mètres, et horizontalement 45 à 50. Chaque pompe a deux orifices de refoulement, de façon à pouvoir former un ou deux jets à volonté; de plus, à l'aide de raccords spéciaux bifurquant, on fait sur la même machine deux, trois, quatre ou plus de jets; avec d'autres raccords semblables et de réduction pour les dimensions des garnitures de la Ville, on multiplie encore les sorties du refoulement, et l'on obtient, pour les pompes n^{os} 1, 2 et 3, le moyen de pouvoir alimenter jusqu'à huit pompes à bras à des distances de 400 à 500 mètres et plus.

Une fois la Ville en possession de ces nouveaux appareils, il s'agissait de savoir comment, pendant l'investissement, on organiserait les choses pour en tirer parti en cas de sinistre. Les détails que donne à cet égard M. Monbro sont intéressants à connaître.

« La première question à résoudre, dit-il, était de savoir comment on pourrait leur fournir la quantité d'eau nécessaire, puisque trop souvent les pompes à bras ne peuvent être suffisamment alimentées. D'où vient donc cette insuffisance? Est-ce de ce que les conduites de la Ville ne permettent pas le débit nécessaire? Ou bien plutôt ne provient-elle pas du mode employé pour prendre l'eau sur ces conduites?

« Jusqu'ici, pour prendre l'eau en cas d'incendie, on utilisait les bornes-fontaines ou les bouches d'arrosage. La prise d'eau se faisait sur la conduite-maîtresse au moyen d'un tuyau horizontal de 50 millim. qui se courbe à angle droit pour remonter verticalement par un autre tuyau de même diamètre correspondant à la bouche de lavage dont l'orifice, après deux autres coudes, n'a plus que 41 millim. au raccord, et qui se trouve, en outre, fermé par un clapet à vis, dont le passage libre, à la levée maxima, correspond généralement à une section circulaire de 35 millim. Dans les bornes-fontaines, il y a encore un coude de plus. La charge d'eau de la grande conduite se trouve donc amoindrie de toute la perte résultant de *trois ou quatre coudes à angle droit, de*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'étranglement au clapet, et *des frottements dans les tuyaux,* frottements qui croissent, ainsi qu'on le sait, en raison du carré de la vitesse de l'eau.

« Si on considère, en outre, que, pour amener l'eau à la bâche de la pompe, on emploie généralement une assez grande longueur de boyaux en cuir qui, ordinairement aplatis, exigent un effort constant pour les maintenir ouverts, on comprendra à quel point le débit obtenu par ce moyen doit se trouver réduit.

« Dès lors, il est évident que, si le corps des sapeurs-pompiers n'a pas plus tôt recherché les pompes à vapeur, c'est que leur emploi devait être trop restreint, puisqu'elles ne pouvaient s'utiliser dans Paris qu'auprès de la Seine ou du canal. Mais, en Angleterre, où ces machines sont très-répandues depuis longtemps, on fait des prises spéciales pour l'incendie ; ces prises sont placées directement et verticalement sur la conduite-maîtresse avec un seul robinet-vanne qui démasque en plein l'orifice, et amène l'eau au niveau du sol, où elle est reçue dans une bâche en toile armée en y entrant directement par le fond. Le tuyau de prise a, au minimum, 75 millim. de diamètre, c'est-à-dire une section plus que triple de la prise employée à Paris, et, comme ce tuyau ne présente aucun coude et n'a qu'une faible longueur, il débite sans perte de charge sensible.

« Partant de là, le colonel Willerme avait bien voulu nous charger de lui faire un rapport sur les moyens similaires qu'on pourrait employer ici, pour se procurer la quantité d'eau nécessaire à l'alimentation des nouvelles pompes. Le problème était donné en vue du quartier de Montrouge et d'une partie du treizième arrondissement qui manquaient complétement d'eau.

« D'après les renseignements obtenus auprès de la Ville, il a suffi de faire faire des prises directes sur les conduites-maîtresses, et les résultats obtenus ont donné pleine satisfaction ; car, avec des conduites-maîtresses de 40 à 50 centim., sur lesquelles nous avons fait placer de ces prises directes du diamètre de 8 centim., et où la charge est à peine de 12 mètres, le débit a été plus que deux fois suffisant pour alimenter la pompe du quartier, capable de fournir environ 1 000 à 1 200 litres par minute. On aura certainement réalisé un grand progrès en établissant de ces prises d'eau à grand débit, spéciales pour l'incendie, et qui manquaient dans Paris.

« Comme à Londres et en Amérique, le personnel a été pris ici parmi les pompiers.

« On a commencé par faire un choix parmi les hommes de bonne volonté, et on leur a fait suivre pendant trois semaines un cours sous la direction du capitaine-ingénieur, qui leur a fait connaître toutes les parties composant la machine, la chaudière et les pompes. Après avoir reçu les notions théoriques, les pompiers ont étudié les machines en feu, et, au bout de quelques exercices, chacun était reconnu capable de conduire sa machine et de veiller à sa chaudière, d'obéir au premier signal, ordonnant d'arrêter ou repartir, changer la manœuvre, de vider sa chaudière, de la remplir, etc., de refaire le feu pour la rentrée au dépôt.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Il va sans dire que ces pompiers ne sont pas chargés du soin de réparer ou d'entretenir leurs machines, et qu'ils n'ont à s'occuper que des garnitures et du nettoyage extérieur; il suffit d'un seul mécanicien pour entretenir en parfait état toutes ces machines que l'on sait être de la plus grande simplicité, et peu ou pas susceptibles d'entretien et de réparations.

« Une station principale composée de pompe à vapeur et de plusieurs pompes à bras devra comprendre, indépendamment des pompiers, un pompier mécanicien à demeure et responsable de sa machine. Il y aura, en outre, un mécanicien adjoint pour remplacer le mécanicien en cas d'absence, et deux chauffeurs; il ne faut pas oublier les chevaux qui sont nécessaires pour traîner les plus grosses pompes. Nous pensons qu'il sera fait une écurie attenante à la station, et que les chevaux les plus faciles à utiliser seront ceux qui appartiennent à la Ville, et qui sont affectés au service des arrosements, des balayages, etc.; on les remisera et les nourrira à la station, plutôt qu'ailleurs. Une paire de harnais appartenant à la machine complétera l'attirail.

« Tel est l'ensemble des détails que nous pouvons fournir sur le service déjà organisé comme défense (1), et sur celui qui sera probablement adopté après la guerre. »

Disons, en terminant, que c'est avec le puissant concours des deux pompes à incendie à vapeur appartenant à la Ville et dirigées par le corps des pompiers de Paris, que la Sainte-Chapelle, ce bijou de l'art gothique, a pu être épargnée du feu dans les déplorables événements du mois de mai 1871.

Les sapeurs-pompiers formés pendant le siége ont pris possession des pompes aussitôt qu'il leur a été possible de le faire, et les appareils n'ont cessé de fonctionner durant trois jours et deux nuits, prenant leur eau dans la Seine, au quai des Orfévres et au quai de l'Horloge. L'une servait à battre les flammes qui menaçaient l'édifice qu'on voulait sauver, tandis que l'autre alimentait toutes les pompes à bras placées aux abords.

Ces pompes ont été ensuite utilisées pendant huit jours et huit nuits pour noyer les débris enflammés des magasins de la Villette.

Ajoutons enfin que, tout récemment, lors de l'incendie de l'Opéra, les pompes à vapeur ont fonctionné pendant plusieurs jours avec beaucoup d'efficacité.

(M.)

---

(1) « Nous avons omis de citer qu'au port Saint-Nicolas une des pompes à incendie à vapeur a été employée dix heures par jour à refouler l'eau de la Seine, sous les conduites du canal de l'Ourcq, pour alimenter les réservoirs de Vaugirard. Le service était insignifiant pour la pompe qui ne faisait que le tiers environ du travail qu'elle pouvait effectuer dans un incendie. La quantité d'eau fournie en dix heures était de 98 000 litres à 22 mètres de haut, et la vitesse de la machine de 80 à 85 révolutions par minute. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGISLATION DES MINES.

SUR LA RÉGLEMENTATION DES MINES EN AUSTRALIE ET SUR UN PROJET DE RÉGLEMENTATION DE CELLES DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE.

(*Extrait d'un Mémoire de M. E. Heurteau, ingénieur des mines.*)

Avant que la Nouvelle-Calédonie devînt une colonie pénitentiaire, l'attention avait déjà été attirée sur elle, il y a quelques années, par la découverte qu'on avait faite de l'or dans une des régions de cette possession française éloignée.

Chargé par le gouvernement d'aller explorer les lieux, M. Émile Heurteau, ingénieur des mines, a adressé à M. le gouverneur de l'île un projet de réglementation des mines, auquel nous empruntons les détails intéressants qui suivent :

Les découvertes récemment faites dans la vallée du Diahot, dit M. Heurteau, ayant révélé la présence de filons d'or et de cuivre, affleurant sur un grand nombre de points, dans un périmètre assez étendu, on ne peut douter, aujourd'hui, que le nord de la Nouvelle-Calédonie ne renferme les éléments de larges et précieuses exploitations minières dont le développement peut contribuer, dans une mesure considérable, à la prospérité de la colonie. Mais, pour se développer dans ce pays, l'industrie des mines doit y créer, en quelque sorte, les éléments nécessaires à son existence. Il faut attirer dans la colonie et rassembler, sur le lieu des mines, une population nombreuse et expérimentée ayant déjà fait, ailleurs, le rude apprentissage de l'art des mines. Il faut encore provoquer une immigration non moins précieuse que celle de la main-d'œuvre, l'immigration du capital, sans le concours duquel toute entreprise resterait stérile. Ces préoccupations auxquelles le législateur d'Europe reste étranger doivent tenir ici la première place. Sans perdre de vue les principes dont la stricte application convient aux sociétés organisées et régulières, sans rien sacrifier des règles fondamentales du droit français, sans compromettre, par des concessions imprudentes aux nécessités du moment, les intérêts généraux de l'avenir, on doit tenir grand compte, ici, des conditions toutes particulières dans lesquelles va se développer l'industrie minière, faire hardiment appel à son initiative et la dégager de toute contrainte. On doit songer au caractère spécial de la population minière qui devra être recrutée, considérer ses habitudes, se plier à ses exigences et faire, juqu'à un certain point, la part de ses préjugés et de ses faiblesses. Il faut, par des dispositions libérales en faveur des inventeurs, stimuler les efforts des mineurs expérimentés dont les recherches aventureuses peuvent mettre la colonie en possession de nouvelles richesses. Il faut, enfin, pour assurer à l'industrie des mines le concours du capital, pour vaincre ses hésitations et pour dissiper ses méfiances, asseoir sur des bases solides la propriété minière, mettre les proprié-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

taires de mines hors de toute incertitude et à l'abri de toute méprise ; il faut que les mines deviennent, non plus le prétexte de spéculations aventureuses, mais l'objet de sérieuses et fécondes entreprises.

Lorsqu'il est question des mines de la Nouvelle-Calédonie et de leur avenir, la pensée se porte, naturellement, sur les colonies australiennes. C'est en Australie que notre colonie devra recruter, en partie, sa population minière, au sein de cette population flottante qui, de Californie en Australie, d'Australie en Nouvelle-Zélande, erre, depuis vingt-cinq ans, sur les mines d'or, se déplaçant par grandes masses suivant les entraînements du jour, et laissant partout les traces gigantesques, mais trop souvent éphémères, de son passage. C'est là encore qu'on trouvera une source abondante de capital, qui souvent rebelle, en Australie même, aux entreprises de mines, en raison de l'incertitude et de l'incohérence de la législation qui y domine, émigrera volontiers dans notre colonie, s'il y est attiré par une réglementation libérale ouvrant un large champ à l'industrie minière, tout en lui donnant les garanties de stabilité et de sécurité qui lui manquent ailleurs.

Enfin le rôle considérable que les mines ont joué, depuis vingt ans, dans l'histoire des colonies australiennes, et les prodiges que leur découverte y a réalisés, imposent le devoir d'étudier en détail les conditions dans lesquelles elles s'y sont développées, de suivre, à travers les phases diverses qu'elles ont traversées, les transformations du régime auquel elles ont été soumises, d'apprécier la valeur des résultats produits, de chercher enfin dans quelle mesure on pourrait, en Nouvelle-Calédonie, obtenir par les mêmes moyens les mêmes résultats, et, en suivant l'exemple de l'Australie, profiter de l'expérience qui y a été, parfois, chèrement acquise. Quelques mots, à ce sujet, ne seront pas inutiles.

Lorsqu'en 1851 l'or fut découvert à peu près simultanément dans les colonies de Victoria et de la Nouvelle-Galles du Sud, l'Australie se trouva soudainement envahie par une population de mineurs qui, se répandant sur le pays, remuant le sol sans règle et sans frein, multipliant rapidement les découvertes, occupèrent tumultueusement et en foule les terrains d'alluvions aurifères. Surpris par cette invasion, impuissant contre cette explosion violente et spontanée de la fièvre de l'or, le gouvernement ne put songer à diriger ce mouvement ; sa seule pensée fut de donner à cette improvisation une apparence d'organisation régulière, d'instituer une police sur le lieu des mines, et d'établir des impôts dont le taux excessif et vexatoire engendra, au début, de sanglantes émeutes. En envahissant les terrains miniers, le premier soin des mineurs avait été de s'en partager la surface ; tout le monde voulait une part du butin. On fit à chacun la part petite ; sur l'espace de quelques pieds carrés qui constituait son *claim*, chacun se mit à fouiller fiévreusement la terre pour y découvrir le trésor. Acquise sans titre formel et par simple occupation, la propriété du *claim* ne reposait que sur le fait même de cette occupation et disparaissait avec elle ; un jour d'absence, l'oubli d'une formalité, un jour de négligence dans le payement d'un impôt, il n'en fallait pas davantage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour faire perdre, sans pitié, au mineur la portion de terrain sur laquelle reposaient ses espérances. Attendant le succès du hasard d'une bonne rencontre, les mineurs erraient sur les *goldfields,* maîtres temporaires de quelques pieds de terre sur lesquels il leur plaisait de s'arrêter un jour pour tenter la fortune.

Heureusement la nature des premiers gisements découverts se prêtait à cette manière d'agir ; ces alluvions riches, voisines de la surface, déposées près du lit des rivières, à proximité de l'eau nécessaire à leur traitement, pouvaient être facilement exploitées par les mineurs isolés sans le secours du capital, sans idée générale et sans plan d'ensemble. Sans doute, dès cette première période, on pourrait signaler bien des gaspillages ; ces exploitations déréglées et irréfléchies furent la source de bien des déceptions et de bien des misères. Les bonnes fortunes étaient rares et le bénéfice d'une heureuse rencontre était presque toujours englouti par une série d'essais moins heureux. Peu de mineurs emportaient des mines la fortune qu'ils y venaient chercher ; mais l'attrait de cette vie d'émotions, les espérances tous les jours exaltées par quelque brillant coup de fortune, faisaient oublier tous les déboires. Le nombre des mineurs grossissait tous les jours, et, pendant ces premières années, la production de l'or, en Australie, atteignait un chiffre qui n'a jamais été réalisé depuis.

Le moment vint, enfin, où les alluvions extraordinairement riches, qui seules peuvent supporter, dans une certaine mesure, ce système barbare d'exploitation, commencèrent à s'épuiser ; les mineurs durent aborder des gisements moins faciles, et poursuivre l'or jusque dans des alluvions profondes recouvertes par plusieurs centaines de pieds de basalte ; ils eurent bientôt à le chercher à sa source, dans les filons de quartz. Les procédés grossiers des premiers jours étaient devenus insuffisants. On dut considérer les entreprises de mines comme des entreprises à long terme, difficiles et aléatoires, qui ne peuvent ni exister sans le concours du capital, ni réussir hors des voies tracées par l'expérience de l'art des mines. Alors commença à s'opérer, dans la législation des mines australiennes, une révolution profonde, en partie accomplie aujourd'hui après bien des tâtonnements et au prix de longues luttes soutenues contre le bon sens et la raison par les préjugés nés de l'ignorance. Par une série de transformations successives, on en vint à installer les exploitations de mines dans les conditions d'une industrie régulière, à consolider la propriété minière en la faisant reposer sur un titre régulièrement enregistré, et à lui donner une stabilité pouvant servir de garantie au capital. On renonça peu à peu au système des petites concessions, qui convient seulement à quelques cas exceptionnels, mais qui, pour la plupart des gisements, est réellement prohibitif de toute exploitation. On consentit, enfin, à admettre qu'en présence d'intérêts généraux aussi considérables le gouvernement n'avait pas le droit de rester indifférent et inactif, qu'en persistant à laisser faire il ménageait sa responsabilité aux dépens de ses devoirs, et qu'il devait veiller au bon aménagement des richesses minérales. On reconnut qu'en distribuant aveuglément la propriété des mines par l'application machinale et inconsciente d'un règlement strict on en arrivait fatalement à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des résultats déraisonnables, et qu'il fallait que le gouvernement pût intervenir dans l'institution des concessions de mines, avec une liberté d'action suffisante pour tenir compte, dans chaque cas, des circonstances particulières qu'un règlement ne peut prévoir. Cette transformation radicale est aujourd'hui presque complète dans la colonie de Victoria. La Nouvelle-Galles du Sud est moins avancée ; mais déjà le Parlement s'occupe d'une nouvelle loi sur les mines, et depuis longtemps les vices du système actuel et leur funeste influence sur le développement des mines, dans cette colonie, ont été dénoncés et reconnus par tous les esprits prévoyants et éclairés.

Et, de fait, quelque étrange que cette assertion puisse paraître à ceux qui, sans aller au fond des choses, se laissent éblouir par le chiffre de la production des mines en Australie dans les vingt dernières années, la situation dans laquelle s'y trouve l'industrie des mines est loin d'être prospère. Des gisements aurifères d'une grande richesse sont découverts tous les jours et sur une immense étendue, mais ils sont immédiatement gaspillés et abandonnés au bout de quelques mois ; en bien peu de points on a vu se former de sérieuses et durables exploitations. Si on se transporte sur le lieu des mines, on y voit un même gisement attaqué, en une infinité de points, par une foule d'entreprises différentes, qui se serrent sur un étroit espace où, le plus souvent, il n'y aurait place que pour une exploitation méthodique et régulière. Une ou deux de ces entreprises sont favorisées par le hasard et réussissent ; mais que de travail et d'argent sont engloutis par les autres en recherches infructueuses ! Une chose bien remarquable, c'est qu'en Australie, où le capital abonde, il persiste à se détourner des travaux de mines ; beaucoup de gens spéculent sur les mines, bien peu les considèrent comme une industrie sérieuse dans laquelle le capital puisse s'engager sans imprudence. C'est faute de capitaux suffisants qu'échouent la plupart des entreprises de mines. Enfin, si on cherche, dans les statistiques, ce qu'est réellement, au point de vue économique, l'exploitation des mines en Australie, on y voit qu'en Nouvelle-Galles, dans le cours de l'année 1872, l'année même où, grâce à de nouvelles et riches découvertes, la production de l'or s'est élevée à un chiffre qu'elle n'avait pas atteint depuis longtemps, une population de 21 000 mineurs n'a produit qu'une valeur de 31 800 000 francs d'or, soit, en moyenne, 1 800 fr. par tête. Dans un pays où le salaire moyen d'un ouvrier est de 250 fr. par mois, sont-ce là les conditions d'une industrie vraiment productive ?

Il n'était pas inutile d'entrer dans ces considérations avant d'examiner quelle doit être, en Nouvelle-Calédonie, la réglementation des mines. Il y a, sans doute, beaucoup à prendre dans les législations australiennes ; mais il faut se garder de les copier aveuglément et de repasser par la même série d'erreurs. On se trouve, d'ailleurs, ici, dans des conditions différentes qui rendraient ces erreurs particulièrement dangereuses. L'étendue restreinte de la Nouvelle-Calédonie, comparée à l'immensité du territoire australien, impose le devoir de veiller plus sévèrement au bon aménagement des gisements

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

miniers, de les protéger avec un soin plus scrupuleux contre les chances de gaspillage qui compromettraient leur avenir. Serait-on disposé à faire bon marché de l'avenir de l'industrie minière, à traiter la question de la bonne exploitation des mines comme secondaire et accessoire, à ne considérer que l'avantage d'attirer, dans le nord de la colonie, un large flot de population en instituant, sans scrupule, la grande loterie de l'or, et en livrant les mines aux envahisseurs, que l'on risquerait fort de voir, au bout de peu de temps, cette population nomade abandonner les terrains miniers après en avoir gaspillé les richesses, sans qu'il restât chance de la retenir plus longtemps dans la colonie. D'ailleurs on ne connaît pas, en Nouvelle-Calédonie, ces riches alluvions aurifères dont l'exploitation peut, jusqu'à un certain point, se prêter aux grossiers procédés des premiers *placers*. L'or a été rencontré, du premier coup, au sein de filons quartzeux ; à côté de l'or, et probablement intimement associés avec lui, des gisements de cuivre d'une grande importance ont été reconnus ; toujours, même en Australie, les métaux autres que l'or ont échappé au système restrictif et barbare qui rendrait leur exploitation impossible. On ne peut ici, sous peine de complications infinies, soumettre à un régime différent les gisements d'or et de cuivre qui vont se trouver confondus. Il faut donc chercher un système mixte qui, tenant compte des habitudes de la population minière que la colonie va s'annexer, laissant aux entreprises de mines toute la liberté d'allures qui convient à leur développement, fasse cependant à l'industrie minière des conditions de stabilité, de sécurité et de puissance qui lui permettent de se constituer solidement avec des chances sérieuses de prospérité durable. C'est de cette pensée qu'est né le projet de réglementation présenté par M. Heurteau et divisé par lui en cinq parties comprenant, au total, 106 articles.

La première partie établit les conditions générales auxquelles doivent satisfaire les personnes qui entreprennent la recherche et l'exploitation des mines.

La deuxième et la troisième fixent la manière dont seront réglées ces entreprises sur les terres appartenant au Domaine, et sur les territoires déjà aliénés par lui entre les mains des particuliers.

La quatrième a trait aux questions de police des mines et de juridiction.

Enfin la cinquième contient les dispositions transitoires.

Ne pouvant suivre l'auteur dans la longue étude à laquelle il se livre, nous nous bornerons à reproduire les considérations importantes dans lesquelles il est entré au sujet des articles 4 et 5, les deux principaux de la deuxième partie du projet, partie capitale qui règle les conditions de l'exploitation des mines sur les terres du Domaine.

Longtemps encore, dit l'auteur, les terres du Domaine formeront la plus grande partie du territoire de la Nouvelle-Calédonie ; ce sont surtout les parties montagneuses de l'île, les moins favorables à la culture et destinées, par suite, à rester le plus longtemps entre les mains du Domaine, qui offrent à l'industrie des mines le plus de chances de succès. Enfin, lorsqu'il s'agit de livrer ces territoires à l'industrie des mines,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aucun intérêt particulier ne se trouvant encore engagé, on n'a à tenir compte d'aucune considération étrangère à cette industrie, et on peut chercher en toute liberté d'esprit, sans être gêné par aucune préoccupation étrangère, quel doit être le régime le plus propre à favoriser son développement.

L'article 5 du projet place côte à côte deux systèmes dont chacun répond à des besoins différents, à des avantages qui lui sont propres, et convient plus particulièrement à certaines circonstances. D'après cet article, la propriété des mines peut s'acquérir de deux manières : soit par le simple fait de la prise de possession du terrain minier, soit en vertu d'un acte de concession formel rendu par le gouverneur suivant certaines formes.

Le premier mode est celui qu'on pourrait appeler le mode australien. Dans ce système, le gouvernement s'interdit d'intervenir dans la distribution de la propriété des mines. Des règlements généraux fixent la forme et l'étendue des concessions, ainsi que les droits et les obligations des concessionnaires. Quiconque remplit ces obligations peut, en toute liberté, user simplement de son droit, requérir l'application stricte des règlements, et, sans avoir rien à demander ni à obtenir de personne, s'établir sur la portion de terrain minier dont la propriété lui est acquise. Cette organisation a, sans contredit, l'avantage d'être la plus simple, la plus prompte, celle dont l'application est la plus facile; elle supprime, d'un seul coup, toutes les formalités et toutes les lenteurs ; elle convient enfin parfaitement aux habitudes et aux besoins de la population minière, qui tient, avant tout, à bien connaître ses droits et à en jouir en toute indépendance, sous la sauvegarde des règlements.

On ne peut nier, d'autre part, que la mise en pratique exclusive de ce système serait illogique et fâcheuse. Ces règlements généraux, destinés à être appliqués dans chaque cas machinalement et à la lettre, ne peuvent, quelque multipliés qu'ils soient, embrasser tous les cas particuliers, et tenir compte de toutes les circonstances. De plus, l'étendue des priviléges ainsi conférés aveuglément au premier venu, sans tenir aucun compte des moyens dont il dispose pour en user utilement, ne peut être que très-modique. Ces priviléges seront souvent insuffisants pour attirer les capitaux vers l'industrie des mines, et pour servir de point de départ aux grandes et coûteuses entreprises qu'exige l'exploitation des gisements les moins riches, ou, en général, des gisements qui, en raison de circonstances particulières, nécessitent, pour leur mise en valeur, des travaux dispendieux. En Australie, dès que les premiers dépôts de surface exceptionnellement riches furent épuisés, on sentit la nécessité d'échapper aux inconvénients précédents, et, dès 1853, dans la colonie de Victoria, depuis 1857 seulement dans la Nouvelle-Galles du Sud, on voit s'introduire le système des *leases*. Instituées en vue de permettre l'exploitation des mines par grandes entreprises, avec le concours du capital, les *leases* sont, en Australie, des concessions temporaires d'une étendue incomparablement plus grande que celle des simples *claims,* existant en vertu d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

acte de concession émanant du gouverneur, et dont la propriété repose, par conséquent, sur un titre sûr et formel. Les modifications successives qu'a subies, en Australie, la législation des mines tendirent toutes à généraliser ce système de *leases,* et à en augmenter la durée et l'étendue ; c'est exclusivement à ce régime qu'a été, de tout temps, soumise l'exploitation des métaux autres que l'or. Mais, en réservant au Gouvernement le droit d'instituer ces concessions exceptionnelles, on enchaîna sa liberté d'action par des réglementations étroites, on restreignit son intervention à l'application aveugle de ces règlements, et on lui refusa la faculté d'apprécier les circonstances qui, dans chaque cas particulier, pouvaient motiver la création de ces concessions. En dehors de certains territoires spécialement réservés et soustraits au régime des *leases*, toute personne eut le droit de demander et d'obtenir une de ces concessions exceptionnelles, à la seule condition de subir un impôt fiscal assez onéreux. Organisé de cette manière, le système des *leases* ne pouvait manquer d'engendrer de nombreux abus ; il était complétement irrationnel de distribuer, aveuglément et au hasard, des concessions dont l'obtention aurait dû être motivée par des considérations particulières et par des circonstances exceptionnelles. Les dures conditions fiscales imposées aux concessionnaires n'étaient pas de nature à garantir leur bonne foi et à arrêter les entreprises stériles de la spéculation. En cherchant à tenir compte de toutes les circonstances, à exiger des garanties des concessionnaires, à considérer leur capacité et le capital engagé par eux dans l'entreprise, on compliqua inutilement les règlements sans trouver aucune combinaison pratique. On en arriva enfin à reconnaître que c'est au gouvernement dûment informé et après enquête qu'il appartient d'apprécier dans chaque cas, au point de vue de l'intérêt général, les circonstances particulières qui peuvent motiver l'obtention de ces concessions exceptionnelles. Ce principe a été sanctionné, dans la colonie de Victoria, par le *mining statute* de 1865 ; il sera certainement mis, sous peu, en vigueur dans la Nouvelle-Galles du Sud. Sa nécessité a été formellement proclamée par la Commission d'enquête parlementaire sur la législation des mines, qui fut instituée en 1871 dans cette colonie.

Par ces motifs, il était donc utile, à côté du premier système dans lequel la propriété des mines s'acquiert par simple prise de possession sans formalités préalables et par l'application aveugle de règlements stricts, d'introduire dans le projet de réglementation le second système destiné à compléter le premier et à lui faire contre-poids, c'est-à-dire le système des concessions spéciales instituées en dehors des règles communes par le Gouverneur en Conseil d'administration, après enquête et par des motifs d'intérêt général que le Gouvernement est seul compétent pour apprécier.

D'après les articles suivants du projet, la propriété des mines, acquise suivant l'un ou l'autre des deux modes qui viennent d'être exposés, devient une propriété véritable soumise aux règles communes de toutes les propriétés, protégée et garantie par le Code civil. Grâce à ces dispositions empruntées à la loi sur les mines du 21 avril 1810,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la propriété des mines conservant, en Nouvelle-Calédonie, toute la valeur qu'elle a en France, les capitaux y trouveront pleine sécurité et pourront s'y porter en toute confiance.

(M.)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Découverte de la houille dans l'Inde centrale. — Après avoir fait de nombreux sondages et creusé deux puits, le gouvernement de l'Inde a réussi à trouver, dans les provinces du centre, de la houille qu'on dit excellente pour les locomotives. Le gisement, placé dans la vallée de Wurdah, est à 300 milles à l'est de Bombay et à 200 au sud de Nerbudda ; il embrasse une étendue de 60 milles de longueur sur 15 à 20 de large. L'un des puits a traversé 52 pieds (15m,60) de houille à la profondeur de 149 pieds (44m,70) ; l'autre a traversé 32 pieds (9m,60) à la profondeur de 180 (54 mètres). Quant aux sondages, qui sont au nombre de vingt, ils ont tous démontré la présence du précieux combustible. Le gouvernement de l'Inde a chargé M. Walter Ness de mettre en exploitation ce riche gisement ; cet ingénieur est bien connu par les efforts héroïques qu'il a faits jadis, en Angleterre, dans la mine de Pelsall Hall pour parvenir jusqu'à des ouvriers ensevelis sous un terrible éboulement. (*Journal of the Society of arts.*)

Canal d'irrigation du Rhône. — Il y a environ douze ans, un projet consistant à dériver un volume de 10 mètres cubes d'eau par seconde, à la hauteur du Pouzin, sur la rive droite du Rhône, pour être distribué dans les plaines de Nîmes, avait été autorisé et avait donné lieu à un décret d'utilité publique ; mais jusqu'ici il n'avait reçu aucun commencement d'exécution.

Aujourd'hui l'invasion du phylloxera et la nécessité de protéger contre ce fléau les vignobles en plaine à l'aide de la submersion hivernale ramènent de nouveau et plus sérieusement encore cette question, si longtemps ajournée, de l'utilisation des eaux du Rhône. En l'état des choses, l'Administration a pensé qu'il était nécessaire d'élargir la question et de combiner une dérivation sur une échelle assez grande pour permettre d'irriguer en été et de submerger en hiver une partie des plaines des quatre départements de la Drôme, de Vaucluse, du Gard et de l'Hérault. Chargé de cet important projet, M. Aristide Dumont, ingénieur en chef des ponts et chaussées, en a fait, pendant les années 1872 et 1873, une étude sérieuse dont voici les principales bases :

La dérivation serait faite à la hauteur de Condrieu, sur la rive gauche du Rhône, à la cote de 141m,38 au-dessus du niveau de la mer ; son débit ordinaire pourrait être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

porté à *soixante mètres cubes* d'eau par seconde, mais serait réduit à 33 mètres cubes en temps d'étiage, de manière à ne pas nuire aux intérêts de la navigation du fleuve.

Le canal arroserait la rive gauche de Condrieu à Mornas, en passant par ou près les villes de Saint-Vallier, Tain, Valence, Montélimar et Orange, et atteindrait la rive droite à l'aide d'un grand siphon établi à Mornas, puis, se développant par les banlieues de Bagnols, Nîmes et Sommières, arriverait à Montpellier à la cote de 60 mètres. De là, il se continuerait jusqu'à Béziers, en franchissant la vallée de l'Hérault, nn peu au-dessous de Pézenas.

La zone totale d'irrigation ou de submersion sur les deux rives s'élèverait à près de 200 000 hectares ; il est probable que les surfaces effectivement arrosées ou irriguées seraient de 80 000 hectares.

Tout en donnant satisfaction à ce grand intérêt agricole, le canal fournirait des eaux d'alimentation dans toutes les banlieues des villes, et permettrait de créer des forces motrices sur ses principales dérivations.

On ne demanderait que quatre années pour réaliser cette grande entreprise.

Exposition universelle à Philadelphie, en 1876. — A peine l'Exposition universelle de Vienne est-elle terminée, que déjà les États-Unis d'Amérique en annoncent une nouvelle pour 1876. New-York ayant déjà eu la sienne, cette fois c'est à Philadelphie qu'elle doit s'ouvrir, et, comme on veut qu'elle coïncide avec les fêtes du centième anniversaire de l'indépendance de l'Union, on se propose de lui donner des dimensions extraordinaires. On en aura une idée par les chiffres comparatifs suivants :

	Yards carrés.	Mètres carrés.
L'Exposition de Londres, en 1851, couvrait une surface de. .	88 934	74 704,56
— de Paris, en 1855, — . . .	112 450	94 458,00
— de Londres, en 1862, — . . .	202 920	170 452,80
— de Paris, en 1867, — . . .	481 500	404 460,00
— de Vienne, en 1873, — . . .	2 530 400	2 125 536,00
L'Exposition de Philadelphie, en 1876, doit couvrir une surface de	3 070 000	2 578 800,00

(*Journal of the Society of arts.*)

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

CONSERVES ALIMENTAIRES.

RAPPORT *fait par* MM. DE LUYNES *et* HOMBERG, *au nom du comité des arts économiques, sur le* LAIT CONSERVÉ *de la Compagnie anglo-suisse Page et comp., de Cham (Suisse), présenté par* M. JEOFFROY, *représentant de cette Compagnie, rue des Petites-Écuries,* 30, *à Paris.*

Messieurs, le comité des arts économiques nous a chargés de vous rendre compte des propriétés et de la fabrication du lait conservé de la Compagnie anglo-suisse de Cham, dirigée par M. Page. Cette question présentant un intérêt sérieux au point de vue de l'alimentation publique, l'un de vos rapporteurs s'est rendu en Suisse pour examiner, sur place, les procédés employés pour la conservation du lait, et compléter, par ses observations, les renseignements que nous avions déjà recueillis sur ce sujet.

La fabrique de lait anglo-suisse dirigée par M. Page est établie à Cham, canton de Zug, sur les bords du lac de même nom, à 3 lieues environ de la ville de Lucerne, à laquelle elle est reliée par le chemin de fer qui assure le libre et rapide transport de ses produits.

Le lait est fourni par des paysans avec lesquels la Compagnie a passé un contrat, en se réservant le droit de contrôle et de surveillance des étables, à toute heure du jour et de la nuit.

La récolte du lait se fait le matin et le soir. Immédiatement après la traite, le lait est refroidi dans l'eau fraîche, mis en boîte et porté, par les paysans, sur la route où passent les fourgons de la Compagnie et le long de laquelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont disposés des bancs-abris, sous lesquels les porteurs, garantis de la chaleur ou du froid, attendent l'arrivée des voitures.

Le lait ramené le soir, entre 6 et 7 heures, passe la nuit à l'usine dans les boîtes dont on a enlevé les couvercles. Le lait recueilli le matin à 6 heures entre immédiatement en fabrication, entre 8 et 9 heures.

Les boîtes appartiennent à la Compagnie, et sont rendues vides en échange des boîtes pleines; mais, auparavant, elles ont subi un lavage complet sous l'action d'un jet ascendant d'eau froide, ensuite d'un jet de vapeur; après quoi, elles sont vigoureuseusement brossées sous l'eau.

A l'arrivée à l'usine, un échantillon de lait est prélevé sur chaque boîte et placé dans un vase en fer-blanc. Tous les échantillons portant un numéro d'ordre sont placés sur une étagère et abandonnés jusqu'au lendemain. On juge la qualité du lait par la quantité de crème qui se forme à sa surface. Si le lait paraît suspect, on surveille attentivement, pendant plusieurs jours, le fournisseur, en s'aidant de l'analyse pour contrôler la qualité de ses produits. D'ailleurs les cas de fraude sont rares, à cause des peines sévères qui existent contre les falsificateurs et qui ont été établies autrefois, lorsque le commerce du lait, dans le canton, était presque exclusivement appliqué à la fabrication des fromages.

Les échantillons de lait prélevés ne rentrent pas dans la fabrication ; ils servent à nourrir des porcs.

La première opération que subit le lait est le pesage. A cet effet, le lait est versé, à travers une toile métallique, dans une bassine en cuivre étamée, munie, au fond, d'une ouverture fermée par une bonde, et supportée par une balance.

Après chaque pesée, le lait descend dans de grands réservoirs en bois doublés de zinc et placés à l'étage inférieur (sous-sol). Le mélange total est d'abords soumis au lactomètre pour constater qu'il présente la qualité moyenne voulue, puis soutiré, par des robinets, dans de grands vases cylindriques en cuivre jaune. Ces vases sont placés dans une cuve circulaire pleine d'eau, munie d'un faux fond en bois sous lequel arrive la vapeur.

Le lait s'échauffe ainsi lentement au bain-marie ; il est ensuite puisé dans chaque vase à l'aide de poches et versé dans une chaudière, où il est porté à l'ébullition. Il est, de nouveau, puisé à la poche et transporté dans un grand vase où se trouve du sucre blanc en poids convenable. Pour faciliter la dissolution, on le fait passer plusieurs fois d'un vase dans l'autre, à travers la toile métallique, et, quand le mélange est parfait, le lait est aspiré par un tube qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'amène dans les chaudières d'évaporation. Ces chaudières, qui rappellent les appareils employés pour la concentration des jus sucrés, sont à double fond chauffé par la vapeur. Elles sont réunies à une colonne de condensation qui communique elle-même avec des pompes à air. Dans ces conditions, le lait entre en ébullition à la température de 60 degrés environ. De temps en temps l'ouvrier en retire un échantillon, et quand il juge, d'après la viscosité du produit, que la concentration est suffisante, il fait sortir, par un tube placé sous la chaudière, le lait qui redescend dans le sous-sol, où il est recueilli dans des boîtes en fer-blanc placées dans un bain d'eau froide, et dans lesquelles il est continuellement agité à la spatule jusqu'à son complet refroidissement. Les boîtes sont ensuite remontées, et le lait concentré, versé d'abord dans des réservoirs à robinet, est distribué par des femmes dans les boîtes en fer-blanc qui servent à l'expédier et qui reçoivent un couvercle qui leur est soudé.

Chaque condensation porte un numéro d'ordre, et une boîte de chaque condensation reste à l'usine, pendant deux ans, en cas de réclamations.

L'usine a été fondée en 1866, et lors de notre visite le numéro de la condensation était 37 344. La production par jour, à Cham, est d'environ 8 000 boîtes. Le nombre des vaches qui fournissent le lait est à peu près 2 000. Elles donnent moins de lait en hiver qu'en été, mais le lait se conservant mieux en hiver, on peut aller en chercher plus loin, de sorte que la quantité du lait traité chaque jour est à peu près constante.

Toutes les opérations que nous venons de décrire s'exécutent, à l'usine de Cham, avec la plus grande régularité. L'ordre le plus complet y règne, et la propreté la plus grande est entretenue dans tous les ateliers. L'eau introduite sous pression, à tous les étages et dans chaque atelier, y rend les nettoyages faciles; des lavoirs disposés à l'entrée de chaque salle permettent aux ouvriers de se laver les mains. L'écoulement de l'eau se fait dans les meilleures conditions, de sorte que les nettoyages ne présentent, pour les ouvriers, rien qui puisse les leur rendre pénibles. Tout se construit à l'usine, dans un atelier spécial, et toutes les machines sont mises en mouvement par une force de 120 chevaux.

Ainsi concentré, le lait renferme un tiers de son poids de sucre; il se conserve longtemps lorsque la boîte est ouverte, même aux températures de l'été, sans prendre de mauvais goût. Le poids du lait renfermé dans chaque boîte est de 450 grammes. Il doit être étendu d'environ cinq fois son poids d'eau; ce qui donne de 2 litres et demi à 3 litres de lait. En France, le prix de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

boîte varie de 90 cent. à 1 fr. 20; il est considérablement augmenté par les droits d'entrée, très-lourds, qui pèsent sur ce produit assimilé aux confitures.

Nous avons prié M. Muntz, le savant préparateur de M. Boussingault, de vouloir bien analyser le lait concentré. Les résultats de son travail sont consignés dans le mémoire que nous déposons sur le bureau de la Société. La composition de ce lait correspond à celle du lait pur normal, et est bien supérieure, au point de vue de la qualité, à celle du lait ordinaire consommé dans Paris. Et l'expérience qui en est faite, depuis le siége de Paris, par les consommateurs, permet d'affirmer les bonnes conditions dans lesquelles la concentration du lait de la Compagnie anglo-suisse s'opère.

Cette Compagnie nous paraît donc avoir résolu, d'une manière satisfaisante au point de vue industriel et hygiénique, le problème de la conservation du lait. Mais, comme il s'agit ici d'un produit alimentaire dont la composition peut varier et dont il est utile de pouvoir contrôler la qualité, nous avons également prié M. Muntz d'indiquer la marche à suivre, si besoin était, pour arriver à soumettre le lait conservé au même contrôle que le lait ordinaire consommé dans les grandes villes.

Votre comité des arts économiques est d'avis qu'il y a lieu de remercier M. Jeoffroy, représentant, à Paris, de la Compagnie anglo-suisse, de son intéressante communication, et de vous proposer l'insertion du présent rapport au *Bulletin*.

Il vous demande, en même temps, de vouloir bien ordonner l'insertion, au *Bulletin*, à la suite de ce rapport, du travail de M. Muntz sur le lait concentré.

Signé HOMBERG *et* DE LUYNES, *rapporteurs.*

Approuvé en séance, le 23 *mai* 1873.

SUR LA COMPOSITION ET L'ANALYSE DU LAIT CONCENTRÉ DE LA COMPAGNIE ANGLO-SUISSE DE CHAM, PAR M. A. MÜNTZ.

Ce lait présente la consistance de miel épais; sa réaction est faiblement alcaline, sa masse est remplie de petits cristaux de sucre de lait.

Sa densité a été trouvée égale à **1 313.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'analyse a été faite en dosant l'eau par une dessiccation prolongée à 100 degrés. La matière grasse a été déterminée en traitant par l'éther, dans un tube à déplacement, le lait desséché et pulvérisé. Il est indispensable de broyer à plusieurs reprises la matière avec de l'éther et de la soumettre à un lessivage prolongé. La caséine, l'albumine, les sels ont été dosés en bloc par différence, en retranchant de la somme des matières fixes les éléments déterminés directement.

Le dosage des matières sucrées a présenté de sérieuses difficultés, à cause de la présence accidentelle de sucre interverti provenant d'une altération du sucre de canne.

Une expérience préliminaire a montré que, dans les conditions de la fabrication, aucune réaction chimique n'a lieu et que le sucre de canne ne subit pas d'interversion. On s'était cru autorisé de cette expérience pour conclure que le lait concentré ne contenait pas de sucre interverti, l'alcalinité du produit étant une condition peu favorable à cette interversion lente du sucre de canne si manifeste dans un milieu contenant des traces d'un acide quelconque.

On a donc admis d'abord que les seules matières sucrées en présence étaient la lactine, provenant du lait, et le sucre de canne ajouté. Dans cette supposition on s'est servi de la liqueur cupro-potassique pour doser la lactine. Les chiffres qu'on obtenait ainsi étaient variables d'un échantillon à l'autre et paraissaient trop forts. En effet, en s'en servant dans les calculs, on arrivait, pour le lait qui serait entré dans la fabrication, à des compositions qui s'éloignaient notablement de celle du lait normal, et qui ont fait supposer d'abord qu'on employait, pour la fabrication de ce produit alimentaire, soit du lait écrémé, soit le lait provenant des premières parties de la traite qui, comme on sait, est moins riche en principes nutritifs, en matière grasse surtout. J'insiste sur ce sujet pour montrer quelles erreurs on pourrait commettre dans des analyses de cette nature en ne tenant pas compte d'une altération possible du sucre de canne.

Soupçonnant, d'après les résultats obtenus, la présence du sucre interverti, on a fait l'analyse en partant des considérations suivantes : le lait concentré étant dissous dans l'eau, cette solution étant éclaircie par le sous-acétate de plomb et amenée à un volume déterminé, on obtient, au saccharimètre, une déviation qui est produite par la lactine, le sucre de canne et le sucre interverti ; la réduction de la liqueur cupro-potassique est opérée par la lactine et le sucre interverti dont les pouvoirs réducteurs sont différents.

La liqueur étant ensuite intervertie par l'acide sulfurique, la déviation est produite par du sucre interverti et du galactose ; la réduction de la liqueur cuprique est opérée par ces deux sucres dont le pouvoir réducteur est le même.

En se basant sur ces considérations, un calcul dans lequel on fait entrer les pouvoirs rotatoires des différents sucres en présence donne la quantité du galactose formé par l'interversion. Cette quantité est égale à celle du sucre de lait. Le sucre interverti

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

préexistant et le sucre de canne se déterminent ensuite sans difficulté. Les chiffres ainsi obtenus peuvent se contrôler facilement; le contrôle a montré que cette méthode d'analyse est bonne.

La composition a ainsi été trouvée dans deux échantillons différents :

	N° 1.	N° 2.
Sucre de canne.	38,8	29,4
Sucre interverti.	1,7	12,4
Sucre de lait.	13,3	13,9
Beurre.	9,5	8,5
Caséum, album., sels. . .	11,0	12,0
Eau.	25,7	23,8
	100,0	100,0

Il y a donc eu formation de sucre interverti dont la proportion doit être en rapport avec l'âge du lait concentré, c'est-à-dire avec le temps écoulé depuis sa fabrication jusqu'au moment de l'analyse.

En prenant pour base des calculs la lactine, on trouve que les laits qui ont servi à la fabrication avaient la composition suivante :

	N° 1.		N° 2.	
Sucre de lait.	5,2		5,2	
Beurre.	3,7	13,2	3,2	12,8
Caséum, album., sels.. .	4,3		4,4	
Eau.	86,8		87,2	
	100,0		100,0	

Ces compositions ne s'éloignent pas notablement de celle qu'on admet généralement pour un lait normal :

Sucre de lait.	5,2	
Beurre.	4,0	13,0
Caséum, album., sels.	3,8	
Eau.	87,0	
	100,0	

L'examen microscopique a montré que la plupart des globules de beurre ont conservé la forme et la grosseur qu'ils ont dans le lait ordinaire. Une partie de ces globules cependant sont soudés de manière à en former d'autres de dimensions dix à vingt fois plus grandes.

Il n'est pas facile de comparer la valeur nutritive de ce produit alimentaire, ramené à l'état de lait en l'étendant à trois fois son volume, à celle d'un lait normal. L'élément azoté, caséine et albumine, est sensiblement le même dans les deux cas, un peu plus fort cependant dans le lait concentré. Le sucre de lait, élément respiratoire, s'y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouve en quantités égales; la proportion un peu plus faible de matière grasse, dans le lait concentré, est largement compensée, comme élément respiratoire, par la forte dose de sucre de canne qu'il contient.

La comparaison avec le lait habituellement consommé à Paris est peu favorable à ce dernier dont la composition, très-souvent modifiée soit par addition d'eau, soit par écrémage, s'éloigne notablement de celle du lait fourni par la vache. Il résulte, en effet, des nombreuses analyses de laits saisis par la police, chez les débitants de Paris, que cette composition est extrêmement variable. Ainsi, on en rencontre fréquemment qui ne contiennent pour 100 qu'environ 7 de matières fixes, dont 1.5 à 2 de beurre. Ceux qui ont moins de 10 pour 100 de matières fixes sont très-nombreux. Ces laits sont, à juste titre, regardés comme fraudés.

Au point de vue de la conservation, la comparaison est toute à l'avantage du lait concentré. On sait avec quelle facilité le lait s'altère par la caille; des boîtes de lait concentré qui ont servi à ces analyses, ouvertes et entamées, sont exposées depuis plusieurs mois à une température de 15 degrés. A la surface, il s'est formé une croûte cristalline, due à une dessiccation superficielle; sa masse n'a subi aucune altération et son goût est resté absolument le même.

ARTS CHIMIQUES.

DE LA FABRICATION DU PHOSPHATE D'AMMONIAQUE POUR L'ÉPURATION DES SIROPS DE SUCRE, PAR M. LAMY,

Membre du Conseil (1).

On sait qu'après l'opération de la défécation, ou première épuration du jus sucré de betteraves par la chaux et le gaz carbonique, l'alcalinité de ce jus ne dépend pas seulement du faible excès de chaux laissé à dessein, mais encore d'une notable quantité de potasse et de soude mise en liberté par la chaux elle-même, et que l'acide carbonique n'a pu éliminer. La proportion relative de ces alcalis et de la chaux s'accroît par la concentration du jus, et les sirops ne peuvent être épurés plus ou moins imparfaitement que par une seconde filtration sur du noir animal. Mais le noir n'absorbe qu'une partie de la chaux, des alcalis ou de leurs combinaisons salines, et ce qui en reste dans les masses cuites est toujours trop considérable pour le rendement comme pour la qualité du sucre.

(1) Communication faite dans la séance du 23 janvier 1874.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Jusqu'à ce jour, la plupart des moyens essayés pour précipiter la chaux et épurer les sirops, tout en leur conservant une faible alcalinité, ont échoué, soit parce que les acides employés dans ce but, en quelque petit excès qu'ils soient, contribuent bien plus à l'altération du sucre que les alcalis eux-mêmes, soit parce que les sels solubles, résultant de la saturation, immobilisent une plus grande quantité de sucre, tout en diminuant sa beauté et sa qualité.

Il y a vingt-quatre ans, M. Kuhlmann a proposé le phosphate d'ammoniaque comme le sel le plus avantageux pour obtenir la neutralisation des alcalis et en même temps enlever l'excès de chaux. Ce savant avait constaté, ce que d'autres expérimentateurs ont vérifié depuis, qu'une petite quantité de ce sel rendait la cristallisation plus facile et donnait du sucre de meilleure qualité. Dans le Mémoire qu'il avait adressé à l'Académie, à ce sujet (mars 1850), M. Kuhlmann ajoutait que les fabricants de sucre ne manqueraient pas, sans doute, de profiter de ses observations, le jour où le phosphate d'ammoniaque serait préparé sur une grande échelle et à des prix modérés.

Or, ce jour semble être arrivé, si nous en jugeons par l'importance de l'installation que la Société de Comines et d'Asnières a faite à Asnières pour fabriquer le phosphate basique d'ammoniaque à l'usage des fabriques et raffineries de sucre. C'est de la fabrication de ce phosphate que je veux donner une description sommaire, en faisant auparavant remarquer, pour compléter les quelques mots d'historique qui précèdent, que le phosphate en question est employé actuellement, dans divers établissements, associé à la baryte, selon un procédé dû à M. Lagrange, directeur de la raffinerie Guillon, à Paris. Le nouveau procédé est le résultat des recherches de l'auteur, qui a constaté que l'action du phosphate bibasique n'était parfaitement efficace qu'à la condition d'être complétée par celle de la baryte (1).

En principe, pour fabriquer le phosphate d'ammoniaque, on décompose les phosphates minéraux, réduits en poudre très-fine, par l'acide sulfurique dilué, et on neutralise l'acide phosphorique convenablement purifié par l'ammoniaque caustique.

L'opération se fait de la manière suivante.

Dans un grand bac en bois de la capacité de 200 hectolitres, dans lequel

---

(1) *Application du phosphate d'ammoniaque et de la baryte à l'épuration des produits sucrés*, par M. Lagrange, *Comptes rendus de l'Académie*, 24 novembre 1873, t. LXXVII.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on a versé une certaine quantité d'acide sulfurique marquant 5 degrés à l'aréomètre Baumé, on ajoute peu à peu la proportion correspondante de poudre ou de farine minérale, de phosphate du Lot par exemple, très-riche en acide phosphorique, en ayant soin de remuer le mélange pour faciliter l'attaque ou la décomposition.

Lorsque cette attaque est considérée comme terminée, on laisse reposer vingt-quatre heures pour permettre au sulfate de chaux de se déposer, puis l'on décante le liquide, formé, en grande partie, de phosphate acide de chaux et d'un petit excès d'acide sulfurique, dans un autre grand bac en bois placé en contre-bas du premier. Dans celui-ci on jette en même temps du carbonate de baryte en poudre, en quantité suffisante pour neutraliser complétement l'excès d'acide sulfurique et le précipiter à l'état de sulfate de baryte. La dissolution de phosphate, éclaircie par le repos, est concentrée, par un chauffage à la vapeur, dans des bassins en plomb, jusqu'à ce qu'elle marque 20 degrés Baumé. A cet état, et après refroidissement, elle est mélangée, dans d'autres récipients semblables, avec de l'ammoniaque à 22 degrés, de manière à former du phosphate ammoniacal neutre, ou plutôt un peu alcalin. Par cette addition d'alcali, on précipite toute la chaux, le fer, l'alumine, etc., sous forme de phosphates insolubles; on laisse déposer, et on décante la liqueur claire, qui n'est qu'une dissolution de phosphate d'ammoniaque neutre à peu près pure.

Enfin, à cette dissolution on ajoute une nouvelle proportion d'ammoniaque pour saturer l'acide, et on produit le phosphate d'ammoniaque bibasique, insoluble dans un excès d'alcali. La combinaison s'opère dans une caisse fermée, en faisant arriver en même temps, sous la forme de deux minces filets liquides qui se rencontrent, la solution de phosphate monobasique d'ammoniaque à 20 degrés Baumé et de l'ammoniaque à 22, dans la proportion d'un équivalent et demi d'alcali pour un équivalent de phosphate d'ammoniaque sec. Au fur et à mesure du mélange des deux liqueurs, le phosphate basique se précipite en une sorte de bouillie ou masse cristalline. Il ne reste plus, après refroidissement, qu'à recueillir cette masse, la comprimer dans des sacs sous une presse hydraulique et l'embariller de suite. On ne peut songer à la dessécher, puisqu'à l'air, même à la température ordinaire, elle se décompose en abandonnant de l'ammoniaque.

Quant aux résidus de la fabrication, ils sont traités de la manière suivante :

Le premier de ces résidus, celui qui résulte de l'attaque de la farine de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

phosphate par l'acide sulfurique très-étendu, et qui est composé, en grande partie, de sulfate de chaux et de silice, est lavé jusqu'à épuisement, et les eaux acides sont employées dans une opération suivante. — Le résidu de sulfate de baryte est lavé aussi avec soin ; les eaux de lavage rentrent dans la fabrication, et le sulfate peut être employé pour préparer de la baryte artificielle.

Enfin, le plus important des résidus, le précipité provenant de la neutralisation du phosphate acide de chaux par l'ammoniaque et qui est constitué surtout par des phosphates, est d'abord pressé dans des filtres-presses pour en extraire le phosphate ammoniacal qui l'imprègne ; les tourteaux résultants sont redélayés dans l'eau, et la masse, soumise à une seconde pression, donne finalement un produit solide, très-riche en phosphates suffisamment assimilables, que l'on se contente de faire sécher, et qu'on trouve avantage à vendre directement comme engrais.

MACHINES A VAPEUR.

NOTE SUR LE MOTEUR DOMESTIQUE DE M. HIPPOLYTE FONTAINE. (*Planche* 8.)

Le programme des prix mis au concours par la Société d'encouragement renferme la mention suivante (section des arts mécaniques. — Prix n° 2) :

« On a souvent signalé l'intérêt qu'il y aurait, pour le petit fabricant en chambre, à se procurer commodément et à bon marché, toutes les fois qu'il en aurait besoin, la petite quantité de travail pour laquelle il a ordinairement recours à l'assistance momentanée d'un tourneur de roue.

« Un prix est proposé, dans ce but, pour un moteur à arbre rotatif, pouvant mettre à peu de frais, à la disposition de l'ouvrier en chambre, un travail de 6 à 20 kilogrammètres par seconde. Les dispositions proposées devront permettre de faire varier, entre ces limites, la puissance disponible, sans présenter de trop grands écarts dans le rendement, et, s'il est possible, elles devront se prêter aux vitesses les plus convenables, suivant la nature de l'opération à effectuer.

« La solution de cette question aurait pour conséquence de favoriser le travail en famille dans les villes et de maintenir les enfants sous les yeux de leurs parents, la fille sous la surveillance de la mère... »

Depuis l'ouverture de ce concours, la Société a déjà eu l'occasion d'accorder des encouragements à différents inventeurs qui, sans satisfaire complétement à tous les desiderata du problème, ont néanmoins présenté des solutions dignes d'intérêt. De ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

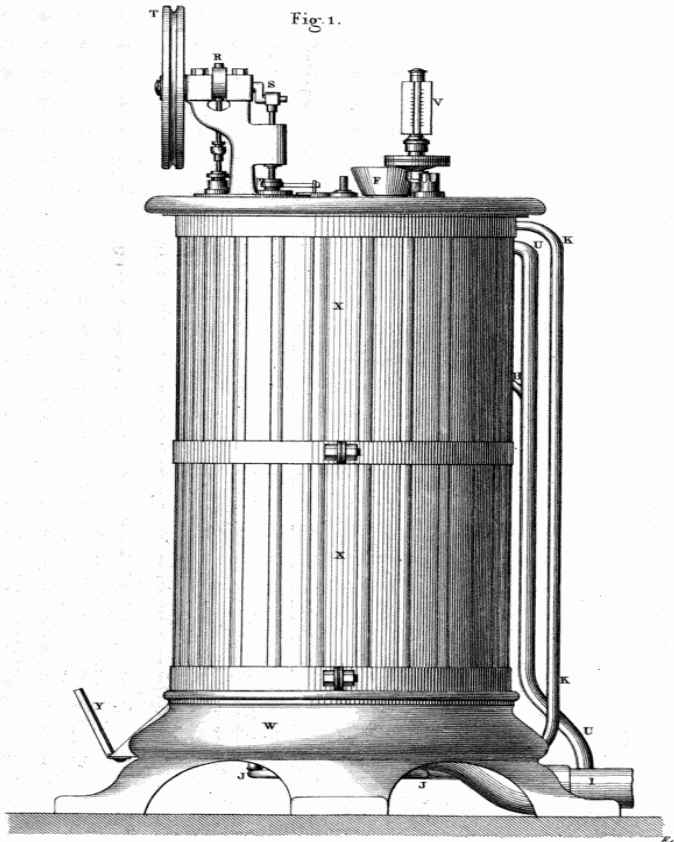
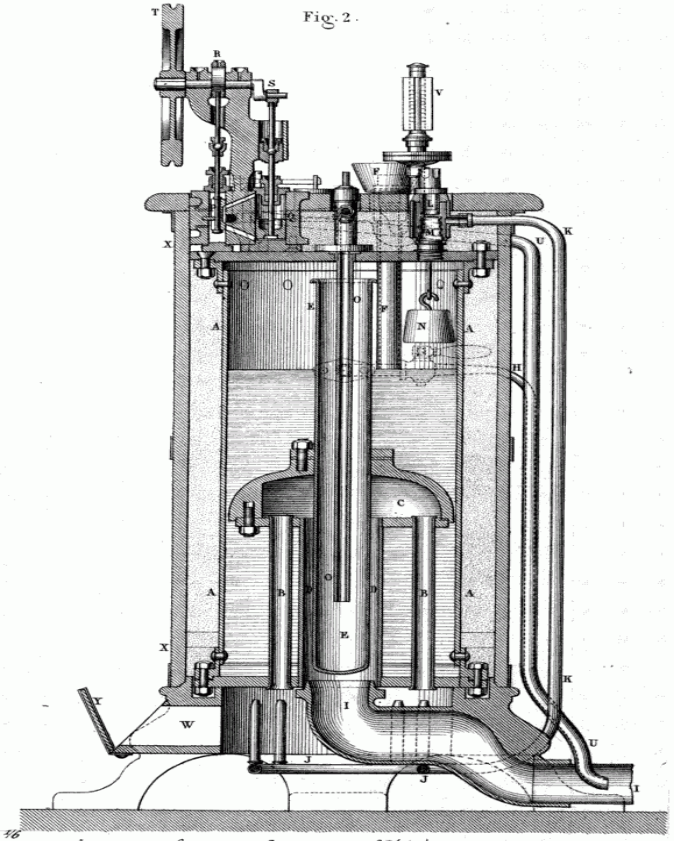
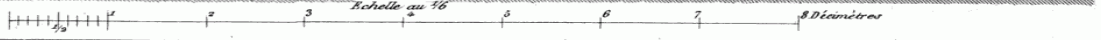


Fig. 2.





Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38, Paris.

MOTEUR DOMESTIQUE A VAPEUR, PAR M. H. FONTAINE.

Ad. Leblanc del. et sc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nombre est le moteur domestique à vapeur de M. Fontaine, qui, sur le rapport du comité des arts mécaniques, a reçu un encouragement de 1 000 francs dans la séance générale du 28 mars 1873 (1). Voici ce que le rapporteur, M. Tresca, a dit à cet égard :

« M. Fontaine a tenté la solution du problème ; il a supprimé les organes nécessaires à l'alimentation de la chaudière ; il a su modérer la pression de manière à rendre toute explosion impossible ; il emploie le gaz comme combustible, afin de s'assurer sans aucun soin une source de chaleur toujours égale ; enfin il a fait de l'ensemble de sa machine et de sa chaudière un petit meuble, peu encombrant et d'un fonctionnement satisfaisant. Le régulateur de pression à l'aide duquel il règle en même temps la consommation de ses becs de gaz, dans le cas où la température tendrait à s'élever, répond bien, par la simplicité de sa construction, au rôle qu'il lui a assigné.

« L'ensemble de ces dispositions dénote un constructeur exercé, et il nous paraît être entré dans la voie qui doit conduire à la solution du problème. Il l'aurait même atteinte peut-être, s'il n'avait visé tout d'abord à l'extrême, tant sous le rapport de la trop petite puissance pour laquelle sa solution est appropriée, que sous le rapport des dimensions trop réduites de tous ses organes.

« Sa chaudière contient l'eau nécessaire pour fournir 6 kilogrammètres pendant tout le temps de travail continu d'une ouvrière, c'est-à-dire pendant quatre ou cinq heures ; elle la renouvelle avant de prendre ses repas, et trouve, au retour, la vapeur en pression. La mise en train et l'arrêt sont très-faciles... »

Le moteur se compose, 1° d'un générateur de vapeur, 2° d'un récepteur ou machine proprement dite, et 3° d'un brûleur à gaz avec régulateur automatique.

1° Le générateur, du système amovible, est formé d'un faisceau vertical de tubes en cuivre enfermés dans un corps cylindrique en tôle, d'une boîte à fumée et d'un tube réchauffeur de vapeur. Le remplissage se fait par le haut, au moyen d'un tuyau à entonnoir fermé par un bouchon.

2° Un bloc de fonte servant à la fois de cylindre, de boîte à tiroir, de glissière, de paliers et de bâtis constitue le récepteur ; c'est-à-dire que, pour éviter les difficultés de moulage, on a coulé un bloc massif sans aucun noyau et qu'on a ensuite percé successivement des évidements pour loger les organes de la distribution et du mouvement.

La distribution est obtenue par un seul tiroir, mû par un excentrique logé entre les deux paliers. Les orifices de distribution, ceux d'arrivée et d'échappement, et en général tous les conduits de vapeur sont cylindriques.

L'admission de la vapeur a lieu pendant un tiers et l'échappement pendant les cinq sixièmes de la course. Pour éviter une compression exagérée, on a donné au tiroir un grand recouvrement extérieur et un recouvrement intérieur négatif, c'est-à-dire que

(1) Voy. *Bulletin* de 1873, 2e série, t. XX, p. 268.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la distance intérieure entre les bandes du tiroir est un peu plus grande que celle comprise entre les arêtes intérieures des orifices d'admission.

L'arbre, le corps de l'excentrique et la manivelle sont d'une seule pièce. Toutes les articulations, les tiges et les pièces frottantes sont en acier. Le piston est à segments en fonte du système Ramsbottom. Enfin le volant sert en même temps de poulie de transmission.

3° Le brûleur comprend vingt-cinq chandelles à gaz à longue flamme du système Bunsen. Le gaz, sortant du compteur, arrive à la partie supérieure du moteur, traverse un régulateur de pression, et se rend au brûleur. L'organe essentiel de ce régulateur est un tube métallique plissé, dont la forme a une grande analogie avec celle des soufflets de forges portatives ; il est fixé sur le générateur et est maintenu à une longueur déterminée au moyen d'un contre-poids correspondant à la pression voulue. Dès que cette pression tend à augmenter, le tube plissé s'allonge sous l'action de la vapeur et vient modérer l'arrivée du gaz jusqu'au rétablissement de la pression normale.

Les produits de la combustion du gaz, arrivant dans la boîte à fumée, redescendent pour aller à la cheminée en surchauffant la vapeur contenue dans un large tube disposé au centre du générateur. C'est au bas de ce tube que se fait la prise de vapeur qui se rend à la machine.

La planche 8 représente le moteur domestique.

Fig. 1. Vue en élévation dans un plan parallèle à l'axe du volant.

Fig. 2. Section verticale passant par l'axe du volant.

A, corps de la chaudière terminé, en haut et en bas, par des disques annulaires rivés, sur lesquels sont boulonnés les couvercles supérieur et inférieur en fonte.

B, tubes en cuivre, au nombre de vingt-quatre, montés verticalement sur le couvercle inférieur du corps de la chaudière.

C, boîte à fumée à laquelle aboutissent les tubes B.

D, gaîne ou manchon par où descendent les gaz de la combustion pour se rendre de la boîte à fumée à la cheminée.

E, tube réchauffeur de vapeur, fermé à sa partie inférieure et s'élevant jusque vers le haut de la chaudière.

F, tuyau à entonnoir avec bouchon à vis, servant à alimenter la chaudière. Cette alimentation ne pouvant s'effectuer que lorsqu'il n'y a plus de pression, l'ouvrier la fait coïncider avec ses heures de repas.

G, robinet servant, dès qu'on doit verser de l'eau dans la chaudière, à faire évacuer la vapeur qui peut y rester accumulée; il est indiqué en ponctué, figure 2.

H, tuyau conduisant à la cheminée la vapeur sortant du robinet G.

I, conduit menant à la cheminée, sur lequel s'emboîte la gaîne D.

J, brûleur composé d'une couronne, sur laquelle sont montées les chandelles à gaz.

K, tuyau conduisant le gaz du régulateur au brûleur J.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L, orifice d'arrivée du gaz dans l'appareil.

M, tube plissé monté sur le couvercle supérieur de la chaudière, et constituant le régulateur de pression; quand la pression augmente au delà des limites voulues, le tube s'allonge et vient modérer l'afflux du gaz, en obturant plus ou moins l'orifice L.

N, contre-poids suspendu au régulateur M et le maintenant à une longueur déterminée correspondant à la pression voulue.

O, tube de prise de vapeur descendant vers le fond du tube réchauffeur E, et conduisant à la chambre du tiroir du moteur proprement dit.

P, tiroir de distribution.

Q, cylindre et piston du moteur montés sur le couvercle de la chaudière.

R, excentrique conduisant le tiroir P.

S, arbre et manivelle.

T, volant faisant en même temps fonction de poulie de transmission.

U, tuyau conduisant à la cheminée la vapeur d'échappement.

V, manomètre.

W, socle en fonte supportant la chaudière et tous les autres organes.

X, enveloppe en bois, à joints dilatables, entourant la chaudière, le tiroir et le cylindre à vapeur; une couche de feutre interposée s'oppose aux déperditions de chaleur.

Y, petit miroir incliné permettant à l'ouvrier de juger de la marche du brûleur, dont les flammes se reflètent par une ouverture ménagée dans le socle W.

(M.)

MONNAIES.

SUR LES ALLIAGES EMPLOYÉS POUR LA FABRICATION DES MONNAIES D'OR, PAR M. EUG. PELIGOT.

« Les expériences que je viens soumettre à l'Académie ont trait à une question délicate dont j'ai longtemps hésité à l'entretenir : il s'agit de l'unification monétaire.

« Les savants qui, à la fin du siècle dernier, ont créé le système métrique, avaient pressenti l'intérêt que peut offrir l'existence d'une monnaie universelle; en rattachant notre unité monétaire, le franc, au système des poids et mesures, ils avaient fait, dans ce but, une première tentative que les événements devaient rendre longtemps infructueuse. Mais, depuis une vingtaine d'années, les moyens rapides de communication, les traités de commerce et le développement industriel qui en a été la conséquence, ont créé chez les différents peuples une solidarité d'intérêts qui rend de plus en plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

désirable l'adoption de moyens uniformes pour peser, mesurer et solder les produits commerciaux.

« En ce qui concerne les poids et les mesures, on s'accorde généralement à considérer le système métrique actuel comme remplissant les conditions les plus favorables a une commune adoption. Œuvre internationale dès son origine, puisque des savants étrangers ont pris une part active à sa création, ce système reçoit aujourd'hui une sanction définitive par le concours des savants illustres, venus de tous les pays, qui composent la Commission internationale du mètre. Son adoption peut être considérée désormais comme un fait accompli.

« Il n'en est pas de même de l'unification monétaire. Celle-ci est, à la vérité, tellement distincte de la question des poids et mesures, elle met en jeu des intérêts d'un ordre si différent, les liens qui la rattachent à cette dernière question sont si légers et la nécessité même de les conserver est tellement discutable, que la Commission internationale du mètre ne paraît pas avoir la moindre intention de s'en occuper.

« Cependant, depuis une dizaine d'années, des Conférences monétaires, auxquelles ont pris part des représentants autorisés de presque toutes les nations commerçantes, se sont réunies à plusieurs reprises ; mais les discussions qui s'y sont produites, notamment celles de la Commission internationale des poids, des mesures et des monnaies, présidée, en 1867, par notre vénérable doyen, M. Mathieu, et de la Conférence monétaire internationale, réunie au Ministère des affaires étrangères, dans la même année, et dirigée par M. de Parieu, n'ont fait, en définitive, qu'affirmer les nombreuses difficultés que cette question présente ; malgré tout l'intérêt qu'elles ont offert, il est absolument impossible d'en dégager un résultat qui puisse conduire à une entente commune.

« Ces débats ont, cependant, mis en relief deux points essentiels sur lesquels l'accord a été à peu près unanime, à savoir : la convenance de chercher dans l'étalon d'or la base des rapprochements monétaires à établir entre les différents États ; le vœu que toutes les monnaies soient désormais frappées au titre de neuf dixièmes de fin.

« En ce qui concerne la création d'une monnaie qui doit circuler dans tous les pays, le premier point semble hors de toute contestation. Il convient, néanmoins, de ne pas oublier que la question, naguère si controversée, de l'étalon unique ou du double étalon se présente pour nous désormais avec des éléments nouveaux, que nos malheurs ont fait naître, et qui témoignent des avantages que présente parfois l'existence simultanée des deux métaux précieux dans la circulation monétaire d'un pays.

« C'est le vœu concernant le titre de neuf dixièmes de fin que je me propose de discuter. J'estime que le maintien de ce titre est un obstacle sérieux à la création d'une monnaie commune, que ce maintien n'a qu'un intérêt secondaire, et qu'il est possible, avec des alliages d'or convenablement choisis, de produire des pièces décimales pour le poids, non décimales pour le titre, se prêtant mieux que les monnaies actuelles à l'unification monétaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« En abordant cette discussion, je ne me fais aucune illusion sur les résultats qu'elle peut avoir : je rencontrerai certainement plus de contradicteurs que d'adhérents ; aussi, comme je suis attaché depuis longues années à l'Administration des monnaies, c'est pour moi un devoir strict de déclarer que celle-ci est absolument étrangère à ce travail, dont je revendique seul la responsabilité. L'étude chimique des métaux précieux ne ferait aucun progrès si le respect des titres légaux était un obstacle aux expériences instituées dans le but de rechercher si, en dehors de ces titres, on ne peut pas produire des alliages convenant aussi bien ou mieux aux usages auxquels ces métaux sont destinés.

« J'ajoute que je n'ai nullement la prétention de proposer une solution du problème si complexe de l'unification monétaire. J'apporte simplement à ceux qui sont chargés de cette tâche quelques faits techniques qui font sortir cette question du domaine trop exclusif des principes économiques dans lequel elle se trouvait jusqu'à présent confinée.

« Ces réserves étant faites, je reviens à l'exposé de mes études.

« La plupart des nations ont adopté pour leurs monnaies le titre de neuf dixièmes de fin ; c'est, comme on sait, l'une des bases de notre système monétaire, notre étalon, du poids de 5 grammes, contenant pour 1 000 parties 900 parties d'argent pur. Si notre monnaie d'or, dont le titre est le même, offrait comme poids une simplicité permettant de la rattacher de près ou de loin au système métrique des poids et mesures, il semble que l'adoption de celui-ci pourrait conduire, par une pente naturelle, à la création d'une monnaie commune à tous les peuples.

« Mais notre pièce d'or principale, la pièce de 20 francs, pèse $6^{gr},451$; en présence d'un poids aussi peu décimal, on comprend qu'il n'y a pas lieu d'espérer qu'elle puisse servir de base à une entente universelle. Comme, d'ailleurs, aucune pièce étrangère ne se trouve en concordance décimale, soit avec le système métrique, soit avec un système quelconque de poids et mesures basé sur des éléments scientifiques, la question reste sans solution prochaine ; elle ne peut être menée à bonne fin qu'à l'aide de compromis et de concessions mutuelles, qu'il semble bien difficile de régler à la commune satisfaction de la science monétaire et de chacune des parties intéressées.

« Trois choses, solidaires entre elles, sont à considérer dans une monnaie : le poids, le titre et la valeur. Je ne parle pas de l'empreinte, qui resterait nécessairement variable dans les différents pays et qui est la garantie légale de son authenticité.

« Faire une monnaie d'or présentant la triple condition d'être décimale de poids, de titre et de valeur, cette valeur étant exprimée en francs d'argent, est un problème dont la solution n'est pas possible. Au point de vue des exigences du système décimal, l'un de ces trois éléments doit être sacrifié aux deux autres.

« Il ne faut pas songer à toucher à la valeur, bien que des esprits éminents aient proposé de la modifier en créant une pièce d'or du poids de 10 grammes, au titre ac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tuel. Cette pièce vaudrait 31 francs. Les législateurs de l'an III avaient, à la vérité, décrété sa fabrication ; mais, comme la première condition à remplir pour faire accepter une pièce nouvelle est qu'elle représente une valeur facile à traduire en monnaie usuelle, c'est-à-dire, à cette époque surtout, en monnaie d'argent, cette pièce de 10 grammes n'a pas vu le jour. Un peu plus tard, on a procédé par assimilation ; on a pris pour base le rapport de la valeur de l'or et de l'argent, qui était alors de 15,5 à 1. En partant du franc comme unité, on a créé, par la loi du 7 germinal an XI, la pièce de 20 francs au même titre que la pièce d'argent et à la taille de 155 au kilogramme ; de sorte que le kilogramme d'argent monnayé valant 200 francs, le même poids d'or vaut 3100 francs, en faisant entrer dans ces valeurs les frais de fabrication (1).

« L'exploitation des mines d'or de la Californie et de l'Australie a, depuis une vingtaine d'années, complétement modifié le régime monétaire des peuples les plus commerçants. Autrefois rare, l'or est devenu le moyen d'échange, sinon le plus usuel, au moins le plus recherché et le plus apte à remplir les conditions de l'uniformité monétaire (2).

« Le poids d'une monnaie est chose trop importante pour que tout pays en possession du système métrique ne cherche pas à le rendre décimal ou tout au moins assez simple pour que chacun puisse facilement le retenir. C'est, en effet, le poids qui permet actuellement de vérifier l'authenticité et la valeur de la monnaie. Si l'unification qu'on cherche à réaliser avait l'argent pour point de départ ou si le poids des pièces d'or était décimal, il est assez probable que, en raison des relations plus directes qui rattacheraient nos monnaies au système métrique, l'adoption de notre système monétaire par d'autres pays s'accomplirait tôt ou tard ; elle aurait lieu surtout par cette raison que la valeur du franc se rapproche déjà, par des relations anciennes et assez simples, de la livre anglaise, du dollar américain, du florin d'Autriche, du rouble de Russie, du reis portugais, etc. Il ne faut perdre de vue que tout changement monétaire, quel qu'il soit, n'est possible qu'autant que la valeur de la monnaie nouvelle diffère peu de celle des monnaies actuellement en circulation. M. Feer-Herzog, auquel on doit des écrits remarquables sur ce sujet, rappelle avec raison que l'histoire nous montre que toutes les innovations monétaires, au lieu d'être des révolutions, n'ont jamais été que des adaptations apportées au régime qui les avait précédées. Ce sont ces motifs qui, avec le concours de M. Dumas, alors président de la Commission des monnaies,

---

(1) Ces frais de fabrication n'étant pas proportionnels à la valeur (1fr,50 par kilogramme d'argent et 6fr,70 par kilogramme d'or monnayés), ce rapport de 15,50 à 1 n'est pas rigoureusement exact. Il est, en réalité, de 15,58 à 1. On sait qu'il a souvent présenté, selon les temps et les pays, des variations bien autrement considérables.

(2) D'après M. S. Ruggles, des États-Unis, de 1851 à 1866 plus de dix milliards en or ont été abriqués par la France, la Grande-Bretagne et les États-Unis d'Amérique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ont fait proposer la pièce de 25 francs comme étant un premier acheminement vers la création d'une monnaie internationale (1).

« Examinons maintenant la question du titre. Peut-on le modifier utilement de telle manière que, la valeur restant la même, le poids de la nouvelle monnaie réponde aux exigences du système métrique?

« Il ne peut venir à l'idée de personne de contester le mérite du titre de 900 millièmes de fin, établi chez nous par la loi du 28 thermidor an III, et qui est aujourd'hui comme un titre international adopté par presque toutes les nations. Les anciennes monnaies étaient, à la vérité, plus riches en or, parce que ce métal est d'autant plus facile à travailler qu'il est plus pur; mais les améliorations successives apportées au frappage, d'abord par la substitution du balancier au marteau, puis par le remplacement du balancier par la presse, ont permis de diminuer la proportion du métal précieux, sans descendre néanmoins au-dessous du titre précité. Il faut, d'ailleurs, dans cette question du titre, tenir grandement compte d'un sentiment en quelque sorte instinctif qui a son origine dans les falsifications dont nos monnaies ont été l'objet jusqu'au XVI^e^ siècle, falsifications auxquelles les rois d'Angleterre et les princes allemands ne sont pas restés étrangers; ce sentiment a conduit à faire admettre que, en dehors de l'appréciation raisonnée de la valeur, les meilleures monnaies doivent être celles dont le titre est le plus élevé.

« Ces souvenirs et les difficultés que présente déjà le monnayage d'un alliage ne contenant cependant qu'un dixième de cuivre, alliage qui devient sec et cassant quand il n'est pas travaillé par des mains très-exercées, expliquent et justifient la préférence que les conférences monétaires ont unanimement accordée au titre de neuf dixièmes de fin. Personne, jusqu'à présent, n'a songé à le modifier : il est comme une arche d'alliance à laquelle il semble interdit de toucher.

« C'est pourtant ce que je me suis proposé de faire, en étudiant quelques alliages nouveaux qui, bien qu'étant à des titres plus bas, m'ont paru propres à fabriquer d'excellentes monnaies.

« Je n'ai pas besoin de faire remarquer que l'emploi de ces alliages ne modifierait en quoi que ce soit la valeur intrinsèque de ces monnaies. *Chaque pièce contiendrait rigoureusement la même quantité de métal fin que dans le système actuel.* Il n'est nullement question d'imiter ce qui a été fait, en vertu des lois de 1864 et de 1866, pour les pièces divisionnaires d'argent, dont le titre a été abaissé à 835, le poids et la valeur nominale étant conservés. C'est ce qui ressortira clairement des détails que je donnerai ci-après.

---

(1) Depuis quelques mois, l'Autriche fait frapper des pièces d'or au poids (3^gr^,2258) et au titre (900 millièmes) de notre pièce de 10 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Dans mon opinion, la représentation du titre d'une monnaie par un nombre décimal, comme le titre de 900 millièmes, n'a pas, à beaucoup près, l'importance qu'on lui attribue. La chose essentielle, c'est que ce titre, une fois fixé, soit vrai, c'est-à-dire représente bien exactement, sans écart de fort ni de faible, la composition légale de la masse monétaire et se maintienne, pour chacune des pièces, dans les étroites limites de tolérance que la loi accorde forcément au fabricant. Aucun soin ne doit être épargné pour atteindre ce but. Le titre est, en effet, l'élément non variable de la monnaie dont le poids et la valeur intrinsèque se modifient par l'usure et qui, après une circulation prolongée, n'est plus qu'un lingot bien titré que l'État rachète et dont la balance détermine le prix.

« Mais le public a-t-il un intérêt sérieux à ce que ce titre soit décimal? Évidemment non. C'est un élément latent, qui échappe à tout contrôle et dont la connaissance n'intéresse que celui qui frappe la monnaie et celui qui la met au creuset pour la refondre : tant qu'elle circule, le titre n'est qu'une question de bonne renommée et de confiance; question fort importante, assurément, car le moindre doute, fondé ou non, sur son identité peut devenir la cause ou le prétexte de sérieuses perturbations commerciales.

« Cela étant admis, on peut se demander s'il est réellement bien nécessaire de sacrifier, comme on le fait actuellement, la décimalité du poids à celle du titre. En cas de réponse négative, on est conduit à chercher quelle serait la composition d'un kilogramme d'or monnayé dont la valeur, au lieu d'être de 3100 francs au titre actuel, serait, à d'autres titres, de 3000, 2500 ou 2000 francs.

« Il suffit, pour cette recherche, de consulter les *tarifs des matières et espèces d'or et d'argent* qui font connaître la valeur de ces métaux à un titre donné, en ajoutant à cette valeur les frais de fabrication. Ceux-ci sont actuellement chez nous de 6^{fr},70 par kilogramme d'or à 900 millièmes; ils peuvent être d'ailleurs, sans grand inconvénient, diminués ou augmentés dans une faible mesure.

« Le kilogramme d'or à 3000 francs correspond, dans ces conditions, au titre de 871 millièmes. Plusieurs monnaies anciennes, notamment les onces de Naples, les ducats de don Carlos, les ducats courants de Danemark, les anciens sequins de Tunis présentaient exactement cette composition. Nul doute, par conséquent, qu'un tel alliage ne soit pourvu de qualités monétaires convenables; mais il se prête mal aux coupures, puisque 5 grammes représentent 15 francs, 2 1[2 grammes 7^{fr},50, etc. J'estime donc qu'il n'y a pas intérêt à s'y arrêter.

« L'alliage à 2500 francs le kilogramme correspond au titre de 725 millièmes, avec 8 francs environ pour les frais de fabrication. Les bijoux qu'on fabrique en France sont au titre de 750, c'est-à-dire à un titre très-voisin; mais l'addition à l'or du cuivre seul fournit un alliage trop dur pour être facilement travaillé; l'*or rouge* des bijoutiers, qui est l'alliage du commerce le plus riche en cuivre, contient toujours une petite quantité d'argent, ordinairement 30 millièmes. Le plus souvent, dans le but

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de rendre leur métal plus malléable et de lui donner la couleur de l'or fin, les fabricants remplacent une partie du cuivre par un poids égal d'argent, dans la proportion de 100 à 125 millièmes. Pour la monnaie, il conviendrait de tenir compte de la valeur de ce dernier métal, ce qui abaisserait la proportion d'or à 720 millièmes environ.

« Avec cet alliage qui, sans nul doute, fournirait de belles et bonnes monnaies, la pièce de 25 francs pèserait 10 grammes ; ainsi elle aurait sensiblement la valeur de la livre anglaise, l'une des pièces d'or les plus répandues ; cette considération a son importance. La pièce de 20 francs pèserait 8 grammes ; celle de 5 francs, 2 grammes.

« Sauf la complication résultant de l'addition de l'argent, complication qu'on arriverait peut-être à écarter par l'emploi d'autres métaux d'une moindre valeur, notamment du nickel, cet alliage se prêterait assez bien aux divisions monétaires.

« Le métal à 2 000 francs le kilogramme est celui que j'ai étudié avec le plus de soin. Il contient 580 parties d'or pour 1 000 parties, avec 6fr,57 pour les frais de fabrication. Le prix de l'or à ce titre est, en effet, tarifé à 1 993fr,43 le kilogramme.

« Ce titre, comparé aux titres actuels, est très-bas. C'est à très-peu près néanmoins celui de l'or à 14 carats qui, dans presque toute l'Allemagne, en Angleterre et en Hollande, est usité pour la bijouterie. Les produits de ces pays ne diffèrent guère des bijoux français pour l'aspect et pour l'usage, et il ne paraît pas qu'ils y soient beaucoup moins recherchés.

« En admettant qu'un tel métal présente les qualités monétaires désirables, on est séduit par les relations de poids et de valeur qu'il présente avec l'argent, relations qui sont aussi simples, aussi décimales qu'il est possible de le désirer.

« On a, en effet, le rapport de 10 à 1, soit :

	Or.	Argent (à 900 mm).
1 000 gr. valant en pièces monnayées. . .	2 000 francs.	200 francs.
10 —	20	2
5 —	10	1
2,5 —	5	0,50

« Mais ces qualités existent-elles? Les expériences que je vais rapporter permettent de le supposer.

« A la suite des tentatives infructueuses que j'ai d'abord faites dans le but d'obtenir, avec l'or et le cuivre seuls, un alliage *binaire* malléable, d'une belle couleur et d'une bonne conservation, j'ai préparé un alliage *ternaire* en remplaçant par le zinc une faible partie du cuivre. J'avais constaté antérieurement, dans un travail publié en 1864, les bons résultats que produit l'addition du zinc à divers alliages d'argent et de cuivre ; ce métal les rend plus malléables et plus homogènes.

« Mais rien n'indiquait qu'il dût en être de même pour l'or ; loin de là, les seules expériences connues, celles de Hatchett et de Cavendish, exécutées au commencement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de ce siècle à la Monnaie de Londres, semblaient établir que le zinc détruit la ductilité de l'or; en effet, après avoir décrit les expériences, au nombre de cinq, exécutées dans le but d'obtenir des matières malléables, Hatchett conclut en ces termes :

« Il est donc évident que le zinc détruit la ductilité de l'or; qu'on le fait aisément abandonner ce dernier métal à l'aide de la chaleur; qu'alliant une grande masse d'or au zinc, dans des proportions convenables, une partie seulement de ce métal se volatilise promptement, tandis que, en opérant sur de petites quantités, le zinc se sépare entièrement et l'or reste pur. Lorsque le zinc est d'abord combiné au cuivre dans l'état de laiton, il n'est pas aussi aisément séparé à l'aide de la chaleur que lorsqu'il est ajouté à l'or par la fusion, parce que l'or en fusion absorbe et retient une partie du zinc, quand il est exposé à la vapeur de ce dernier métal, même dans des vaisseaux ouverts. »

« D'après mes expériences, ces résultats ne sont exacts que pour les alliages qui contiennent beaucoup d'or. J'ai observé, en effet, que, même pour le titre de **725** millièmes, l'addition de **50** millièmes de zinc donne un métal plus aigre que ne le fait le cuivre seul; mais il en est tout autrement pour l'or à **580** ou à **600** millièmes. Avec **50** à **70** millièmes de zinc, le métal qui, avec le cuivre seul, est dur et cassant, devient malléable et acquiert en même temps la couleur de l'or à titre élevé. Quant à sa conservation et à sa résistance à l'action de l'air, de l'eau, des acides faibles, etc., j'ai lieu de penser qu'elles seraient les mêmes que pour les monnaies actuelles, surtout après la *mise en couleur* qui développe à la surface de l'alliage une couche mince de métal précieux. Ce n'est, d'ailleurs, que l'expérience qui peut résoudre cette question; mais, à son défaut, il est permis de présumer qu'un alliage contenant environ **60** pour **100** de métal inoxydable ne doit pas s'altérer quand il est employé sous forme de monnaie. C'est, d'ailleurs, au soufre et à ses composés, conformément à l'opinion de M. Henri Sainte-Claire Deville, qu'il faut surtout attribuer l'altération plus ou moins rapide des métaux; on sait que le zinc a très-peu d'affinité pour le soufre, et qu'il protége même les alliages contre l'action destructive de ce dernier corps.

« J'ai dit que cet abaissement du titre par addition d'alliage ne diminue en rien la valeur intrinsèque de la monnaie. Pour écarter toute hésitation à cet égard, je dois donner quelques détails sur les procédés mis en pratique pour obtenir les échantillons que je mets sous les yeux de l'Académie. Ils proviennent tous de pièces de **20** francs qu'on a fondues avec des quantités de cuivre et de zinc telles que la matière obtenue représente **10** grammes par pièce employée.

« Le zinc est introduit sous forme de laiton ou d'alliage de cuivre et de zinc préalablement analysé. Ce dernier mode d'opérer doit être préféré, attendu que le laiton du commerce contient le plus souvent un peu de plomb, qui pourrait nuire à la ductilité de l'alliage obtenu. Employé dans ces conditions et toujours en très-petite quantité, le zinc ne se volatilise pas sensiblement; car on retrouve, à très-peu près, sous forme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de culot, le poids des matières employées. Je ne nie pas, cependant, que l'emploi d'un métal volatil ne soit un obstacle assez sérieux à la production d'un alliage d'une composition bien exacte ; mais je suis également convaincu qu'une pratique suffisamment prolongée ferait justice de cette difficulté (1).

« Pour la fonte, on introduit dans le creuset au-dessus des métaux quelques fragments de charbon de bois pour empêcher leur oxydation partielle ; ou bien, ce qui vaut mieux, on ferme le creuset avec un couvercle fait avec le graphite des cornues à gaz.

« Voici le détail de quelques-unes de ces expériences :

	gr
N° 1. Pièce de 20 francs.	6,450
Laiton (à 33 pour 100 de zinc).	2,000
Cuivre.	1,550
	10,000

Culot malléable, d'une bonne couleur d'or.

N° 2. Pièce de 20 francs.	6,456
Alliage de cuivre contenant 65 pour 100 de zinc. . . .	0,894
Cuivre.	2,650
	10,000

Bouton malléable, transformé en une lame mince sans recuit préalable.

N° 3. Pièce d'or de 20 francs.	6,450
Alliage du n° 2.	0,746
Cuivre.	2,804
	10,000

Le déchet a été de 0gr,015, le culot a été laminé ; une seconde fonte a amené une perte totale de 0gr,020.

N° 4. 10 pièces d'or.	64,515
Alliage du n° 2.	9,230
Cuivre.	26,255
	100,000

La matière a été coulée dans une lingotière en fonte ; le petit lingot, d'une épaisseur de 8 millimètres, a fourni, après recuit, une lame de 3 millimètres.

---

(1) Pour répondre à l'objection concernant l'emploi d'un métal volatil pour fabriquer un alliage qui doit être rigoureusement titré, j'ai préparé, depuis la lecture de ce travail à l'Académie des sciences, des alliages d'or, de cuivre et de nickel. Ce dernier métal doit être employé en moindre quantité que le zinc, ayant la propriété de fournir des alliages d'une teinte plus blanche : avec 10 millièmes de nickel seulement, on obtient un métal convenablement malléable et d'une bonne couleur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« La composition de ces alliages ternaires est la suivante :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.
Or.	580	581	580	580
Cuivre.	354	361	372	360
Zinc.	66	58	48	60
	1000	1000	1000	1000

« La densité de ces alliages est représentée par **12,8** ; celle de l'or à **900** millièmes, par **17,1**.

« Un ou deux centièmes de zinc en plus ou en moins modifient d'une façon remarquable la couleur de ces produits. Ainsi la différence entre le n° **1** et le n° **3** est inférieure à **2** pour **100** ; le premier est d'une nuance beaucoup plus jaune, ainsi qu'on en peut juger par l'examen des deux pièces frappées que je présente à l'Académie. La pièce la plus jaune, dont la couleur n'est pas acceptable dans la pratique, n'a été faite que pour montrer cette différence (1).

« Avec **10** à **12** pour **100** de zinc, la matière devient cassante et prend la teinte de l'or vert des bijoutiers.

« En substituant l'argent au zinc dans des proportions égales, l'or est jaune clair et ressemble, pour la couleur, au métal qu'on employait vers **1815** pour fabriquer les monnaies d'or. Avec **60** millièmes d'argent, il est ductile ; avec **30** millièmes seulement, sa malléabilité est beaucoup moindre.

« L'étain, quoique bien plus ductile que le zinc, ne peut nullement remplacer ce dernier métal. Une pièce de **20** francs, fondue avec **0gr,600** d'étain et **2,960** de cuivre, a fourni un culot très-aigre, d'une couleur gris jaunâtre.

« Je résume, en terminant, les expériences qui précèdent et les conséquences qu'on en peut tirer :

« Avec des alliages ternaires au titre de **725** ou de **580** millièmes environ, il est possible de fabriquer une monnaie décimale de poids, ayant probablement les qualités qu'on recherche dans les pièces d'or qui circulent actuellement, et conservant toute leur valeur.

« Quoique personne assurément ne puisse songer à introduire inopinément une modification aussi radicale dans nos habitudes monétaires, il est néanmoins permis de rechercher, avec un sentiment purement platonique, quels sont les avantages que pourrait offrir une telle monnaie, au titre de **580** millièmes, par exemple.

---

(1) Dans des essais exécutés ultérieurement, des pièces ont été fabriquées avec des retailles fournies par les flans ayant servi à faire quelques pièces du poids de **10** grammes.

Les fontes ont bien réussi ; le laminage n'a présenté aucune difficulté ; il peut s'obtenir sans recuit. Le découpage a été gras plutôt qu'aigre ; le frappage a été très-doux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Dans ce but, il convient de rappeler les conditions que doit remplir une bonne monnaie. D'après Mongez, qui fait autorité sur ces questions, les matières à employer dans ce but doivent jouir des propriétés suivantes :

« 1° Avoir le plus grand poids sous le moindre volume ; 2° pouvoir se subdiviser facilement ; 3° se conserver le plus longtemps sans altération ; 4° pouvoir changer le plus souvent de forme en éprouvant la moindre perte ; 5° être les moins abondantes dans les pays où se fait le commerce.

« A ces caractères sagement formulés, on doit, à mon avis, ajouter le suivant : l'or, l'argent et le cuivre doivent conserver dans les alliages monétaires les propriétés essentielles du métal prédominant, lequel donne à la monnaie son nom et sa valeur. On doit éviter de faire avec l'or des pièces qui n'auraient pas la couleur de ce métal, avec l'argent des pièces qui auraient l'aspect du cuivre (ainsi que cela est arrivé pour certaines monnaies de billon), et même, avec le cuivre des pièces en alliages blancs, dépourvues des caractères d'altération qui assignent à ce métal son degré d'infériorité dans l'échelle monétaire.

« En admettant que l'alliage d'or au titre indiqué ci-dessus remplisse ces diverses conditions, on est en droit de rechercher quels sont les motifs qu'on peut faire valoir pour repousser une monnaie ainsi fabriquée, en dehors des considérations morales et des habitudes qui suffisent pour écarter, quant à présent, une modification de titre aussi considérable. J'avoue que je n'ai pas su en trouver de bien sérieux.

« Quant aux avantages qui résulteraient de son adoption, j'indiquerai les suivants :

« 1° Le poids devenu décimal rattacherait cette monnaie au système métrique.

« 2° Le volume des pièces étant notablement augmenté, celles-ci seraient d'un usage plus commode. Lorsque la circulation métallique était plus active, on se plaignait de la dimension de la pièce de 5 francs qu'on trouvait trop grande en argent et trop petite en or.

« 3° Ces 10 grammes d'or, valant 20 francs, en limitant leur rôle à celui de monnaie internationale, n'entraîneraient pas la refonte des pièces existantes ; ils pourraient circuler avec ces dernières, dans tous les pays, sans qu'il y eût confusion ; il suffirait de donner aux nouvelles pièces une épaisseur un peu plus grande.

« 4° A surface et à dureté égales, cette monnaie perdrait moins par l'usure.

« 5° Enfin, comme elle ne ressemble à aucune des monnaies en circulation, elle laisserait à l'écart les susceptibilités nationales, qui sont aussi l'un des écueils les plus difficiles à éviter que présente aujourd'hui l'unification monétaire. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉTALLURGIE SIDÉRURGIQUE.

PRÉPARATION D'ALLIAGES DE FER ET DE MANGANÈSE DESTINÉS A LA FABRICATION DE L'ACIER PAR LE PROCÉDÉ BESSEMER.

On sait que l'emploi des minerais manganésifères pour fontes destinées à être converties en acier Bessemer et pour fontes *Spiegel,* dont l'introduction dans le *convertisseur* constitue le dernier acte de l'opération, a été jusqu'ici indispensable pour arriver aux qualités d'acier que recherche l'industrie, et notamment celle des chemins de fer.

On a tenté de se soustraire à cette nécessité en introduisant de toutes pièces le manganèse dans le bain du convertisseur. L'état pulvérulent de ce métal a toujours rendu l'opération impraticable. En réussissant à préparer des briquettes solides d'un alliage de fer et de manganèse qui, d'après les données recueillies, peut contenir jusqu'à 65 pour 100 de ce dernier métal, la société métallurgique de Terre-Noire a obtenu un premier résultat d'une haute importance, non-seulement pour le perfectionnement du procédé Bessemer, mais aussi pour celui du procédé Martin, qui en est le complément presque indispensable.

Mais là ne se sont pas bornés les résultats obtenus. En cherchant à tirer tout le parti possible de ce premier succès, les inventeurs ont eu naturellement en vue l'élimination du phosphore qui jusqu'à présent a rendu impossible, dans le haut fourneau destiné à produire les fontes Bessemer, l'emploi des minerais qui contiennent cette substance, et dans les fours Martin l'emploi des vieux rails, en nombre considérable, qui renferment des proportions sensibles de ce métalloïde.

En utilisant l'action purifiante bien connue du manganèse et celle de quelques autres réactifs pour obtenir cette élimination, on a vu qu'elle ne pouvait être complète et qu'une proportion notable de phosphore ne pouvait être expulsée. Mais en même temps, résultat bien inattendu, on a reconnu que des produits amenés à ne renfermer plus que des traces de carbone et une proportion maximum de 4 millièmes de phosphore présentaient toutes les qualités du meilleur acier à rails, c'est-à-dire l'homogénéité, l'élasticité, la résistance à la rupture, et surtout la résistance à l'écrasement; des produits, en un mot, rappelant, mais avec toute la supériorité de l'acier sur le fer, les qualités éminentes des rails en fer provenant des minerais oolithiques de Mazenay, d'Hayange, etc.

La décarburation presque complète des aciers Martin et Bessemer permet donc d'y conserver une proportion de phosphore qui serait sans cela inadmissible, c'est-à-dire que les deux métalloïdes (charbon et phosphore) s'excluent l'un l'autre, mais que, conservés isolément, ils donnent l'un et l'autre, avec le fer, des alliages doués de pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

priétés particulières, et que l'on peut appeler *aciers au carbone, aciers au phosphore*.

Les briquettes de ferro-manganèse que produit Terre-Noire peuvent être mises en vente à un prix qui ne dépassera pas, dit-on, 2 fr. 50 à 3 fr. le kilog., et, comme il en suffit de 2 pour 100 dans le bain pour obtenir les remarquables résultats qui viennent d'être relatés très-succinctement et, par cela même, très-incomplétement, on voit quelle portée peut avoir la découverte que nous signalons.

Nous ne croyons pas trop nous avancer en disant qu'elle introduira une révolution nouvelle dans la production de l'acier ou au moins dans ses conditions économiques. Nous ne faisons qu'indiquer ces conséquences que chacun peut mesurer suivant sa tournure d'esprit. Nous nous contenterons de dire que les minerais spéciaux n'étant plus de rigueur, les vieilles matières de composition inférieure pouvant être utilisées également, il n'est pas douteux qu'un champ très-vaste ne s'ouvre à l'activité de nos producteurs et que l'industrie des chemins de fer ne soit appelée à en retirer un important bénéfice. Nous croyons devoir ajouter que les résultats que nous venons de résumer sont aujourd'hui industriellement établis, car des quantités considérables de rails obtenus par les nouveaux procédés sont aujourd'hui en service sur les chemins de fer français. Nous croyons aussi devoir insister sur l'accord remarquable de ces résultats avec les faits antérieurement observés relativement aux rails en fer obtenus avec des minerais phosphoreux, et que la pratique des chemins de fer avait permis de constater.

Mode de préparation des alliages (1).

Si l'on mélange de la grenaille, de la limaille ou de la tournure de fer, de fonte et d'acier, ou même de l'éponge grossièrement pulvérisée, ou enfin tout autre débris de fonte de fer ou d'acier dans un état de division analogue, avec des minerais contenant du manganèse, du tungstène ou du titane, ou plusieurs de ces métaux réunis avec du quartz, minerais et quartz étant finement pulvérisés et introduits en proportions convenables pour l'alliage cherché; si l'on arrose ce mélange de manière à l'humecter complétement et régulièrement avec une dissolution ammoniacale ou une eau légèrement acide; si l'on renferme ledit mélange comprimé à la main ou mécaniquement dans un moule en fer ou en fonte, il se produit un grand développement de chaleur, et, au bout de quelques heures, en ouvrant le moule, on trouve une masse compacte, très-dure, que l'on peut casser au marteau en fragments de grosseur voulue. Ces fragments résistent parfaitement à la chaleur rouge et ne commencent à se désagréger qu'au point de fusion de la fonte. Leur traitement dans un haut fourneau convenable permet d'établir des alliages contenant du fer et du manganèse en

(1) Extrait du brevet pris par la Société des forges de Terre-Noire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toutes proportions, depuis 25 jusqu'à 50 pour 100 de ce dernier métal, des siliciures de fer contenant jusqu'à 22 pour 100 de silicium, enfin des alliages de fer, de tungstène ou de titane, ou bien encore des alliages triples de ces différents métaux ; mais ces résultats ne peuvent être obtenus qu'à de très-hautes températures, c'est-à-dire qu'il faut construire des appareils dans lesquels on puisse injecter du vent à une haute température et à une forte pression.

Dans ces conditions et en présence des bases énergiques que contient le lit de fusion, l'appareil est très-rapidement attaqué, dans les parties basses principalement ; c'est pourquoi on doit le construire de la manière suivante :

Le fourneau se compose d'une cuve en briques réfractaires aussi dures que possible, dans lesquelles domine l'élément aluminé ; d'un ouvrage construit en chaux, en manganèse ou en alumine pure, et d'un creuset construit en carbone, en chaux et en magnésie.

Ce creuset en carbone est obtenu d'une seule pièce en moulant un mélange de graphite pur ou de charbon de gaz ou de coke bien pur et goudron. Dans une cuve en tôle forte, et portant le tout parfaitement clos à la chaleur rouge sombre pendant quelques heures, on obtient alors une masse compacte très-dure sans fissure et sans joints. L'ouvrage est renfermé dans une cuve unique en tôle, rattachée par des goujons à la plaque en fonte qui porte la cuve. Le creuset est mobile : il est simplement appliqué par pression contre la partie inférieure de l'ouvrage, et il peut être changé à volonté ; il est maintenu en place par de petits massifs. Des dispositions permettent de renouveler facilement en un temps très-court les parties usées de l'appareil. Le vent est chauffé au moins à 35 degrés, et sa pression portée à 13 ou 15 centimètres de mercure.

(Extrait du *Bulletin du comité des forges de France.*)

TRAVAUX PUBLICS.

NOTE SUR LES TRAVAUX DE FONDATION DES PILES DU PONT-ROUTE D'ARLES SUR LE RHÔNE, EXÉCUTÉS PAR M. CASTOR (*planche* 9).

Les grands travaux publics exécutés en France dans ces vingt dernières années et qui ont illustré tant d'ingénieurs n'ont dû, il faut bien le reconnaître, leur réalisation rapide qu'à un ensemble de moyens nouveaux dont l'art du constructeur s'est enrichi et au concours remarquable de certains entrepreneurs hardis ne reculant devant aucune difficulté et ayant sans cesse, pour les résoudre, une ingéniosité de procédés inconnue jusqu'ici.

Parmi ces procédés, l'un des plus remarquables, imaginé, dans le principe, par un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

géologue distingué, M. Triger, est, sans contredit, celui de l'emploi de l'air comprimé pour exécuter des fondations sous l'eau. Depuis l'application, sur grande échelle, qu'en a faite M. Castor (1), au pont de Kehl sur le Rhin (2), ce procédé n'a cessé d'être perfectionné par cet habile entrepreneur, qui s'en est successivement servi dans beaucoup d'autres travaux de fondation, notamment dans ceux du pont-route d'Arles sur le Rhône, dont nous allons parler, et qui sont surtout remarquables en raison de la hardiesse de l'échafaudage flottant qu'il a fallu établir sur ce fleuve.

Arles, la dernière station importante qu'on rencontre en descendant le cours du Rhône, est loin d'être aujourd'hui ce qu'elle était au temps des Romains, où son port, alors très-fréquenté, jouissait d'une remarquable prospérité.

Assise sur la rive gauche du fleuve, tandis que, de l'autre côté, sur la rive droite, s'élevait une autre et ancienne cité dont il reste encore de nombreux vestiges, elle était reliée à cette dernière au moyen d'un pont en maçonnerie fondé au IIIe siècle de notre ère, et qui fut emporté définitivement par les glaces, malgré les nombreuses réédifications dont il fut l'objet.

N'ayant plus, depuis 1795, qu'un simple pont de bateaux, souvent incapable de résister aux grandes crues et aux débâcles de glaces, Arles était donc obligée de subir, de temps en temps, des interruptions de communication avec la rive droite du fleuve et l'île de la Camargue, interruptions qui apportaient toujours une certaine perturbation dans les relations commerciales.

L'ouverture du chemin de fer d'Avignon à Cette, dont la voie traverse le Rhône au moyen du remarquable pont de Tarascon, apporta, plus tard, quelque changement à cette situation, en ce sens que la circulation sur le pont de bateaux d'Arles devint un peu moins active.

Cependant les populations de cette région ne pouvaient rester, en quelque sorte, deshéritées, et l'on songeait toujours aux moyens d'établir un pont fixe. Différents projets furent mis à l'étude, au nombre desquels des projets de ponts suspendus ; on alla

(1) M. Castor, membre et lauréat de la Société d'encouragement (méd. plat. en 1858, et méd. or en 1860), est mort récemment à Monaco, après une courte maladie. La série des travaux qu'il a exécutés seul ou en collaboration, en France et à l'étranger, est considérable et comprend une période de plus de trente ans. Nous citerons, comme les plus importants, les fondations des ponts de la Thalie et du Grisou (chemin de fer de Paris à Lyon) ; celles des ponts de Culloz sur le Rhône, du pont de Kehl sur le Rhin, du pont d'Argenteuil sur la Seine, et du pont sur l'Adige (chemin de fer de Padoue à Rovigo) ; le viaduc de Poix (chemin de fer du Nord) ; le batardeau du port de Brest ; les quais de Bone (Algérie) ; les ponts de Stadlau et de Linz sur le Danube (Autriche), celui de l'Algyo sur la Theiss (Hongrie) ; enfin le pont du Tabor sur le Danube, et la régularisation du cours de ce fleuve, derniers travaux qui sont considérables et aujourd'hui encore en cours d'exécution.

(2) Voy. *Bulletin* de 1860, 2e série, t. VII, p. 449.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même jusqu'à proposer un pont d'une seule arche de 150 mètres d'ouverture ; mais il était difficile de prendre un parti en présence des devis présentés, qui dépassaient tous de beaucoup les ressources dont on pouvait disposer.

Les choses en étaient donc là, et la solution de cette question serait peut-être encore pendante aujourd'hui, si l'on n'avait eu recours au système de fondation tubulaire expérimenté avec succès sur le Rhin, sur la Seine, sur l'Adige et sur bien d'autres points ; grâce à ce système dont les avantages sont si appréciables, surtout au point de vue économique, on est parvenu à doter Arles du pont dont elle était restée longtemps privée et qui sert en même temps au passage de la route départementale N° 1.

Les difficultés de l'œuvre étaient grandes, en raison de l'état du Rhône sur le point désigné pour les fondations. En effet, en cet endroit, la vitesse du courant varie de $1^{m},50$ par seconde en temps ordinaire, à 3 mètres dans les crues ; la profondeur d'eau, à l'étiage, atteint 16 mètres ; enfin la fréquence des crues et la rapidité imprévue avec laquelle elles se produisent rendent très-dangereuse toute installation fixe qu'on serait tenté d'établir provisoirement pour les besoins du service.

Une fois les dimensions des piles arrêtées, il fallait, en raison des difficultés qui viennent d'être signalées, se préoccuper, d'une manière toute spéciale, des moyens à employer, non-seulement pour construire ces piles, mais encore pour les amener sûrement en place. Un avant-projet fut alors présenté par M. Castor à M. Ducos, inspecteur général des ponts et chaussées, alors ingénieur en chef des Bouches-du-Rhône, lequel le fit servir de base à la rédaction d'un projet définitif bientôt approuvé par l'Administration, et c'est ainsi que l'œuvre si délicate de la fondation des piles a pu être menée à bonne fin dans des conditions de réussite parfaite, aussi bien sous le rapport de la construction que sous celui de la dépense.

Les travaux dont nous allons donner la description ont été exécutés par M. Castor, sous la direction de MM. Monnet, ingénieur en chef, et Pomaret, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées.

La planche 9 représente l'ensemble des installations et le mode de construction de l'une des piles.

Fig. 1. Plan du Rhône avec indication de l'emplacement des deux piles situées, de part et d'autre, à 50 mètres de distance de chaque rive, et présentant entre elles un écartement de 55 mètres ; l'une d'elles est représentée terminée et l'autre en construction.

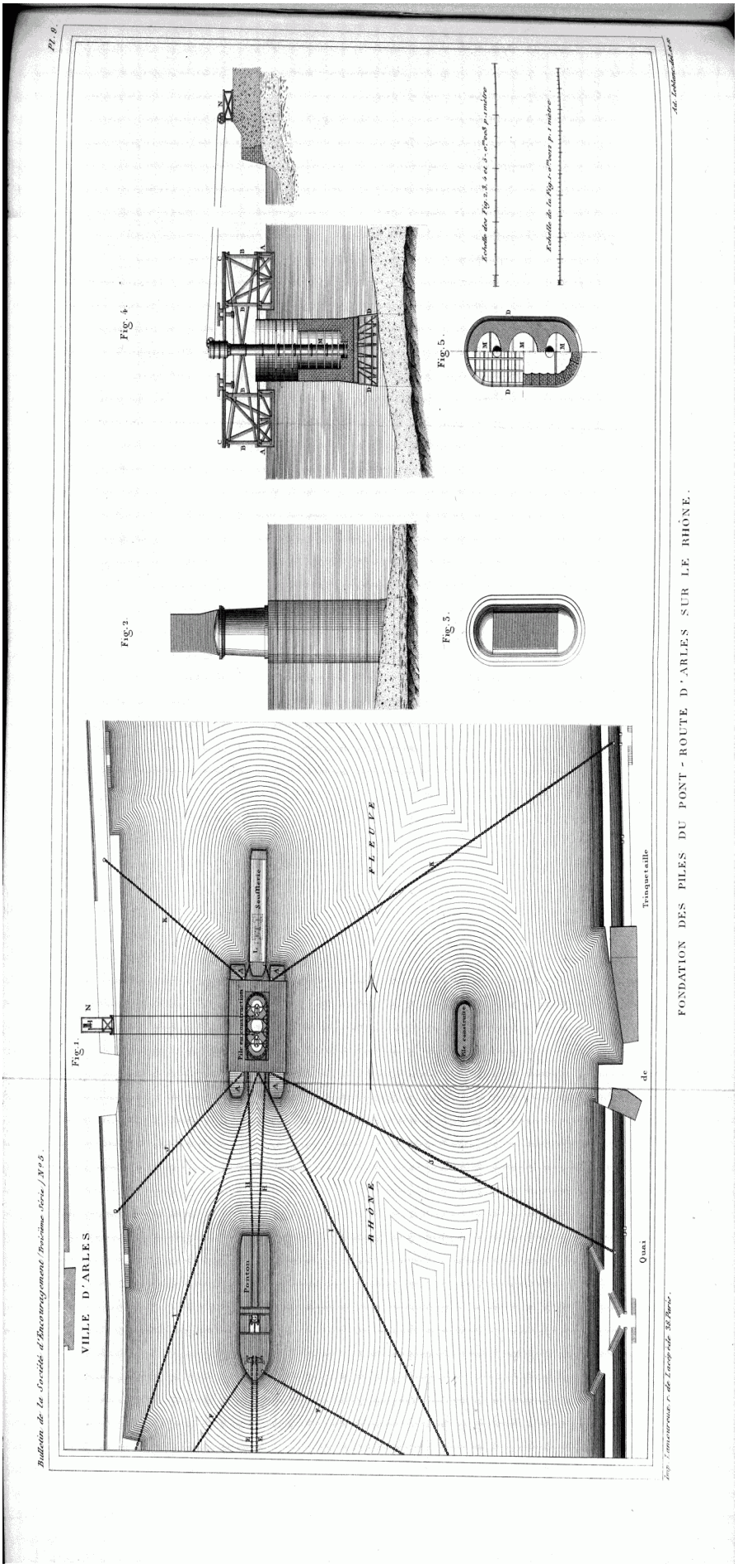
Fig. 2. Élévation extérieure de bout de la pile terminée.

Fig. 3. Plan correspondant à la figure 2.

Fig. 4. Section verticale, suivant le petit axe, de la pile en construction et de l'échafaudage flottant qui l'a amenée en place ; les choses sont représentées au moment où la base de la pile vient à toucher le fond du lit du fleuve.

Fig. 5. Sections horizontales partielles de la même pile sans l'échafaudage. Ces sections sont faites à différents niveaux ; ainsi la partie gauche supérieure de la figure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est une section faite en haut, et la partie gauche inférieure une section faite au bas de la chambre de travail; quant à la partie droite, elle représente une section faite à $2^m,50$ au-dessus du plafond de cette chambre.

Les piles ont été foncées, l'une à $17^m,82$ et l'autre à 18 mètres sans l'étiage. A cette profondeur on a rencontré un banc de gravier dont les éléments constituants, à l'état de poudingue, forment une espèce de béton naturel dans lequel les arêtes de la base des piles ont été soigneusement encastrées.

La forme de chaque pile est, en section horizontale, un rectangle de $8^m,40$ de long, terminé, en amont et en aval, par des demi-circonférences. A la base, la largeur est de $6^m,40$; plus haut, elle se réduit successivement à $5^m,60$ et à $4^m,40$; cette dernière dimension est maintenue jusqu'à la hauteur de l'étiage, où se place le socle supportant la portion de maçonnerie qui apparaît au-dessus de l'eau.

La construction sous-fluviale a été faite, pour chaque pile, au moyen d'un caisson métallique ayant une chambre de travail dont l'analogie avec celle employée pour le pont sur l'Adige et pour celui d'Argenteuil sur la Seine (1) nous dispense d'en donner la description.

La section de ces caissons est celle des maçonneries elles-mêmes, auxquelles ils servent d'enveloppe.

Les cheminées d'extraction des déblais au nombre de deux, les écluses ou sas à air et le mode d'excavation ne présentent rien de nouveau.

La partie de caisson supérieure au plafond de la chambre de travail a été notablement modifiée, dans le but de permettre l'immersion de la pile dans une profondeur variant de 15 à 18 mètres, suivant la hauteur des eaux au moment de l'opération. Ainsi, au lieu de faire cette partie supérieure en tôle mince, destinée seulement à protéger la maçonnerie et à former, dans le haut, un batardeau, on lui a donné une rigidité suffisante en l'entretoisant, de mètre en mètre, dans le sens de la hauteur, au moyen de colonnes en fonte à embase, de manière qu'elle puisse résister à la pression extérieure de l'eau jusqu'à 5 ou 6 mètres au moins de profondeur.

L'épaisseur des tôles a varié de $0^m,004$ à $0^m,008$, suivant les efforts probables que les différentes parties de l'enveloppe étaient destinées à supporter.

Cela posé, voici comment on a successivement procédé pour chacune des deux piles :

On a commencé par construire un échafaudage flottant sur deux bateaux plats A, A (fig. 1 et 4), jaugeant chacun 200 tonnes et reliés invariablement, à l'avant et à l'arrière, pour maintenir entre eux l'écartement nécessaire à l'immersion du caisson. Cet échafaudage se composait de poteaux assemblés de manière à former des fermes rigides B reliées, à la partie supérieure, par cinq poutres armées jumelles C; il était

(1) Voy. *Bulletin* de 1862, 2e série, t. IX, p. 519.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

destiné à supporter, pendant l'immersion, toute la charge du caisson en tôle D et une partie de la maçonnerie.

Un plancher a été établi au niveau du bordage supérieur des bateaux pour faciliter le service et recevoir les matériaux d'approvisionnement, tandis que sur la partie supérieure de l'échafaudage étaient établis des verrins, de $0^m,080$ de diamètre, servant à opérer régulièrement l'immersion du caisson.

La partie du caisson formant la chambre de travail a été construite sur une plate-forme provisoire, soutenue par des poutrelles dont les extrémités reposaient sur les bateaux-porteurs A.

Tous ces travaux préparatoires ont été exécutés au voisinage des ateliers de construction, et sur un point du fleuve situé à 500 mètres environ en amont de l'emplacement du pont à construire. On a alors soulevé le caisson à l'aide des verrins, de manière à permettre de retirer la plate-forme provisoire sur laquelle il reposait, puis on a commencé à l'immerger en le descendant dans le fleuve, jusqu'à ce qu'il y ait un volume de liquide déplacé suffisant pour diminuer le poids de la charge en suspension; c'est dans cet état de flottaison que le tout a été amené et amarré près du point où chaque pile devait être établie.

En raison de la vitesse du courant, il a fallu prendre de très-grandes précautions relativement aux amarres, afin d'échouer chaque caisson et sa maçonnerie exactement en place, ou bien de pouvoir, pendant la construction, les amarrer en lieu sûr en cas de danger. A cet effet, on a eu recours aux dispositions suivantes :

Un ponton mouillé, comme l'indique la figure 1, à 80 mètres environ en amont de la pile à construire, a été attaché à l'avant, d'une part par deux chaînes E, E de $0^m,035$, venant s'amarrer du même côté, à 500 mètres plus haut, à des points fixes de la berge voisine, et, d'autre part, au moyen de deux autres chaînes plus courtes F, F, fixées à l'une et l'autre rive. Au centre de ce ponton on a établi un solide bélier G, destiné à recevoir deux des amarres du caisson.

Lorsque l'échafaudage flottant portant le caisson a été amené à l'endroit voulu, on a entouré toute la tôle d'une première ceinture de chaînes de $0^m,035$, dont les extrémités H, H ont été attachées au bélier G du ponton (fig. 1), puis on a ajouté une seconde ceinture analogue, dont les bouts I, I ont été amarrés à des béliers établis sur chaque rive. Les autres amarres J, J, K, K, indiquées sur la figure, sont d'une importance moindre; elles étaient destinées à fixer la position de l'échafaudage flottant et à contre-balancer les efforts du remous. La tension de ces diverses chaînes, assurée au moyen de verrins, n'a été réglée d'une manière vigoureuse qu'au moment final de l'immersion, où la base du caisson est venue toucher le lit du fleuve et prendre la position exacte qu'indique la figure 4.

Enfin, en aval de l'échafaudage flottant était un bateau L solidement attaché aux bateaux A, A, et sur lequel étaient installés tous les appareils et machines de la soufflerie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On sait comment l'immersion graduelle du caisson est obtenue. Le poids de la maçonnerie qu'on élève sur le plafond de la chambre de travail détermine l'enfoncement de toute la masse, suspendue, d'ailleurs, aux verrins qui permettent d'en régler à volonté la descente.

On a commencé par remplir, avec du béton, tous les intervalles compris au-dessus du plafond entre les poutres, de manière à encastrer celles-ci aussi exactement que possible ; puis on a continué le remplissage sur toute la surface, avec réserve de cheminées en maçonnerie construites simultanément. Ce remplissage, fait avec du mortier de chaux hydraulique du Theil, a été poussé jusqu'à 2 mètres de hauteur; après quoi, on a commencé à établir la maçonnerie contre les parois du caisson, ainsi que l'indiquent les figures 4 et 5, en lui donnant une épaisseur minima de 1 mètre et en ménageant dans l'axe de la pile trois évidements provisoires M, M, M, séparés par des cloisons de 1 mètre également. Ces évidements avaient pour but de diminuer la charge, en même temps que leur forme curviligne permettait aux parois métalliques de résister plus sûrement à la pression extérieure de la masse liquide.

Au fur et à mesure de l'immersion, le caisson a été, de 6 en 6 mètres, entouré de nouvelles ceintures de chaînes amarrées, comme la première, au ponton, si bien que, vers la fin du travail, il n'y avait pas moins de trois ceintures de retenue, dont la simultanéité d'action donnait toute sécurité à l'opération.

Bien que le volume d'eau déplacée par toute la masse immergée fût assez considérable pour qu'il en résultât une grande diminution de charge, les choses avaient été combinées de manière que les verrins eussent encore à supporter un poids de 10 à 15 tonnes, afin d'assurer une solidarité indispensable entre la pile et l'échafaudage flottant.

En continuant à opérer de la sorte, le caisson et la maçonnerie descendant de plus en plus, le bord inférieur de la chambre de travail a fini par rencontrer le sol à une profondeur d'eau d'environ 16 mètres. A ce moment, on a pris les dispositions nécessaires pour assurer la mise en place exacte et définitive de la pile. A cet effet, on a envoyé de l'air comprimé dans la chambre de travail, afin de déplacer une partie de l'eau qui y était contenue, opération qui a eu pour résultat de soulever la pile de 1 mètre environ; c'est alors qu'en continuant la maçonnerie pour augmenter la charge, et en réglant, d'une manière en quelque sorte minutieuse, la tension des chaînes, on a peu à peu fait redescendre la pile, de manière à l'amener exactement sur la place déterminée par les alignements. A ce moment, il a suffi de laisser sortir un peu d'air pour assurer le contact de la pile avec le sol et son immobilité absolue.

Pour l'une comme pour l'autre pile, le terrain sur lequel est venu s'asseoir le caisson avait une inclinaison de plus de 1 mètre sur les $6^{m},40$ de largeur que l'œuvre présentait à sa base. Pour remédier à cet inconvénient, il a fallu, avant de continuer les maçonneries et de commencer les fouilles, introduire des moellons dans la chambre de travail et les jeter à l'état d'enrochement sous l'arête inférieure de cette chambre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de manière à établir provisoirement un nivellement indispensable à la stabilité verticale de l'ouvrage.

Ces dernières précautions prises, on a augmenté légèrement la surcharge et commencé l'extraction des déblais. Une locomobile installée en N (fig. 1 et 4) transmettait, au moyen de câbles en chanvre, le mouvement aux monte-charge placés dans les écluses à air. Aussitôt qu'on a eu atteint la couche de poudingue dont il a été question plus haut, on a arrêté les fouilles et procédé au remplissage de la chambre de travail, partie en maçonnerie et partie en béton. On a également rempli avec de la maçonnerie tous les évidements situés au-dessus, et on a continué cette maçonnerie jusqu'à $1^{m},50$ au-dessus de l'étiage, non-seulement en vue du socle à bâtir, mais encore pour tenir la tête de l'ouvrage hors des eaux moyennes et pouvoir y travailler librement quand on le voudrait. Quand le socle a été construit, on a retiré toute la partie en tôle ayant servi de batardeau.

L'exécution des deux piles, suivant la méthode qui vient d'être expliquée, ne s'est pas faite sans quelques difficultés. Pendant la construction de la première, le régime des eaux a présenté assez de régularité ; mais l'élévation de la température a été la cause de graves inconvénients pour les ouvriers obligés de travailler dans l'air comprimé, à 16 mètres de profondeur sous l'eau, sans passer par des pressions intermédiaires ; aussi a-t-on été obligé de renoncer, en partie, au travail de jour, pour ne continuer le fonçage que pendant la nuit.

Pour la seconde pile on a eu à subir plusieurs crues successives et, à une certaine époque, les glaces charriées par le fleuve ont un instant fait craindre que la sécurité de l'œuvre ne fût compromise. Enfin les craintes ont disparu, les difficultés ont été heureusement surmontées, et tout le travail de la fondation a pu être terminé en moins de cinq mois.

Les travaux ont été exécutés à forfait, à raison de 138 350 francs par pile et pour 17 mètres de hauteur sous l'eau jusqu'à l'étiage ; dans ce chiffre tout est compris, maçonnerie, tôlerie et frais accessoires.

Le volume de chaque pile, pour cette profondeur, étant de 1 250 mètres cubes, le prix du mètre cube est donc revenu à 138 350 : 1 250 = 110 francs.

(M.)

MÉTAUX PRÉCIEUX

SUR LA PRODUCTION ET LA CONSOMMATION GÉNÉRALES DES MÉTAUX PRÉCIEUX DURANT LA PÉRIODE 1857-1871, PAR M. E. ROSWAG.

Les métaux précieux ont le double caractère de marchandise et d'objet de luxe d'une part, et de représentation matérielle ou gage équivalent de toutes les valeurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'autre part : c'est ce qui explique pourquoi la question de leur production est constamment à l'ordre du jour et ne perd jamais de son intérêt. Ces matières sont attirées des mines vers leurs cinq débouchés naturels : le monnayage, l'industrie et les arts, l'exportation, la déperdition, les réserves des banques et des particuliers; elles se meuvent dans des courants donnés, sous des impulsions variables; elles affectent des oscillations de valeur fréquentes; en un mot, elles impriment un mouvement général aux rouages commerciaux et financiers de la machine sociale. Les marchandises de toute nature, les produits de toute espèce, le travail sous toutes ses formes, le crédit dans toutes ses ramifications, reçoivent d'elles une force d'action énergique, parce qu'elles sont la traduction indispensable, courante et universelle de toutes les choses de nécessité et de bien-être. Quand l'or et l'argent se raréfient, pour le riche comme pour le pauvre, pour le négociant comme pour l'ouvrier, la gêne se produit; pour les banques, dispensatrices du crédit, lorsqu'il y a raréfaction, naissent les crises monétaires, qui se répercutent dans leurs effets désastreux, jusque dans les dernières couches de la société.

Or et argent ne sont certes pas exclusivement la richesse. La richesse des nations, on l'a dit bien des fois et sous toutes les formes, ne consiste pas dans une plus ou moins grande quantité de métaux précieux : ces métaux sont des marchandises qui ont cela de particulier qu'elles ont été choisies pour constituer le signe monétaire, et qu'elles servent, par suite, de signe d'échange contre toutes les autres; mais elles ne les remplacent pas.

La richesse d'un pays est due tout aussi bien à l'abondance d'un produit quelconque qu'à l'abondance des métaux précieux.

Si un tel produit répond à des besoins généraux, si le trafic en est libre, large, réglé, il devient éminemment échangeable; il peut bien ne pas être la matière d'échange elle-même, mais en emprunter presque toutes les qualités : la houille, le fer, etc., sont des marchandises qui jouissent de ces caractères, et elles sont considérées à juste titre comme la vraie richesse de l'Angleterre.

D'un autre côté, les métaux précieux, unité de transaction, devenant insuffisants comme quantité, en face du nombre énorme de transactions qui s'effectuent, par leur moyen, directement ou non, à chaque jour et à chaque moment, quelque abondante que puisse paraître et que soit d'ailleurs en réalité cette quantité, aujourd'hui sans contredit énorme et colossale, les crises se présentent aussi intenses qu'aux époques où les métaux étaient relativement plus rares; car les métaux précieux ont encore ceci de particulier, que leur abondance engendre, fomente des besoins nouveaux et plus grands.

Pour tous ceux qui suivent le mouvement industriel et commercial des nations, il est certain que ce mouvement a pris des proportions tout à fait extraordinaires, depuis l'affluence anormale de l'or californien, australien et russe. Il est maintenant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bien certain aussi que, loin d'avoir à craindre la réalité des prophéties d'une baisse énorme produite par une trop grande abondance d'or, entraînant à sa suite des perturbations profondes dans les valeurs de toutes choses, ce qu'il y a à craindre plutôt, ce sont des ralentissements de la production californienne, australienne et russe, qui ont excité dans l'industrie et dans le commerce un mouvement progressif, qu'il ne serait pas désirable de voir enrayé. Sous ce rapport, l'abondance métallique est, au contraire, un phénomène des plus heureux.

Examiner ce qu'est devenue la production or et argent dans ces dernières périodes jusqu'à nos jours, telle est la question que nous nous proposons d'aborder, sans nous flatter de la résoudre, car les éléments sont complexes et bien difficiles à réunir, ainsi que le lecteur pourra, du reste, en juger par lui-même.

Nous prenons pour point de départ les quantités totales d'or et d'argent que, d'après Michel Chevalier, Tooke et Newmark, Levasseur, Bordet, Lamborn, Hunt, Bonneville, Khull et autres, nous avons consignées comme production à la fin de 1857, dans un livre intitulé : *Les métaux précieux considérés au point de vue économique,* où nous avons analysé et synthétisé ces résultats.

En 1848, la production totale des métaux précieux est estimée à 30 milliards 152 millions d'argent et 14 milliards 426 millions d'or, soit en tout 44 milliards 578 millions de francs. Dans ces sommes sont compris, comme ancien fonds, provenant des siècles antérieurs à l'année 1500, 700 millions d'argent et 300 millions d'or.

En 1857, nous trouvions le chiffre total de 8 milliards 174 millions extraits depuis 1848, se composant de 2 milliards 170 millions d'argent et 6 milliards 4 millions d'or.

Pendant cette période, la production d'argent était constante et normale; mais celle de l'or était devenue soudainement extraordinaire, s'élevant en moins de neuf ans à près de la moitié de l'or qui existait en 1848.

L'Australie en avait fourni 1 milliard 695 millions; la Californie, 2 milliards 508 millions; la Russie, 678 millions; en tout, 4 milliards 781 millions de francs sur un total de 6 milliards 4 millions. Le reste était la production afférente aux pays producteurs de l'Amérique (Mexique, Nouvelle-Grenade, États-Unis, Pérou, Bolivie, Brésil, Chili), soit 445 millions; aux différents centres européens, soit 65 millions; aux îles de la Sonde et aux Indes, 505 millions; et enfin à la côte guinéenne et au reste de l'Afrique, 108 millions.

En ajoutant les sommes des deux périodes, l'une antérieure à 1848, et l'autre postérieure à 1848, jusqu'en 1857, on trouve pour la production totale en cette année la somme de 52 milliards 761 millions, dont 32 milliards 331 millions en argent et 20 milliards 430 millions en or.

Ce sont ces chiffres qui nous servent de point de départ pour déterminer la production totale à la fin de l'année 1871, objet de cette étude.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Faisons d'abord la part de l'argent.

Aucun changement important ne s'est produit dans la production de ce métal : les méthodes d'extraction n'ont guère changé que dans des détails ; des modifications de gisements argentifères se sont produites, mais elles ont été locales, et le rendement général des divers pays n'a point été altéré d'une manière appréciable. Le Mexique, malgré ses deux guerres, représente toujours près de 60 pour 100 de la production ; le Pérou, le Chili et la Bolivie viennent ensuite, représentant respectivement 9,66, 9,70 et 4,21 de la production totale en argent.

Les quantités de ce métal fournies pendant la période 1857-1871 peuvent s'estimer aux chiffres suivants, basés sur la production normale et moyenne annuelle :

		Millions de fr.
Océanie	Australie	13,8
Amérique	Mexique	2006,2
	Pérou	327,7
	Chili	299,7
	États-Unis	24,0
	Nouvelle-Grenade	17,8
	Brésil	0,9
Europe	Russie	48,3
	Espagne	154,9
	Autriche	92,4
	Saxe	65,6
	Angleterre	49,2
	Hartz	31,4
	Prusse	21,5
	États Scandinaves	19,1
	France et Algérie	10,7
	Italie et autres pays	3,4
Asie	Turquie	34,3

Le total (compte tenu des décimales) s'élève à 3 milliards 367 millions de francs et un tiers.

Voilà pour l'argent. Cherchons maintenant à faire le compte de la production d'or.

Le rôle des gisements aurifères est bien autrement important. La production n'est pas normale ; elle a passé en Australie et en Californie par des phases diverses. En général, les gisements d'alluvion superficiels, les placers en un mot, sont présentement épuisés. Les centres de production sont devenus de véritables exploitations de mines à grande profondeur, exigeant des installations de machines et de matériel considérables et dispendieuses, et des appels de capitaux formidables. Non-seulement les documents statistiques sont difficiles à réunir, mais encore la plupart du temps l'accord entre les appréciations multiples et diverses est loin d'exister. Il a fallu trier, classer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tous ces renseignements péniblement recueillis. Les chiffres que nous donnons sont encore le résultat d'analyses et de synthèses faites dans le même esprit et avec la même méthode, la méthode graphique que nous avons employée dans les évaluations des périodes précédentes. Nos renseignements sont pris dans les travaux remarquables publiés dans l'*Economist,* dans le *Statistical abstract,* l'*Annual Report of United States Director of the Mint,* le *Board of Trade Returns,* les *Annales du Commerce extérieur,* le *Times,* etc., et dans une série de documents privés, correspondances, etc.

Nous avons trouvé comme résultat total (car nous ne pouvons entrer ici dans les détails) les chiffres suivants, pour la période **1857-1871.**

	Millions de fr.
1. Californie. (Principalement extrait de l'*Annual Report of United States Director of the Mint.*).	2 241 150
2. Australie. (Somme faite 1° des exportations d'or de la colonie, diminuées des importations dans cette même colonie, et 2° du monnayage à l'hôtel de Sidney.	
La 1re somme s'élève à. 3 815 125	
La 2e somme, à. 676 150	
Total.	4 491 275
3. Russie. (*The Economist.*).	1 239 750
4. Pays américains. (Nouvelle-Grenade, États-Unis (excepté la Californie), Pérou, Bolivie, Brésil et Chili.) Moyenne annuelle, 49 millions 1/2.	693 000
5. Europe. (Tous les pays, moins la Russie.) Moyenne annuelle, 7 millions 1/4. . .	101 500
6. Asie. (Iles de la Sonde, Indes anglaises, Annam, etc.) Moyenne annuelle, 56 millions.	784 000
7. Afrique. (Côtes guinéennes, Zanzibar, Haute-Égypte, Abyssinie, Kordofan, etc.) Moyenne annuelle, 12 millions.	168 000
Total général de la production de l'or.	9 718 675

Ainsi 9 milliards 3/4 : telle serait la production totale d'or dans la période **1857-1871.**

Le fonds commun se serait donc accru, pendant ce même temps, de 3 milliards 367 millions 1/3 d'argent et 9 milliards 718 millions d'or, en tout 13 milliards environ, 1 milliard par an en moyenne, l'or représentant les 74,77 pour 100 de cette production (en nombres ronds les 3/4).

Le stock total de métaux précieux, d'après ces calculs, s'élèverait au commencement de l'année **1872,** approximativement aux quantités suivantes, en chiffres ronds :

	Millions de francs.
Or total extrait jusqu'en 1857.	20 430
Or de la période 1857-1871.	9 719
Total or.	30 149

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	Report.	30 149
Argent total extrait jusqu'en 1857.	32 331	
Argent de la période 1857-1871.	3 367	
	Total argent.	35 698
	Total général, or et argent.	65 847

De 65 à 66 milliards de métaux précieux, telle serait la valeur totale de ce qu'ont produit, pour la société civilisée actuelle, toutes les mines du globe, capital dans lequel l'or représente près de la moitié, soit 45,58 pour 100.

En 1856, l'or ne représentait sur la valeur de la masse métallique totale que les 38,7 pour 100. Accroissement, 6,88 pour 100.

Ce capital, fonds commun des nations de la terre reliées entre elles par les relations commerciales, est loin d'exister intact; c'est là ce qui été produit par le travail du laveur, du mineur, du fondeur.

Il faut, pour estimer ce qu'il y a de réellement existant, en déduire ce que l'exportation définitive nous enlève, par la thésaurisation des pays orientaux, et ce que fait disparaître la déperdition. Le frai et l'usure des monnaies, la dégradation lente des dorures et argentures, l'amincissement imperceptible des bijoux et objets manufacturés, l'anéantissement des sommes thésaurisées et cachées qu'on ne retrouve plus, l'ensevelissement des métaux précieux au fond des mers, par suite de naufrages; la perte due aux sinistres, incendies, tremblements de terre, éboulements, etc., le déchet occasionné par la refonte et l'affinage des lingots, vaisselles, bijoux, monnaies; la manufacture des matières neuves et vieilles de bijouterie : telles sont les causes nombreuses et agissant avec une certaine intensité, qui amoindrissent le capital mis à jour par le mineur et le fondeur. Une partie seulement des résidus provenant du travail des ateliers est reconstituée à l'état de cendres ou de regrets d'orfévre, et revient alors dans l'industrie sous forme de lingots.

Nous allons maintenant essayer d'indiquer quelle a été la répartition de cette production d'or et d'argent de la période 1857-1871 entre les divers débouchés qu'affectent les matières précieuses.

Les débouchés des métaux précieux sont au nombre de cinq, ainsi qu'il a été dit : le monnayage, l'exportation, la consommation des arts et de l'industrie, la perte et la réserve des banques et des particuliers.

Nous fondant sur une série considérable de données, nous avons présenté les nombres suivants comme étant l'expression probable de l'importance des débouchés aux époques 1848 et 1856.

Le monnayage, en 1848, représentait les 27 pour 100 de la production totale des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

métaux précieux, et en 1856 les 38 pour 100 ; cette production totale était de 44 milliards 500 millions en 1848, et de 52 milliards et 700 millions en 1856. Ces coefficients, il faut le remarquer, ne s'appliquent pas seulement à la France, mais à l'ensemble des pays en relations commerciales entre eux. Rappelons, en passant, que le capital monétaire fabriqué en France apparaît, en 1856, triple de celui de l'Angleterre et quadruple de celui des États-Unis, et que le monnayage dans ces trois pays a été, de 1848 à 1856, de 6 milliards 60 millions (1), c'est-à-dire qu'à elles trois ces nations ont presque absorbé la production totale de 8 milliards 174 millions de métaux précieux de cette période.

Ce phénomène s'aggrave, comme on va le voir, dans la nouvelle période que nous examinons (1857-1871), qui, cependant, excède de 1 milliard et demi la production de 1848 à 1856, jugée si merveilleuse.

Les exportations représentaient 10 pour 100, en 1848, de la production totale et, en 1856, 20 pour 100 ; la consommation des arts et de l'industrie 8 pour 100, en 1856 le double, 16 pour 100 de la production totale ; la perte, 47 pour 100 en 1848 et 26 pour 100 en 1856 de cette même production ; enfin la réserve des banques et des particuliers, à l'état de lingots, 8 pour 100 en 1848 et 5 pour 100 en 1856.

On peut donner le tableau suivant comme résultat de ces éléments importants :

	1848	1856
Monnayage.	12 015 000 000	17 391 000 000
Exportation.	4 450 000 000	10 540 000 000
Consommation industrielle et des arts.	3 560 000 000	8 432 000 000
Perte.	20 915 000 000	13 702 000 000
Réserve des banques et des particuliers en lingots. . . .	3 560 000 000	2 635 000 000
Totaux.	44 500 000 000	52 700 000 000

Voyons ce que sont devenus ces mêmes éléments dans la période 1857-1871.

I. — Pour le monnayage de France, nous avons donné le montant des sommes d'or et d'argent frappées depuis 1855, dans un article du *Journal officiel* du 28 août 1872. Le montant de ce monnayage s'élève, pour la période que nous envisageons, à la somme de 3 milliards 784 millions 1/2.

Le monnayage anglais, dont nous avons également rendu compte dans le même

(1) Le monnayage a absorbé, de 1848 à 1856, pour la France, 2 milliards 800 millions ; pour l'Angleterre, 1 milliard 367 millions ; pour les États-Unis, 1 milliard 893 millions. En tout, 6 milliards 60 millions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

article du *Journal officiel,* s'élève, pour la même période, aux sommes suivantes :

De 1857 à 1862 (*The Economist*).	180 000 000
De 1862 à 1871 (*Second annual Report of the Deputy master of the mint*).	1 415 000 000
Total.	1 595 000 000

Le monnayage de l'hôtel de Sidney, en Australie (*Second annual Report,* etc.), de 1857 à 1870, 595 millions.

Le monnayage des États-Unis, d'après les relevés tirés du *Report of the director of the United States mint,* et celui des autres pays dont l'analyse serait trop longue, s'estime à la somme d'au moins 6 milliards. Le total général serait donc de 11 milliards 975 millions monnayés durant la période que nous envisageons.

Le chiffre total que fournit pour le monnayage *the Economist* pour la même période est de 600 millions sterling, c'est-à-dire 15 milliards, chiffre qui dépasserait la production de 5 milliards de francs et notre estimation d'un tiers.

D'après nos données, la consommation d'or et d'argent pour le monnayage s'élèverait approximativement à 3 milliards de plus que la production totale de 1857-1871, c'est-à-dire que non-seulement le monnayage a été le débouché presque unique de la production des métaux précieux, ce dont on est généralement d'accord, mais qu'il a dû nécessairement absorber une grande partie des lingots des réserves des périodes précédentes.

Il faut, toutefois, ne pas oublier de faire l'importante restriction suivante. Une quantité considérable d'espèces provenant des fabrications précédentes retourne à l'état de lingots par la refonte. Celle-ci se produit chaque fois que les circonstances commerciales ou, pour parler plus nettement, la spéculation des matières d'or et d'argent la rendent avantageuse. Ces lingots, quelquefois, passent à l'industrie; mais plus souvent encore ils demeurent à l'état amorphe, indéterminé, flottant, prêts à se lancer là où se produit un vide. L'intelligence toujours en éveil et la sagacité proverbiale des changeurs, des banquiers et des marchands d'or de tous les pays en général opèrent ces métamorphoses. Il est rare qu'une occasion de lucre possible sur un mouvement de métaux précieux dans un sens donné, ou bien une transformation des lingots en espèces ou réciproquement, passe inaperçue et ne soit pas effectuée souvent par plusieurs maisons à la fois. Ces lingots, sous l'impulsion de ces diverses directions spéculatrices, peuvent donc revenir une et même plusieurs fois sous les balanciers des hôtels des monnaies et, par conséquent, faire double et même triple emploi dans les calculs ci-dessus.

Plus loin, quand il sera question de l'exportation définitive, nous aurons occasion, non pas de déterminer exactement ce qui a été en réalité absorbé de la production pour demeurer à l'état d'espèces monétaires, calcul impossible à exécuter avec les données que nous possédons, mais tout au moins de présumer ce que le frappage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

monétaire général a pu laisser disponible pour les autres débouchés des matières précieuses.

II. — Examinons maintenant l'importance du second débouché, celui de l'exportation, non pas en général, mais de l'exportation définitive, c'est-à-dire de celle qui produit l'écoulement d'une partie des lingots ou des monnaies dans les régions éloignées de l'Asie et de l'Afrique, où ces matières précieuses demeurent, sans plus rentrer dans la circulation européo-américaine.

L'Asie, l'Afrique et la plupart des îles de la Malaisie et de l'Océanie ne participent encore que d'une façon passive et incomplète aux transactions de notre civilisation.

Il se fait bien des échanges, mais surtout de marchandises contre de l'argent, peu de marchandises contre marchandises. Le métal soldeur, qui intervient, va donc s'ensevelir, comme dans des lacs perdus, au fond de ces régions, où la thésaurisation est à son maximum. Ces zones absorbantes constituent comme deux immenses taches dans la carte du monde.

La tache africaine est limitée par la côte occidentale marocaine, depuis Ceuta jusqu'au cap Blanc. Elle longe septentrionalement le Sahara, descend le long du Nil, traverse l'Abyssinie jusqu'au pays de Galla, dessine un contour parallèle à la côte orientale de l'Afrique, en traversant le Zanguebar, le Mozambique, s'étend ensuite en pointe jusqu'au pays des Hottentots, et rejoint le cap Blanc ci-dessus mentionné ; traçant une autre ligne parallèle à l'Atlantique, la courbe traverse le Benguela, le Congo, la Guinée et la Sénégambie.

La zone absorbante asiatique envahit le centre de la Turquie, longe l'Hedjaz, remonte le long du golfe Persique jusque près de Bagdad, couvre la Perse et l'Afghanistan, l'Himalaya, fait une pointe dans le royaume de Siam, borde intérieurement l'Annam, s'étendant sur la Chine tout entière et le Japon, jusqu'au fleuve Amour, longe la Daourie, borne l'Altaï, et vient, en rasant les bords méridionaux du lac Aral et de la mer Caspienne, rejoindre le point de départ turco-asiatique ci-dessus signalé.

Ces contrées absorbantes, qui font disparaître les masses métalliques et diminuent d'autant les ressources de la circulation monétaire, sont, en ce moment, l'objet de nos conquêtes commerciales et politiques. Il est, sinon plus urgent, du moins aussi urgent de conquérir à notre civilisation ces régions, que de ressusciter à la production agricole des landes, des terres marécageuses, des Zuyderzée, par exemple. C'est à notre génération et à celle qui nous suivra immédiatement, que s'impose ce sérieux problème. Déjà des pas de géant se font dans cette voie. Le Japon en tête, les confins de l'Inde anglaise et de la Russie d'Asie, la Chine, le centre de l'Asie, prennent peu à peu part à notre mouvement civilisateur. L'Afrique s'étudie et, grâce au canal de Suez, peu à peu ce pays se laissera assimiler par l'élément européen.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quoi qu'il en soit, l'exportation définitive représente encore aujourd'hui un chiffre considérable, ainsi qu'il résulte des données suivantes, que nous avons pu réunir. . . . . .

Les quantités que nous consignons ici sont celles que nous fournissent les statistiques des douanes. Les documents ne correspondent évidemment qu'à des déclarations qui ne constituent qu'une portion des transports : les sommes exportées par les voyageurs et les capitaines de navires, non déclarées, sont considérables. Depuis que la monnaie d'or tend à se généraliser, les capitaux en espèces sont devenus quinze fois et demie plus facilement transportables que lorsque le numéraire d'argent prédominait. A cette circonstance, qui rend les documents douaniers encore moins probants qu'avant cette transformation, il faut en ajouter une autre très-caractéristique, c'est que le métal argent ne prédomine plus dans les exportations des dernières années **1868, 1869, 1870** et **1871.**

Comme il ne s'agit ici que des sommes qui prennent le chemin de l'Orient (Indes, Chine, Japon, etc.) et celui de l'Afrique (Égypte, Tunisie, États barbaresques, etc.), et comme la majeure partie de ces exportations s'est faite jusque dans ces derniers temps en métal d'argent, matière précieuse pour laquelle les Orientaux ont eu longtemps une préférence marquée, les chiffres que nous empruntons à ces documents peuvent être considérés, croyons-nous, faute d'autres, comme offrant un type minimum suffisamment voisin de la vérité.

Le phénomène de migration des matières précieuses dans les Indes, la Chine, etc., a eu plusieurs alternatives. Humboldt, en **1800**, estimait à **137** millions annuels cette exportation. En **1830**, le mouvement du commerce anglais fortement créditeur semble devenir inverse; mais depuis **1853** l'écoulement de l'argent a repris de nouvelles proportions, qui ont été en croissant rapidement. La balance commerciale des deux mondes était en faveur de l'Orient, en **1856**, de **155** millions, et, en **1858**, de **110** millions. La quantité expédiée de l'Europe était calculée, pour la période de **1848** à **1856**, à **1 600** millions, **20** pour **100** de la production correspondante; l'argent en constituait les **96** pour **100.**

La presque totalité des sommes qui s'écoulent dans les pays orientaux n'est, dans la nouvelle période que nous examinons (**1857-1871**), contre-balancée ni en Angleterre, ni en France, ni en Russie, ni aux États-Unis, par des importations inverses de métaux précieux, de sorte qu'on peut considérer comme sorties définitives les quantités qui passent aux Indes, au Japon, en Chine, etc. Pour les matières qui vont en Afrique, il y a une restitution tellement insignifiante, que l'erreur commise en négligeant pour certaines régions les sommes importées sera minime.

Les tableaux publiés par les douanes françaises démontrent que, dans la période qui nous occupe, l'exportation a pris les proportions suivantes pour les pays désignés ci-dessous et considérés comme absorbants :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	Millions de fr.
Egypte. Différence entre les exportations et les importations des métaux.	422 900
Ile Maurice, Cap, côtes occidentales d'Afrique, etc.	22 200
Algérie.	12 900
Ile de la Réunion.	602 000
Indes anglaises.	27 900
Indes hollandaises (Java).	12 600
Chine, Cochinchine, Océanie.	104 400
Autres pays.	515 600

Total général, 1 milliard 720 millions et demi.

Les années 1870 et 1871 ne sont pas comprises, et on ne peut moins que d'estimer pour chacune d'elles à 1/14 ou à 7 pour 100 la quantité correspondante à l'exportation de ces divers pays, tout en notant cependant une diminution sensible des exportations générales des métaux précieux dans les cinq dernières années, en Chine surtout. C'est donc à une somme de 1 milliard 960 millions qu'il faut estimer l'exportation définitive, officielle de la France seulement, effectuée à peu près moitié en or, moitié en argent.

L'exportation, qu'on peut considérer comme définitive en Angleterre, peut s'estimer de la manière suivante, d'après les données fournies par l'*Economist :*

	liv. st.
Exportation de l'Angleterre dans l'Amérique du Sud.	8 000 000
Exportation de l'Angleterre dans l'Inde.	13 000 000
Exportation de l'Australie dans l'Inde (1).	49 000 000
Total.	70 000 000

constituant 1 750 000 000 de francs pour l'exportation anglaise.

L'exportation définitive des États-Unis et des autres pays, pour lesquels nous manquons de données précises suffisantes, nous paraît devoir être très-faible et négligeable. En effet, si l'on réfléchit : 1° qu'une grande partie des transports ne se fait pas seulement à l'état de lingots, mais aussi en espèces, dont il a déjà été tenu compte dans le monnayage; 2° qu'il y a une notable portion des monnaies d'argent refondue expressément pour le transport dans les pays orientaux, et que, par suite, il y a une surestime certaine par suite de ce double fait; 3° que le mouvement commercial avec les pays est surtout anglo-français, il paraît raisonnable de limiter l'absorption des métaux précieux par les Indes et l'Orient à l'exportation définitive anglo-française,

(1) Un grand courant de métaux précieux s'est établi, depuis 1857, de l'Australie à Galles, où les capitaux se divisent, les uns dirigés sur l'Europe, les autres sur l'Orient, par les dispositions des banquiers des deux continents.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'élevant à 1 milliard 750 millions pour l'Angleterre et à 1 milliard 960 millions pour la France, soit en tout à 3 milliards 710 millions.

Le journal *the Economist,* dans une remarquable étude sur la distribution de *l'or,* fixe à 90 millions sterling cette absorption de l'Orient, c'est-à-dire à 2 milliards 250 millions ; c'est plus de 1 milliard de moins que le chiffre que nous donnons. Nous nous expliquons cette différence dans les calculs de l'*Economist,* en ce qu'il ne tient pas compte du métal argent exporté, ni des exportations françaises, et que ses chiffres n'embrassent que la période de 1858-1871. Notre but n'est pas, d'ailleurs, de fixer la vérité absolue; il s'agit de la serrer d'assez près pour que les phénomènes généraux du mouvement des matières précieuses puissent être compris et apparaissent esquissés dans leurs contours principaux.

Le chiffre de 3 milliards 700 millions, que nous assignons à l'exportation définitive, pour la période 1857-1871, représente les 38 pour 100 de la production totale de ladite période, estimée à 9 milliards 718 millions, de sorte que les premiers débouchés examinés jusqu'à présent représentent déjà, à eux deux, le monnayage, 123 pour 100, l'exportation définitive, 38 pour 100 de la production totale, soit 161 pour 100. L'excédant a dû, ainsi qu'il a été dit, être pris aux réserves en lingots des banques et des particuliers, correspondantes aux périodes antérieures à celle que nous étudions.

(*La fin au prochain cahier.*)

CHEMINS DE FER.

LE CHEMIN DE FER SOUS-MARIN ENTRE LA FRANCE ET L'ANGLETERRE.

Depuis très-longtemps, en Angleterre, l'opinion publique s'occupe du projet de chemin de fer sous-marin entre Douvres et Calais.

Dans le courant du mois de février 1872, une société de capitalistes et d'ingénieurs s'est constituée, à Londres, sous le titre de *Channel-Tunnel Company* (*limited*), dans le but de creuser, aux environs de Douvres et de Calais, des puits profonds et des galeries s'étendant à près d'un kilomètre au-dessous et en avant dans la mer, afin de bien se rendre compte des difficultés qui pourront se rencontrer quand il s'agira de prolonger les galeries sur toute la largeur du détroit, à la rencontre l'une de l'autre. Après ces travaux préliminaires, on pourra décider d'une manière positive s'il y a lieu de continuer ou d'abandonner l'exécution du souterrain.

Les personnes qui ont visité, à Paris, la grande Exposition de 1867 doivent se rappeler les plans et les profils du *tunnel de la Manche,* projeté par M. Thomé de Gamond.

Les études de cet ingénieur datent de 1838. Il a consacré sa fortune et trente-cinq

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ans de sa vie à observer sur les lieux, au bord et au fond de la mer, la constitution géologique du sol, à se rendre compte des difficultés qu'on aurait à creuser sous l'eau un tunnel très-long, et à y faire passer les trains d'un chemin de fer; tout cela est décrit et analysé dans plusieurs mémoires accompagnés de cartes et de plans qui ont excité l'attention et la curiosité du public.

L'idée d'un chemin de fer sous-marin a fait un grand pas et a paru très-sérieuse après les études qui en ont été faites par M. J. Hawkshaw, un des plus éminents ingénieurs de l'Angleterre.

Il a fait sonder les deux rives et le fond de la mer. Il a indiqué une ligne, plus rapprochée de Calais que celle de M. Thomé de Gamond, suivant laquelle on pourrait creuser un tunnel dans un banc de craie très-épais, compacte, homogène, s'étendant sur toute la largeur du Pas-de-Calais. Il a évité de proposer des puits intermédiaires et un port artificiel sur un banc de sable au milieu du détroit, qu'avait imaginés l'ingénieur français, et dont l'établissement aurait présenté de grandes difficultés et des dangers plus grands encore. Le banc calcaire, sur la côte anglaise, a plus de 140 mètres, et sur la côte de France environ 230 mètres d'épaisseur.

L'inclinaison des couches a permis aux géologues d'affirmer que ces deux bancs doivent être en prolongement l'un de l'autre, et que la même masse compacte et homogène s'étend au fond de la mer sur toute la largeur du détroit.

La question qui vient à l'esprit de tout le monde, quand on entend pour la première fois parler du chemin de fer sous-marin, est celle-ci : « Quelle est la plus grande profondeur de la mer entre Douvres et Calais? » — Elle est seulement de 54 mètres.

Par conséquent, si le tunnel est creusé à 100 mètres de profondeur, il aura, pour résister à la pression de la mer, un massif calcaire de 46 mètres d'épaisseur, et, en admettant qu'il soit revêtu d'une bonne maçonnerie, il offrira autant de sécurité que le plus solide de tous les souterrains de chemins de fer.

La possibilité de pénétrer sous la mer est démontrée par les galeries du Cornouailles, où l'on extrait du plomb et du cuivre, et par celles de White-Haven et d'autres points de la côte du Cumberland, où s'exploitent de puissantes couches de charbon.

A Botallach, les mineurs vont chercher le métal sous la mer à 640 mètres de la côte.

A la mine du Levant, ils vont encore plus loin.

A White-Haven, plusieurs galeries s'étendent à près de 5 kilomètres de distance, en ligne droite, de la plage; et si l'on ajoutait les nombreuses galeries transversales qui les relient entre elles, on obtiendrait un développement de plusieurs centaines de kilomètres de voies creusées entièrement sous l'Océan, à des profondeurs variant de 70 à 220 mètres. Jamais l'eau de mer n'y a pénétré.

Pour expliquer le peu d'humidité des galeries de mines sous la mer, on suppose que le fond est couvert d'une substance gélatineuse imperméable. Le fait est que toute pierre, tout rocher immobile au fond de la mer se couvre d'une couche de végétaux ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de coquillages qui forment un véritable enduit, garnissent les fissures et empêchent les infiltrations.

Il est parfaitement reconnu que, dans toutes les mines qui s'exploitent sous la mer, on n'a jamais été gêné par l'eau salée, et, quand il en vient un peu dans les galeries, c'est seulement au-dessous de la surface du sol découvert à la marée basse qu'elle pénètre, et par des travaux bien entendus on parvient facilement à l'arrêter.

Tout cela démontre que le chemin de fer sous-marin ne présentera aucun danger au sujet de l'invasion des travaux par l'eau de mer, soit pendant, soit après sa construction.

Nous avons dit que le tunnel serait entièrement creusé dans le banc de craie qui s'étend sur toute la largeur du détroit; il faut examiner maintenant si cette craie, tout en étant à l'abri des infiltrations venant d'en haut, ne serait pas elle-même saturée d'eaux souterraines en telle quantité qu'on ne pourrait pas les épuiser et que les travaux en seraient inondés.

Les géologues sont tous d'accord pour admettre que l'Angleterre et la France ont été réunies autrefois par un isthme, et que ce sont les grands courants de l'Océan vers la mer du Nord qui ont raviné le sol et produit la coupure qui représente aujourd'hui le canal de la Manche. Cette coupure est donc le résultat de l'affouillement du terrain par les eaux, et ne provient pas de la dislocation de la croûte terrestre par des secousses volcaniques, comme dans la région des montagnes.

Chaque fois que l'on a sondé ou que l'on a creusé des puits dans les bancs calcaires qui servent de base à la constitution géologique du sol au-dessous de Calais et de Douvres, les quantités d'eau qu'on y a rencontrées sont réellement insignifiantes.

Les observations faites permettent de conclure que l'on sera complétement à l'abri de toute infiltration importante dans les travaux du chemin de fer sous-marin, puisque le tunnel doit être creusé entièrement dans un banc de craie qui a plus de 200 mètres d'épaisseur et qui est complétement étanche.

Malgré toutes ces conditions de sécurité, l'entreprise ne se serait pas poursuivie si elle ne présentait pas en même temps des avantages relatifs à la durée et à la dépense des travaux, qu'il n'était pas possible de prévoir il y a vingt ans, et que de puissantes machines perforatrices, nouvellement inventées, permettent de réaliser.

A l'époque où M. Thomé de Gamond a publié son premier mémoire sur le *tunnel de la Manche*, les ingénieurs croyaient qu'il était absolument nécessaire de faire des puits pour multiplier les chantiers d'attaque d'un long souterrain; ils ne supposaient pas qu'il serait possible de terminer en moins d'un demi-siècle une galerie de 34 kilomètres de long, qu'il faudrait creuser en partant des deux extrémités et en employant les moyens ordinaires, c'est-à-dire seulement la main-d'œuvre des mineurs. C'est pour cela que M. Thomé de Gamond avait imaginé des puits et un port en pleine mer, que de nouvelles études et les critiques des ingénieurs anglais lui ont fait abandonner.

Si l'on ne s'était pas servi, au mont Cenis, des machines des ingénieurs Sommeiller

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et Grattoni, on aurait mis plus de vingt ans à creuser le souterrain de 13 kilomètres par où passent les trains qui circulent aujourd'hui entre la France et l'Italie.

C'est en employant des appareils plus perfectionnés qne l'entrepreneur Louis Favre, de Genève, compte achever en huit ans, sans puits intermédiaire, un tunnel de 15 kilomètres de long à travers le Saint-Gothard, dans des roches plus dures que celles du mont Cenis.

Des galeries dans la craie se font avec la plus grande facilité et à très-bas prix. Celles du puits de Douvres ont coûté seulement de 25 à 30 francs le mètre cube, y compris l'enlèvement des déblais à la surface du sol.

L'exécution facile du tunnel sous la Manche semble devoir être assurée par l'emploi d'une machine inventée par un ingénieur anglais M. Brunton, qui, depuis plusieurs années qu'il l'a essayée, l'a soumise à des épreuves variées et lui a fait accomplir, surtout dans la craie grise de la nature des bancs qui sont au fond de la mer, un travail extrêmement remarquable.

Cette machine marche comme une tarière faisant un trou cylindrique dans du bois. Mise en mouvement rotatif par la vapeur ou par l'air comprimé, elle entaille et coupe un massif de craie sur une section circulaire de 7 pieds ou $2^{m},10$ de diamètre. La craie, réduite en poussière, tombe sur une bande de toile tournant sur des rouleaux, et elle est versée par un mouvement continu, solidaire de celui de la machine, dans des waggons qui l'emportent sur des rails hors de la galerie.

Les ingénieurs anglais, qui s'intéressent à la traversée de la Manche, ont naturellement dirigé toute leur attention sur la machine Brunton destinée à faire la galerie de reconnaissance du grand tunnel sous-marin. Ils l'ont essayée sur des falaises aux environs de Rochester. La rapidité de sa marche en avant est vraiment extraordinaire : elle atteint 1 mètre et $1^{m},20$ par heure; à ce taux, il ne faudrait pas plus de deux ans pour franchir en galerie, avec deux machines semblables marchant à la rencontre l'une de l'autre, la longueur totale du souterrain entre Douvres et Calais.

Les ingénieurs ont pu calculer alors quelle sera la dépense de la galerie, car elle se compose : 1° du travail des machines perforatrices et d'épuisement, dont la force est déterminée d'avance; 2° de la main-d'œuvre, qui semble ne devoir pas être considérable, puisqu'il ne faut qu'un petit nombre d'ouvriers pour faire marcher les machines; 3° enfin de la durée des travaux, qui peut varier entre deux et quatre ans.

En tenant compte de ces trois éléments de dépense, on est arrivé à reconnaître qu'il ne faudrait pas plus de 20 millions de francs pour creuser, en deux ans, la galerie de reconnaissance du grand tunnel de $2^{m},10$ de diamètre. Cette galerie une fois achevée, le succès de l'entreprise générale serait assuré. On en calculerait d'avance, avec la plus grande rigueur, toutes les conditions d'exécution et de dépense.

Après cela, comme il ne s'agirait plus que d'élargir la galerie pour avoir le souterrain à grande section, comme l'est, par exemple, celui du mont Cenis, on estime qu'il suffira de quatre ans et de 100 millions de francs pour terminer complétement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'entreprise, y compris la construction des rampes d'accès pour raccorder le tunnel sous-marin aux chemins anglais près de Douvres et aux chemins français près de Calais.

Après les renseignements qui précèdent et qui sont extraits d'une brochure de M. Bergeron, voici, d'après les *Annales industrielles*, de nouvelles informations sur un autre projet de tunnel dû à M. W. Austin (1).

« Le point caractéristique du projet Austin consiste à substituer à la maçonnerie de briques une maçonnerie en gros blocs de béton aggloméré : ces blocs de formes identiques sont obtenus par moulage dans des ateliers spéciaux; ils sont en forme de voussoirs, mais les joints de pose, au lieu de présenter des faces planes, ont la forme d'angles dièdres, de telle sorte que les abouts des blocs s'engagent les uns dans les autres; il en résulte que, la maçonnerie une fois en place, il y a encastrement complet, sans qu'aucune partie puisse céder dans aucun sens.

« De là résulte une grande solidité dans la construction. D'autre part, tandis que les briques se détériorent dans un milieu humide, ces blocs ont une durée indéfinie sans réparations.

« Enfin, et c'est là un point principal, ces blocs se prêtent à une mise en place très-rapide, qui peut être exécutée au moyen de machines.

« Les machines employées pour cette pose consistent en une sorte de grue à axe horizontal portant un bras mobile, et qui, au moyen de machines à vapeur, peut recevoir tous les mouvements nécessaires pour saisir les blocs, les amener et les poser à leur place.

« La disposition des blocs, qui sont perforés de deux canaux longitudinaux, rend cette manœuvre très-facile.

« La rapidité de cette opération est telle, que l'on peut aisément poser 20 mètres courants de maçonnerie en vingt-quatre heures, de sorte qu'en attaquant le tunnel par les deux extrémités le travail pourrait être terminé en trois ans.

« Les moyens d'excavation prévus permettent de faire marcher avec une rapidité à peu près égale l'approfondissement du tunnel.

« Le tracé qui semble aujourd'hui préféré par les ingénieurs français est celui de South-Foreland près de Douvres, à Sangatte près de Calais.

« Toutefois, la société du Musée géologique de Londres fait, en ce moment, exécuter des sondages sur le parcours de Folkestone au cap Grinez, et cette opération pourra apporter un nouvel élément pour le choix du tracé.

« Sans préjuger ce résultat, et en considérant le tracé aujourd'hui en faveur, entre South-Foreland et Sangatte, on se trouve dans un puissant banc de craie, dont l'épais-

---

(1) Le *Bulletin* a déjà parlé de ce projet. (Voy. 2e série, t. III, 1856, p. 120.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seur n'est pas inférieure à 60 mètres, et qui est sensiblement parallèle au fond de la mer.

« D'après la consistance de cette craie, on pourrait pousser les travaux en avant du muraillement et procéder par l'abatage par couches concentriques, de manière à faire travailler sur plusieurs chantiers à la fois.

« La faible dureté de cette roche permet de se passer de l'emploi de la mine, et de la découper par des havages circulaires effectués mécaniquement.

« Le devis des dépenses de ce projet s'élève à 625 millions pour trois tunnels à double voie. L'un des tunnels serait exclusivement réservé aux voyageurs et aux trains de grande vitesse, un second aux voyageurs de petite vitesse et aux messageries, et le troisième aux marchandises ordinaires de petite vitesse.

« Ces tunnels sont de section circulaire, ce qui facilite l'emploi des machines à excaver et à murailler.

« A la base de chaque tunnel, et en dessous des voies, se trouve une rigole d'égout qui sert à recueillir les eaux d'infiltration, et dont on peut profiter pour l'aérage pendant ou après les travaux.

« La ventilation naturelle serait aidée par deux cheminées d'appel placées sur les deux rives ; le projet Austin prévoit, en outre, les moyens de construction d'une tour centrale au milieu du détroit, et qui aurait pour but d'activer l'exécution du tunnel et de faciliter l'aérage.

« Il ne faut pas s'exagérer cependant la difficulté que présente l'aérage ; l'expérience des tunnels de grande longueur, déjà existants, permet de préciser et de réduire à leur juste valeur les moyens artificiels à employer dans le cas spécial du tunnel sous-marin.

« Les eaux d'infiltration seraient rejetées au moyen de machines placées à la base du puits central.

« Enfin le tunnel serait éclairé au gaz sur toute sa longueur, au moyen de becs de gaz espacés de 50 en 50 mètres.

« Les principaux avantages du projet Austin peuvent se résumer ainsi :

« Tandis que la construction de tunnels en briques prendrait au moins quinze à vingt années, en raison du petit nombre d'ouvriers que l'on peut employer à la fois, on pourra terminer le muraillement en blocs Austin en trois à quatre ans.

« Le muraillement en blocs, une fois terminé, aura une durée indéfinie, étant inattaquable aux agents atmosphériques, tandis que les briques ne résistent qu'imparfaitement à leur action et se détériorent à l'humidité. »

(*Journal des travaux publics.*)

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

73e année. Troisième série, tome I. Juin 1874.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

GÉOLOGIE.

RAPPORT, *fait par* M. GRUNER, *sur un* OUVRAGE *publié par* M. DELESSE, *ingénieur en chef des mines, sous le titre de* LITHOLOGIE DU FOND DES MERS.

On sait que la plupart des terrains dont se compose l'écorce terrestre ont été formés, au sein des mers, par voie de *sédimentation*. Ces dépôts proviennent, les uns, du remaniement de roches plus anciennes ; les autres, d'éruptions sous-marines, de sources incrustantes, de pluies volcaniques, ou encore du travail incessant d'animalcules, tels que les foraminifères, les polypiers, etc.

Mais l'homme, n'ayant pu assister au développement de ces terrains, ne connaît, au fond, ni le mode, ni les conditions, ni la durée de la formation graduelle de ces dépôts sédimentaires.

Pourtant des dépôts analogues sont engendrés journellement, sous nos yeux, au fond des mers et des lacs. Or, de même que les produits de nos volcans *actuels* ont permis de lever un coin du voile qui couvre l'origine des roches plutoniques anciennes, et que l'étude de la flore et de la faune vivantes a permis de reconstituer, par voie de comparaison, la longue série des êtres éteints, on peut espérer que l'examen approfondi des terrains sédimentaires *en voie de formation* conduira également aux conditions qui ont dû présider au dépôt des roches de sédiment plus ou moins anciennes.

C'est le but que s'est proposé M. Delesse dans son ouvrage intitulé *Lithologie du fond des mers*. C'est un premier essai dans une voie nouvelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Delesse cherche à surprendre la nature dans son laboratoire, à la suivre, en quelque sorte, dans la genèse des terrains.

Les dépôts marins en voie de formation peuvent être étudiés sur le rivage ou sur le fond même de la mer. M. Delesse a pris de nombreux échantillons, à marée basse, le long des côtes, et les a comparés aux matières rapportées par les sondes des ingénieurs-hydrographes. Les spécimens, ainsi recueillis, ont été étudiés par voie de triage et de tamisage, par lévigation et au microscope ; puis, en dernier lieu, par des réactifs chimiques, dans le but de déterminer les quantités relatives de carbonate calcaire et de grains siliceux.

M. Delesse a distingué ainsi, sur les rivages et au fond de la mer, les régions couvertes de galets, de sable, de vase, de craie, etc. ; il a représenté ces divers dépôts sur une série de cartes, figurant surtout les mers qui entourent l'Europe et l'Amérique du Nord, et plus spécialement ceux des côtes de la France. Outre les cartes dont je viens de parler, l'ouvrage comprend une série de *tableaux* résumant les analyses des spécimens recueillis, et un fort volume exposant les faits et les conséqnences qui en découlent directement.

Mais M. Delesse a fait plus encore ; il a cherché à remonter des effets aux causes. Après avoir fixé la nature et l'étendue des dépôts qui couvrent le fond des mers, il s'est préoccupé des agents qui concourent à leur formation. Il a réuni, dans son ouvrage et dans ses tableaux, de nombreux documents relatifs au mode d'action des vents, des pluies, des glaciers, des marées, des vagues, ainsi qu'aux effets produits par les rivières, les courants marins, les glaces flottantes, les eaux souterraines, etc.

Tout cela constitue un énorme recueil de faits, présentés sous forme de cartes et de tableaux, qui annonce, de la part de l'auteur, un travail personnel considérable et un ensemble de recherches des plus patientes. On y trouve des cartes sur la distribution des vents et des pluies, sur le régime des fleuves, la marche des marées, celle des courants marins ; et, outre tout cela, des données précises sur le développement de la vie végétale et animale au fond de la mer. M. Delesse montre comment le développement des mollusques et des plantes marines varie avec la nature chimique et minéralogique du fond des mers, la profondeur et la salure des eaux, la disposition des côtes et la nature des roches dont se composent lesdites côtes.

Appliquant enfin ces données à la géologie proprement dite, M. Delesse a pu établir pourquoi des terrains synchroniques sont souvent si différents

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au point de vue de leur nature minéralogique et des fossiles qu'ils renferment.

En résumé, l'ouvrage de M. Delesse ouvre une voie nouvelle, destinée à conduire aux lois qui ont présidé à la formation des terrains sédimentaires. C'est un travail considérable qui pourra être consulté avec fruit par toutes les personnes qui s'intéressent à l'histoire de notre globe.

Par ces motifs, nous demandons que l'on adresse des félicitations et des remercîments à M. Delesse pour l'envoi de son important et savant ouvrage.

Signé GRUNER, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 27 février 1874.

ÉLECTRO-MAGNÉTISME.

THÉORIE ET DESCRIPTION DE LA MACHINE GRAMME, PAR M. LE COMTE DU MONCEL,

Membre du Conseil.

Dans le rapport que nous avons fait, en 1873, au nom du comité des arts économiques, sur le concours ouvert, par la Société d'encouragement, pour un appareil électrique puissant et économique, rapport à la suite duquel le prix a été décerné à la machine de M. Gramme (1), nous n'avons examiné cette machine qu'au point de vue de son importance pour les applications industrielles. Au point de vue scientifique, elle a une valeur encore plus grande, car elle est fondée sur un principe tout à fait nouveau, et semble réunir les deux systèmes d'induction qu'indique, il est vrai, la théorie, mais dont on ne s'était, jusqu'à présent, que fort peu préoccupé dans leur application aux machines magnéto-électriques ; je veux parler de l'induction sous l'influence des effets magnétiques produits dans le noyau de fer enveloppé par l'hélice induite et de l'induction résultant du mouvement de cette hélice

(1) Voy. *Bulletin* de 1873, 2e série, t. XX, p. 271.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

induite devant un système magnétique uniformément polarisé, deux sources qui conspirent dans un même sens et qui peuvent fournir un courant continu quand l'action inductrice peut se déplacer dans une même direction d'une manière continue. Nous allons essayer d'en donner une idée.

Si on approche de l'un des bouts d'un barreau de fer doux enveloppé d'une hélice magnétisante l'un des pôles d'un aimant permanent, le pôle nord, par exemple, il se déterminera un courant d'aimantation dont le sens variera suivant que ce pôle agira à l'une ou l'autre extrémité du barreau. Ce courant sera dû à la transformation du barreau de fer en aimant. Si on éloigne l'aimant, il se produira de nouveau un courant qui sera en sens inverse du premier, et qui correspondra à la désaimantation du barreau. Mais, si on approche le pôle de l'aimant du *milieu de ce barreau*, il n'y aura plus aucun courant de produit, parce que le barreau lui-même constituera alors un aimant à point conséquent, et que l'effet d'induction produit à droite de ce point sera combattu par l'effet produit à gauche. Or il résulte de ce principe que, si ce noyau de fer, entouré de son hélice, est recourbé de manière à former un anneau, on ne pourra obtenir ni courants d'aimantation ni courants de désaimantation par l'effet du rapprochement ou de l'éloignement de l'aimant, quel que soit, d'ailleurs, le point où on le dirige, car les parties, à droite et à gauche, du point influencé sont alors polarisées de la même manière. Toutefois, si on déplace l'aimant parallèlement à l'axe du barreau, c'est-à-dire circulairement autour de l'anneau, il n'en sera plus de même, et il se produira un courant qui ne sera ni d'aimantation ni de désaimantation, mais qui durera tout le temps que l'aimant sera en mouvement dans un même sens, temps qui pourra être indéfini en raison de la forme circulaire du barreau. Il changera seulement de direction quand le mouvement s'effectuera en sens contraire. Ce courant peut provenir, dans certaines conditions d'enroulement de l'hélice, de deux actions différentes et simultanées, mais qui ont toutes les deux pour cause le déplacement successif des polarités développées aux différents points du noyau magnétique de l'anneau, sous l'influence de l'aimant inducteur. L'une de ces actions est le résultat de la perturbation magnétique déterminée dans l'anneau lui-même par l'interversion successive des polarités, perturbation qui doit donner lieu, ainsi que je l'ai démontré, à une réaction analogue à celle que l'on observe, quand à un effet de désaimantation on fait succéder un effet d'aimantation dans des conditions opposées; et comme dans de pareilles conditions les courants résultants sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dirigés dans un même sens, et que, par suite du mouvement de proche en proche de l'inducteur, ils se succèdent sans interruption, on obtient, en définitive, un courant continu qui ne change de direction que quand on change le sens du mouvement du pôle inducteur. L'autre action résulte du mouvement même du système magnétique inducteur devant les spires de l'hélice induite, ou, ce qui revient au même, du mouvement de ces spires devant le système inducteur.

Quand l'hélice annulaire est continue et enveloppe l'anneau magnétique dans toute son étendue, cette dernière action est peu énergique, car, comme nous allons le voir à l'instant, il se produit deux effets contraires; de sorte que, dans ce cas, les courants dus à la première cause existent à peu près seuls; et, d'après les expériences de M. Gaugain, ce sont les moins énergiques; mais si l'hélice induite est divisée en petits tronçons espacés les uns des autres, et que, tout en communiquant entre eux en tension (c'est-à-dire de manière que le bout extérieur du fil de l'un corresponde au bout intérieur du fil du suivant), ces tronçons soient reliés individuellement à un collecteur de courant par des dérivations prenant contact sur le collecteur, à 90 degrés du pôle inducteur, les effets dont nous parlions, au lieu d'être contraires, pourront se superposer et accroître considérablement l'énergie du courant déjà créé dans l'hélice par l'interversion des polarités de l'anneau ; de plus, on pourra faire réagir, d'une manière utile, les deux pôles opposés de l'aimant conducteur, en les disposant aux deux extrémités d'un même diamètre de l'électro-aimant annulaire.

Pour qu'on puisse comprendre cette réaction, il suffit de considérer qu'un électro-aimant annulaire tournant entre les deux pôles magnétiques d'un aimant en fer à cheval se trouve magnétisé de telle façon que le système semble être constitué par deux aimants semi-circulaires réunis l'un à l'autre par leurs pôles de même nom ; d'où il résulte que sur la ligne équatoriale, c'est-à-dire sur le diamètre perpendiculaire à la ligne joignant les deux pôles de l'aimant inducteur, il existe deux régions neutres, et que l'hélice magnétique est dextrorsum pour l'un des côtés de l'anneau, et sinistrorsum pour l'autre côté. Or examinons ce qui se passe quand on fait mouvoir, devant un pareil système magnétique, des hélices de petite longueur, comme les tronçons d'hélice dont il a été question:

Si nous considérons d'abord l'effet par rapport à un seul de ces aimants semi-circulaires, on comprendra que la résultante des actions des spires de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'hélice magnétique correspondant à la ligne neutre de cet aimant, celui des tronçons de l'hélice induite qui abandonnera cette ligne pour se diriger vers le pôle inducteur nord, par exemple, engendrera, d'après la loi de Lenz, un courant induit direct (1). En même temps le tronçon d'hélice qui suivra s'approchant de cette résultante déterminera un courant induit inverse. Il en sera de même du côté opposé de l'anneau, mais la résultante magnétique, de ce côté, étant, par rapport au sens de l'enroulement des bobines, dirigée en sens contraire de celle que nous considérons, les courants résultants se trouveront être, par rapport aux premiers, dans un sens contraire, c'est-à-dire dirigés de telle manière que les courants résultants du rapprochement de la résultante magnétique de gauche seront de même sens que les courants résultants de l'éloignement de la résultante de droite ; et, comme cette action se répète pour tous les tronçons de l'hélice situés dans chaque moitié de l'anneau, au-dessus et au-dessous du diamètre correspondant aux deux lignes neutres, il en résulte que tous les courants engendrés dans chacune des moitiés de l'hélice annulaire sont dans un même sens, mais opposés entre eux d'une moitié à l'autre. Toutefois, comme ils sont recueillis, après chaque passage d'un tronçon, devant les deux résultantes magnétiques au moyen des dérivations correspondantes au collecteur, ils se trouvent, par le fait, dans le cas de deux courants issus de deux piles égales disposées en quantité (c'est-à-dire réunies par leurs pôles semblables), et, au lieu de s'annuler, ils se superposent en quantité.

---

(1) On peut avoir la preuve de la vérité de cette interprétation du phénomène en interposant, entre les deux pôles du grand électro-aimant de Faraday à pôles opposés, une tige de fer doux sur laquelle on peut faire courir une bobine d'induction très-courte, de 2 centimètres de longueur par exemple; sous l'influence de cet électro-aimant, cette tige acquiert deux polarités différentes à ses deux extrémités, et le milieu fournit une ligne neutre comme dans les aimants hémi-circulaires que nous considérons. Dans ces conditions, on peut savoir dans quel sens dévie le galvanomètre sous l'influence du courant induit développé dans l'hélice au moment de l'aimantation de la tige. Or, si on ramène vivement l'hélice du milieu de cette tige vers l'une ou l'autre des extrémités de cette dernière, on obtient un courant qui est *dans le sens de la démagnétisation* ; et, si on effectue le mouvement inverse, le courant est dans le sens de l'aimantation. Donc ce n'est pas parce que l'hélice se *dirige de la ligne neutre vers les pôles de la tige magnétisée* que le courant induit se développe, ce qui entraînerait des courants de même sens que les courants d'aimantation, mais parce que l'hélice *s'éloigne de la résultante de toutes les actions dynamiques provoquées par les spires de l'hélice magnétique*, et le même raisonnement peut être fait quand on rapproche l'hélice de cette résultante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la théorie que nous venons d'exposer, nous avons raisonné comme si l'hélice annulaire était seule mobile; mais il est facile de comprendre que, quoique mobile avec cette hélice, le noyau annulaire présente toujours, eu égard au collecteur et aux différentes parties de l'appareil, des polarités invariables dans leur position, et conséquemment le système d'anneau de fer tournant se trouve dans les mêmes conditions qu'un système magnétique constitué par des aimants permanents fixes; seulement, avec cette disposition, on peut adjoindre aux courants induits résultants du mouvement de l'hélice ceux résultants de l'interversion des polarités, ce qui rend cette disposition plus avantageuse que les autres. Toutefois, nous devons le dire, c'est surtout l'expérience et l'observation des effets produits dans les machines d'induction qui ont été, pour M. Gramme, les véritables guides dans sa découverte, et la question théorique telle que je viens de l'exposer est le résultat de mes propres recherches, aussi bien que de celles de M. Gaugain. (Voir les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LXXIV, p. 1338, et t. LXXV, p. 138, 627, 825.)

Comme le fer est susceptible d'une aimantation bien supérieure à celle que peut conserver l'acier trempé, et que la force des électro-aimants est, d'ailleurs, infiniment plus énergique que celle des aimants en acier trempé, M. Gramme a combiné son système de bobine d'induction annulaire au système magnéto-électrique de Ladd, dans lequel la bobine de Siemens se trouve alors supprimée; et, pour donner encore plus de force à cette disposition, il a constitué le système électro-magnétique avec un double système d'électro-aimants à deux branches opposées l'une à l'autre par leurs pôles de même nom. Il en résulte, au milieu du système, deux pôles conséquents d'une très-grande énergie, et c'est entre ces pôles, qui se trouvent prolongés et contournés en forme de freins, que se trouve adaptée la bobine annulaire, dont l'axe de rotation porte le collecteur des courants.

Telle est, en résumé, la disposition de la machine Gramme. Nous allons maintenant l'étudier dans ses différentes formes, et nous commencerons par l'appareil à lumière, qui est le plus puissant.

Machine à lumière. — Dans la machine à lumière, il y a trois bobines annulaires et, par conséquent, trois doubles systèmes d'électro-aimants à pôles conséquents, ce qui constitue douze branches enroulées d'hélices magnétisantes. Un de ces anneaux, avec le système électro-magnétique qui lui correspond, est destiné à aimanter tous les systèmes électro-magnétiques et à en faire des aimants d'une très-grande force ; les deux autres fournissent le cou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rant induit utilisable. La machine comporte donc deux collecteurs de courants.

Ces collecteurs consistent dans deux manchons de matière isolante adaptés aux deux extrémités de l'axe de rotation des anneaux, et à la surface desquels viennent se présenter, isolées les unes des autres, les extrémités des dérivations métalliques qui partent des fils de jonction des divers tronçons de l'hélice induite. Sur ces manchons appuient de larges frotteurs métalliques composés de faisceaux de fils de cuivre réunis à plat les uns contre les autres, de manière à former comme des espèces de balais. Ces faisceaux sont inclinés sur le manchon, et portés par des pièces métalliques à travers lesquelles ils peuvent glisser, de manière à être repoussés plus ou moins, au fur et à mesure de leur usure. Ces espèces de balais sont disposés de manière à frotter à la fois sur trois contacts. Ce système de frotteur est excellent et donne de très-bons contacts.

Quant à la machine en elle-même, elle est d'une simplicité extrême : tout le bâti qui la porte est constitué par les pièces de fer qui forment le système électro-magnétique lui-même et qui lui donnent l'apparence d'une cage rectangulaire supportée par six colonnes revêtues des hélices magnétisantes, et dont les plateaux supérieurs et inférieurs, qui sont en fer, jouent le même rôle que la culasse des électro-aimants ordinaires.

Le fil enroulé sur les électro-aimants fixes est du numéro 18 et pèse 250 kilog.; celui des bobines annulaires est du numéro 12 et pèse 75 kilog. Le poids de la machine entière ne dépasse pas une tonne.

D'après les expériences et les calculs qui ont été faits par M. Fontaine, l'habile ingénieur qui dirige l'exploitation de ces machines, la force du courant fourni par la machine à lumière dont nous parlons est équivalente à celle qui serait fournie par une pile de Bunsen composée de cent cinq éléments multiples réunis en tension, et composés chacun de cinq éléments en quantité, ce qui suppose, par conséquent, une pile de 525 éléments Bunsen.

Machine à galvanoplastie. — Cette machine fonctionne maintenant d'une manière usuelle, dans l'usine galvanoplastique de M. Christofle, qui en a été tellement satisfait, qu'il a renoncé définitivement aux piles. La disposition de cette machine est à peu près la même que celle que nous venons d'étudier, seulement elle est de dimensions beaucoup moindres, et les électro-aimants inducteurs, au lieu d'être verticaux, sont horizontaux.

Ces machines ont été calculées pour produire un dépôt de 600 grammes d'argent par heure avec une vitesse de rotation de 300 tours par minute ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elles pèsent 460 kilog.; le fil enroulé sur les électro-aimants fixes pèse 135 kilog., et celui des bobines annulaires 40 kilog. La force nécessaire à la marche normale est d'environ un cheval de force. La tension du courant produit est celle de deux éléments Bunsen ordinaires, et la quantité correspond à 32 éléments.

Il serait très-intéressant de connaître le rapport exact entre la force électrique produite et la force mécanique exigée pour le fonctionnement de l'appareil, afin qu'on pût juger, comparativement, si cette machine utilise mieux que les autres la force employée; mais ces expériences n'ayant pas encore été faites, nous ne pouvons qu'émettre, à leur égard, un desideratum qui pourrait bien vite être satisfait, puisqu'il ne s'agirait que de déterminer la quantité de chaleur développée par les courants ainsi produits.

Pour être justes nous devons dire que la disposition générale de la machine Gramme avait été combinée, avant lui, par M. Worms de Romilly, comme l'atteste un brevet pris par ce dernier en 1866 ; mais la théorie qui l'avait guidé n'étant pas la même que celle sur laquelle M. Gramme a basé son invention, il a introduit dans sa machine différentes dispositions qui, en l'éloignant du but que s'était proposé M. Gramme, c'est-à-dire de la suppression du commutateur, la faisaient rentrer dans la catégorie des machines ordinaires.

Nous donnons, ci-dessous, les chiffres des expériences faites par M. Bouilhet avec la machine à galvanoplastie, expériences suivies pendant près d'une année. Le tableau n° 1 indique le dépôt d'argent fait avec la machine Gramme en faisant varier la surface, et il prouve que la marche normale correspond à un dépôt de 200 grammes d'argent à l'heure par mètre carré.

D'autres expériences avaient, d'ailleurs, démontré que la vitesse de 300 tours était la plus convenable, pour un travail régulier, sans échauffement de la machine, et que le dépôt était de 600 grammes pour une surface de 7 mètres carrés de surface d'anode.

Le tableau n° 2 montre les effets de la machine de Wilde essayée concurremment avec la machine Gramme. On y voit que le dépôt d'argent, par heure, atteint 170 grammes par mètre carré de surface, avec une vitesse de 2 400 tours par minute.

Le tableau n° 3 ne donne les résultats que de quelques expériences sur les dépôts de cuivre, mais ces résultats sutfisent pour montrer que le problème est aussi bien résolu pour le cuivrage que pour l'argenture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n° 1. Dépôt de l'argent.

Résumé des expériences faites avec la machine Gramme construite pour déposer théoriquement 600 *grammes par heure.*

NUMÉROS des expériences.	DATES.	DÉPÔT total.	TEMPS du dépôt.	SURFACE d'anode.	DÉPÔT par heure.	DÉPÔT par heure et par mètre carré.	OBSERVATIONS.
1	27 août.	5973 gr	7h 50'	5m,3550	766 gr	143 gr	mauvais.
2	28 —	5905	7 50	id.	757	141	Dépôt.
3	29 —	5972	7 50	id.	766	143	Piqûres.
4	30 —	6117	7 50	id.	784	146	»
5	6 septembre.	1980	2 50	3,5700	707	198	Bon.
6	6 —	1985	2 45	id.	722	202	Dépôt.
7	6 —	2014	2 45	id.	732	205	»
8	7 septembre.	1557	2 35	2,6775	603	225	mauvais.
9	7 —	1598	2 45	id.	581	217	Dépôt.
10	7 —	1540	2 40	id.	578	216	Grains.

n° 2. Dépôt d'argent.

Résumé des expériences faites avec la machine de Wilde, comparativement avec la machine de Gramme, et sur le même bain d'argent.

NUMÉROS des expériences.	DATES.	DÉPÔT total.	TEMPS du dépôt.	SURFACE d'anode.	DÉPÔT par heure.	DÉPÔT par heure et par mètre carré.	OBSERVATIONS.
1	9 septembre.	1481 gr	2h30	2m,6775	423 gr	158 gr	
2	9 —	1144	2 30	id.	457	170	
3	10 —	1481	3 05	id.	480	179	
4	10 —	1689	3 35	id.	472	176	

Dépôt de la *machine Gramme* à différentes vitesses :

Vitesse 275 tours. . . . . 525 gr. à l'heure.
— 300 — . . . . . 605 —
— 325 — . . . . . 675 — (La machine s'est échauffée.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n° 3. **Dépôt du cuivre.**

Résumé des expériences faites avec la machine Gramme.

EXPÉRIENCES faites sur des pièces.	DATES.	DÉPÔT par heure.	SURFACE de l'anode. (Plomb.)	SURFACE du cathode. (Cuivre.)	PILES employées en marche normale.
1re expérience.	25 octobre.	142 gr	0m,90	1m,25	20
2e —	26 —	142	id.	id.	id.
3e —	28 —	133	id.	id.	id.
4e —	29 —	125	id.	id.	id.
5e —	30 —	128	id.	id.	id.
6e —	5 novemb.	161	1,30	1,70	26
7e —	6 —	146	id.	id.	id.
Expériences faites sur des plaques de gutta.	10 octobre.	155	2,00	1,90	

On peut admettre, d'après ces expériences, que la machine Gramme représente le travail de vingt piles et produit 150 grammes de cuivre par mètre carré d'anode et par heure avec ANODE INSOLUBLE.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 10 REPRÉSENTANT LA MACHINE GRAMME.

Les figures 1, 2 et 3 représentent la coupe verticale, l'élévation et le plan en dessus de l'ancien modèle de la machine Gramme pour la galvanoplastie, tel qu'il a été présenté à la commission de la Société, et tel qu'il avait été appliqué dans les ateliers de M. Christofle, en 1872.

La figure 4 représente en perspective le nouveau modèle, qui se rapproche beaucoup de celui que l'inventeur avait construit pour ses machines à lumière. En principe, la seule différence qui existe entre ces deux modèles, c'est que, dans le premier, le système électro-magnétique est disposé horizontalement, tandis que, dans le deuxième, il est disposé verticalement.

Les mêmes lettres représentent les mêmes organes dans ces différentes figures.

A A est l'arbre de couche du système tournant, sur lequel sont fixés, 1° les deux électro-aimants annulaires R R, R′R′, qui jouent le même rôle que les bobines induites dans les autres machines; 2° les cylindres collecteurs I I, I′I′, où se recueillent les courants engendrés dans les électro-aimants R R, R′R′; 3° les poulies M, pour la transmission du mouvement. Cet arbre tourne sur deux piliers creux P P′, munis de boîtes de graissage.

B B, bâtis en bois ou en fer de l'appareil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C C′, grandes plaques de fer doux servant de culasses aux deux systèmes d'électro-aimants doubles, complétés de chaque côté par les bobines E, E′, E″, E‴.

E, E′, E″, E‴, bobines des électro-aimants destinés à agir comme inducteurs d'après le système de Ladd. Les bobines E, E′, E″, E‴ sont fixées, de chaque côté, avec les noyaux de fer qu'elles recouvrent et qui sont aplatis sur les culasses C, C′; de sorte que ces bobines sont au nombre de huit, dont quatre appartiennent à un même électro-aimant, et constituent ensemble deux systèmes d'électro-aimants à quatre pôles, qui sont opposés l'un à l'autre par leurs pôles semblables. Ces pôles ainsi réunis constituent, par conséquent, deux des pôles *conséquents* N, S, N′, S′, qui, en s'épanouissant sur quatre pièces de fer arquées *nn, ss, n′n′, s′s′*, lesquelles enveloppent les électro-aimants annulaires R R, R′R′, constituent les pôles *inducteurs*.

F F′, frotteurs à balais métalliques appuyant sur les cylindres I I, et servant de collecteurs pour les courants induits développés au sein des électro-aimants annulaires R R. Il existe un double système de ces frotteurs, placés symétriquement des deux côtés de l'appareil. Ceux qui sont représentés sur la figure 2 et désignés par les lettres F F′ correspondent aux courants induits de l'anneau R R, qui ont pour mission d'animer le système électro-magnétique E E, E′E′; les autres, désignés par F″F‴, correspondent aux courants induits de l'anneau R′R′ qui fournissent le travail utile.

I I, I′I′, grand cylindre divisé en deux et constitué par deux séries de lames métalliques isolées, reliées métalliquement aux fils de jonction des divers éléments des électro-aimants annulaires par des appendices métalliques *i i*, *i′i′*. Ces lames sont séparées les unes des autres par des épaisseurs en matière isolante et se présentent dénudées aux deux extrémités du cylindre I I′, de manière à former deux commutateurs circulaires à parties alternativement conductrices et isolantes sur lesquelles appuient les frotteurs F, F′, F″, F‴.

M, poulies de transmission de mouvement.

N N′, pôles conséquents nord du système électro-magnétique inducteur.

P P′, piliers creux munis de coussinets et de boîtes à graisse, sur lesquels tourne l'arbre A A.

R R′, électro-aimants annulaires, constituant les générateurs des courants induits. Le premier de ces électro-aimants est relié au système électro-magnétique E, E′, E″, E‴ par les frotteurs F F′, et a pour mission d'animer ce dernier système en lui faisant acquérir son maximum d'aimantation; l'autre est relié, toujours par l'intermédiaire des frotteurs F″ F‴, avec les électrodes du bain galvanoplastique et produit le travail utile. Ces deux électro-aimants annulaires sont, comme il est dit dans le rapport, constitués par une série d'hélices magnétisantes séparées les unes des autres, et réunies en tension, et c'est sur les fils qui opèrent cette réunion que sont soudées les lames *i i*, *i′ i′*, qui communiquent aux collecteurs I I, I′I′.

S S′, pôles conséquents sud du système électro-magnétique inducteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

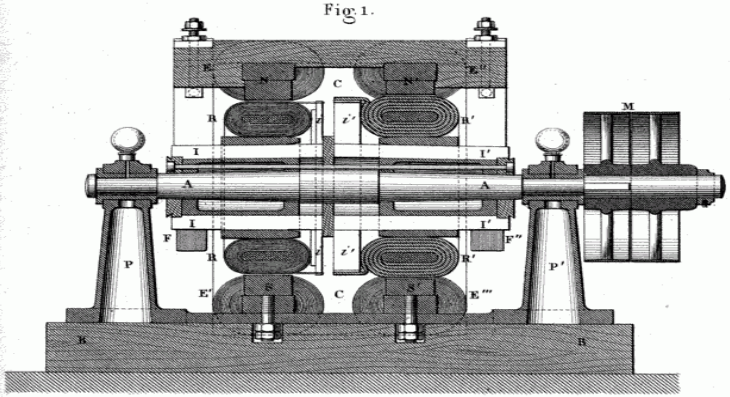


Fig. 2.

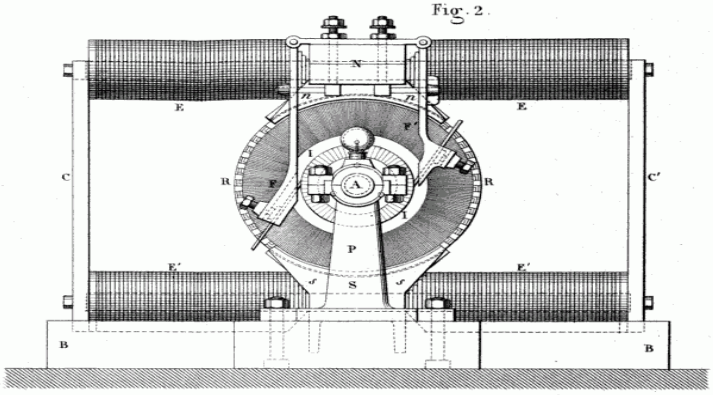


Fig. 3.

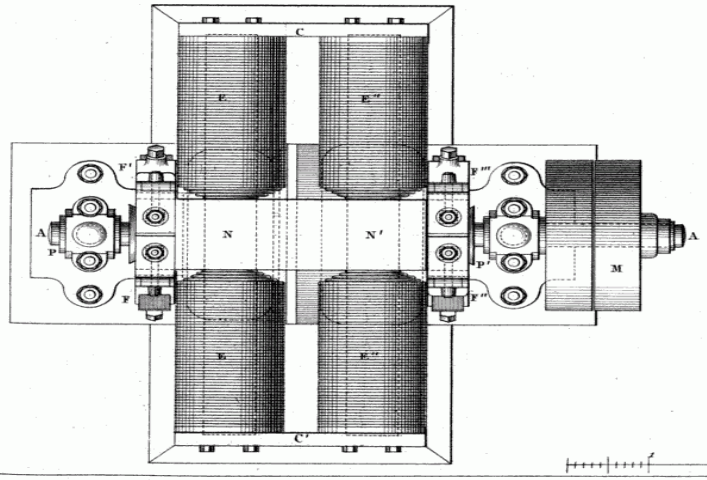
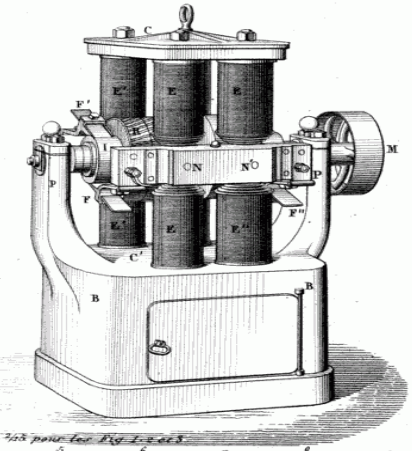
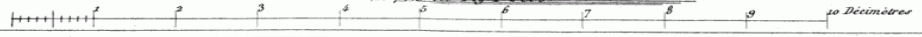


Fig. 4.



Échelle de 1/18 pour les Fig. 1, 2 et 3.



P. Lamoureux, r. de Lacépède, 38 Paris.

Ad. Leblanc del. et sc.

MACHINE MAGNÉTO-ÉLECTRIQUE, PAR M. GRAMME.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$ii, i'i'$, lames de communication établissant la connexion entre les éléments des électro-aimants circulaires et les collecteurs des courants.

$nn, n'n'$, épanouissement des pôles conséquents nord, en forme de freins circulaires, pour réagir sur les électro-aimants annulaires sur une plus grande étendue.

$ss, s's'$, épanouissement des pôles conséquents sud, exerçant la même action que les précédents, mais en sens opposé.

(D. M.)

STATISTIQUE AGRICOLE.

DES PROGRÈS DE L'AGRICULTURE AUX ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE PENDANT LES DIX DERNIÈRES ANNÉES, PAR M. TISSERAND,

Membre du Conseil (1).

Le développement des États-Unis date d'un nombre d'années relativement petit.

Les premiers pionniers qui vinrent se fixer dans les États qui constituèrent plus tard la Nouvelle-Angleterre apparurent à la fin du XV^e^ siècle, et surtout au commencement du XVII^e^; ils s'établirent entre les premiers contre-forts des Alleghanys et la côte de l'Océan, au moment même où la France commençait, de son côté, la colonisation du Canada.

Cette époque était un temps de fermentation intellectuelle et politique dans la Grande-Bretagne. Les principes de la liberté, les droits des hommes, et particulièrement ceux des Anglais, la nature, l'exercice et les objets du gouvernement y étaient les sujets d'une discussion générale, et beaucoup de personnes avaient embrassé avec chaleur les maximes libérales. De plus, comme la religion d'État tenait de la couronne sa force et ses droits, l'Église anglicane soutenait la doctrine de l'obéissance passive et du droit divin, et les puritains, en défendant leur liberté de conscience, étaient forcés d'attaquer le pouvoir temporel et de défendre leur liberté civile. Il en était

(1) Communication faite dans la séance du 9 janvier 1874.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résulté, d'une part, des tendances d'oppression et, de l'autre, une lutte véritable.

Ces circonstances avaient poussé au delà de l'Atlantique un certain nombre de ces hommes ardents, entiers dans leurs convictions, et qui, sentant le besoin d'établir la liberté sur les bases les plus larges, voulaient convertir en vérités pratiques les maximes générales de la liberté religieuse et politique, qu'on admettait dans la théorie.

Ces hommes convaincus et déterminés apportèrent dans leur nouvelle patrie leurs idées d'émancipation, de liberté, et de droit à la représentation, en laissant derrière eux les entraves que la Cour et l'Église cherchaient à imposer à leurs concitoyens du continent, telles que servitudes féodales, ordres privilégiés, corporations, etc.

Ce ne furent donc pas de simples chercheurs d'or, des aventuriers avides de richesses, le rebut de la société anglaise, qui jetèrent les premiers fondements de la colonie. Ce furent des hommes austères, soutenus par une foi civile et religieuse robuste, de rigoureux puritains, des hommes bien considérés et bien établis chez eux, qui, s'arrachant aux douceurs d'une existence large et assurée, vinrent, pour le triomphe d'une idée, pour obéir à un besoin purement intellectuel, s'exposer à toutes les rigueurs de l'expatriation ; la société sur le vieux continent leur paraissant corrompue et asservie, ils l'abandonnèrent pour en créer une nouvelle d'après leurs idées.

Ces hommes durs, laborieux, aimant la vraie liberté par-dessus tout et sachant la respecter chez leurs semblables, essentiellement pratiques, ne poursuivant que le triomphe du vrai et du juste, s'attachèrent à la culture du sol, le défrichèrent, s'organisèrent, se donnèrent une constitution en conformité avec leurs doctrines. Les premiers établissements, où ils s'étaient groupés pour l'exercice de leur culte et où les mœurs patriarcales, avec la pratique d'une religion sévère, régnaient en souveraines, se développèrent rapidement. Leur trop-plein ne tarda pas à donner naissance à de nouveaux centres, qui se multiplièrent à leur tour et constituèrent d'autres établissements. C'était comme des essaims s'échappant continuellement de la ruche-mère pour aller se fixer ailleurs, sans jamais trop s'éloigner du centre ni perdre des habitudes des premiers jours.

L'esprit puritain, indépendant, se conserva donc religieusement. Les institutions se modelèrent sur les idées politiques et religieuses des premiers colons. La métropole n'y prit garde, elle avait bien autre chose à faire, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le *self-government* devint la seule règle de ces hommes habitués à ne compter qu'avec eux-mêmes et avec leur conscience.

On conçoit ce que dut devenir une colonie avec des hommes de cette trempe.

Bien différentes furent l'origine et l'évolution de la colonie française au Canada. Le point de départ était le même; la population, au milieu du XVII^e^ siècle, y comptait le même nombre d'individus; l'avenir semblait même plus souriant sur les rives du Saint-Laurent.

La *Nouvelle-France* présentait, en effet, des conditions d'établissement plus avantageuses. Son sol était plus riche; ses eaux plus poissonneuses; de magnifiques rivières l'arrosaient et la mettaient en communication avec d'immenses lacs intérieurs; les bois et les productions naturelles abondaient; une baie, admirablement dotée par la nature, en rendait l'accès facile. Malheureusement les colons ne furent pas des hommes de même caractère, de mêmes aspirations et de mêmes aptitudes.

Notre histoire coloniale, il faut bien l'avouer, est généralement affligeante; ce ne sont que combats, abus et erreurs, des dépenses énormes, des expéditions aventureuses, des plans avortés, une réglementation excessive et l'absence de tout esprit d'indépendance et de self-government établi sur des bases durables.

Dans la métropole, on se figure qu'on colonise avec les rebuts et les non-valeurs, alors que, pour réussir, dans les conditions difficiles, il faut l'élite des administrateurs, des hommes ardents, zélés, et des colons durs au travail et d'une foi robuste.

Tandis que l'Angleterre envoyait à l'Amérique du Nord ces puritains austères, qui fuyaient la corruption de la métropole, la France, à la même époque, cédait à d'autres entraînements : des Ministres mal informés, inhabiles et prévenus, se montraient faciles aux courtisans, donnaient des concessions de terres immenses et se portaient à des spéculations financières désastreuses. Le monopole paralysait toute industrie naissante, il ne s'occupait que de vendre le droit de chasse. Quelques gouverneurs capables et dévoués, comme Roberval et Chamblain, cherchèrent à arrêter le mal dans sa source, mais leurs efforts furent constamment paralysés par le gouvernement de la métropole, en proie aux intrigues de toutes sortes. Une politique fatale ne permit même pas aux victimes de la révocation de l'Édit de Nantes de retrouver, au Canada, une nouvelle patrie : les malheureux fugitifs durent aller aider, de leurs lumières, de leur expérience, à la puissance de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nos voisins, et préparer la prospérité industrielle et la grandeur de nos ennemis!

Quant aux colons, ils étaient, à quelques exceptions près, des fils de famille ruinés, venus à la recherche des moyens de refaire une fortune perdue, pour la plupart, dans la dissipation et le jeu, ou bien c'étaient encore des gens sans aveu, fuyant la patrie à cause des comptes à y rendre. Il s'y trouva cependant nombre d'hommes au cœur vaillant et généreux, à l'esprit chevaleresque, mais ceux-ci comme les autres, négligeant le défrichement des terres, préférèrent les profits et les aventures de la chasse. Tous ces colons furent d'intrépides trappeurs; les lacs et les épaisses forêts n'eurent pas de dangers qu'ils ne bravassent; ils ne se laissèrent pas arrêter par les cataractes des fleuves. Toujours à la recherche des périls, ils furent en lutte continuelle avec les sauvages auxquels ils disputaient le gibier; courant partout, ils arrivèrent jusqu'aux bouches du Mississipi, mais ils ne se fixèrent nulle part, car on ne peut appeler établissements les quelques fortins qu'ils construisirent çà et là, sur d'immenses espaces, au milieu et à la merci des tribus hostiles. La famille ne peut se constituer d'une façon sérieuse avec une existence aussi aventureuse.

Dans de telles conditions, le développement du Canada ne pouvait pas être le même que celui des États-Unis. Aussi, tandis qu'au moment où la guerre de l'Indépendance éclatait, la colonie anglaise était arrivée à posséder une population de près de 3 millions d'âmes, la colonie française n'en avait encore que 200 000, et celle-ci a mis soixante-dix ans, même avec l'Administration anglaise, pour atteindre un égal résultat. Dès 1776, la Nouvelle-Angleterre avait une organisation tellement solide, qu'elle pouvait lutter contre l'Angleterre et conquérir son indépendance.

Après le traité de Versailles, qui fonda la république des États-Unis, le développement de ce pays prit un nouvel essor et sa puissance n'a fait que grandir d'année en année.

Aujourd'hui, les États-Unis possèdent un territoire grand comme l'Europe, environ 800 millions d'hectares, et une population de 40 millions d'habitants.

Ces considérations posées, nous allons plus particulièrement examiner les progrès accomplis par les États-Unis pendant les dix dernières années.

En 1860, la population était de 31 millions; elle s'est donc accrue d'un quart environ en dix ans, ou de 2,22 pour 100 par an.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La classe des agriculteurs compte pour 22 pour 100 dans le chiffre de la population (1). En France, elle compte pour 53 à 54 pour 100.

Les progrès de la culture ont été encore plus rapides que l'accroissement de la population.

La valeur de la propriété foncière a augmenté de 126 pour 100 dans les vingt dernières années. Elle est évaluée actuellement à 100 milliards.

En 1850, la surface des terrains appartenant à des particuliers ou à des établissements publics était, en nombre rond, de 117 millions 1/2 d'hectares, dont 44 millions 1/2 étaient en culture.

En 1860, il y avait 162 800 000 hectares appartenant à des particuliers, et sur ce nombre il y en avait 65 millions en culture.

En 1870, la surface des domaines privés a doublé par suite de l'activité des ventes publiques. Elle a atteint quatre fois l'étendue de la France. Le nombre des hectares améliorés ou livrés à la culture s'y est élevé à 75 millions, en admettant que la population agricole des États-Unis soit de 10 000 000 d'âmes, on trouve 7 hectares 1/2 de culture par tête; en France, il n'y en a guère que 1 1/2.

Le nombre des exploitations a augmenté dans une proportion aussi importante :

En 1850, le nombre des fermes était de.	1 449 000
En 1860, il a atteint.	2 044 000
En 1870.	2 660 000

C'est la petite propriété qui domine aux États-Unis.

En effet, 2 100 000 fermes ont chacune moins de 40 hectares, 565 000 fermes ont de 400 à 200 hectares; moins de 20 000 comptent plus de 200 hectares.

---

(1) La population totale, de 10 ans d'âge et au-dessus, était de 28 228 945, en 1870. Elle comptait 5 922 471 personnes engagées dans les professions agricoles, savoir :

Propriétaires exploitants et fermiers.	2 977 711
Ouvriers agricoles.	2 885 996
Vignerons.	1 112
Régisseurs.	3 609
Jardiniers.	31 565
Conducteurs de bestiaux.	15 369
Personnel de laiteries.	3 550
Apiculteurs.	1 085
Personnel employé à l'exploitation de la résine.	2 478

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les 2 100 000 petites exploitations se décomposent ainsi :

6 875	fermes ayant moins de	1 hectare 1/4,
172 000	fermes ayant de	1 hectare 1/4 à 4 hect.,
294 600	—	4 à 8 hect.,
847 600	—	8 à 20 hect.,
754 000	—	20 à 40 hect.

Les grandes fermes comprennent :

15 873	exploitations de	202 à 404 hect.,
3 720	—	404 hect. et au-dessus.

Les petites fermes augmentent de plus en plus; ainsi la moyenne des exploitations était de :

82 hect. 13 ares	en 1850,
80 hect. 1/2	en 1860,
62 —	en 1870.

L'Administration, dans ses ventes de terre, favorise à dessein l'établissement de la petite propriété; elle limite l'étendue de chaque lot, pour ne pas créer ces monopoles de terre qui sont la ruine de la colonisation; elle a fixé à 125 hectares le maximum de terrain qui peut être acheté par le même individu, et n'admet les grandes concessions de territoire que pour les établissements publics qu'il s'agit de doter, ou pour la construction de certains chemins de fer. Ainsi, la Compagnie du *Grand Pacific Rail road* a obtenu du Congrès, à titre de subvention, l'abandon, sur 1600 mètres de chaque côté de sa voie ferrée, du territoire public que cette grande ligne traverse. Par un acte du Congrès en date du 2 juillet 1862, donation a été faite d'une surface de terres publiques, grande comme la France, à tout État qui a fait les fonds nécessaires pour l'érection et les frais de premier établissement d'une école centrale d'agriculture, du commerce et de l'industrie.

La législation des États-Unis s'est ingéniée à édicter toutes les dispositions de nature à rendre la propriété le plus accessible possible à tous les colons, et à un prix excessivement bas. Des bureaux sont ouverts à cet effet, et, en dehors des ventes publiques qui ont lieu à certaines époques, chacun peut faire choix du lot qui lui convient, pour le prix moyen de la dernière adjudication publique ; d'année en année les terres non vendues provenant des adjudications subissent une baisse dans leur prix de vente, de façon à tomber à quelques francs par hectare, et on donne de grandes facilités de payement; tout cela pour encourager les petits colons à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

acheter. L'acquisition faite, on n'attend ni un mois, ni une semaine, ni un jour son titre de propriété, on le reçoit séance tenante ; et, le jour même, on peut prendre possession de son bien. Le tout se fait sans frais à la charge du colon.

L'accroissement de la valeur du cheptel et du matériel de fermes a suivi celui du capital foncier.

En 1870, les fermes étaient évaluées comme fonds à 46 315 millions, ce qui fait une moyenne de 17 500 francs par exploitation et 276 francs par hectare.

Le capital engagé par la culture, en machines et instruments aratoires, était, à la même époque, de. . . . . 1 685 000 000 fr. ;
et le cheptel vivant était évalué à. . . . . 7 626 000 000 (1).

Soit, en tout. . . . . 9 311 000 000 fr.

C'est, par ferme, 3 500 francs et, par hectare, 55 francs ; on peut compter 65 francs au maximum, en y ajoutant la valeur des semences.

Ces chiffres sont bien inférieurs, pour l'unité de surface, à ce qu'ils sont en France. Disons, en passant, que c'est aux inventeurs des États-Unis que nous devons les meilleures moissonneuses et faucheuses ; que ce pays en possède 1 million et demi, qui procurent à l'agriculture des États-Unis une économie annuelle, en salaires, de plus de 1 milliard de francs.

De vastes usines fabriquent ces machines ; il en est dont l'importance est telle, qu'il en sort une machine par 7 minutes, et annuellement 20 à 25 000.

Si nous examinons le capital-travail, qui est le troisième agent de la production, nous le trouvons encore plus faible relativement : les États-Unis, d'après les dernières statistiques, auraient dépensé, en 1870, en salaires et frais d'entretien des ouvriers, une somme de 1555 millions de francs ; cette somme, répartie entre les 2660000 exploitations existant à cette époque, donne une dépense moyenne de 584 francs par ferme, ou de 9 fr. 30 par hectare, et cependant les salaires sont excessifs aux États-Unis, la main-

(1) Le nombre des chevaux de ferme était, en 1860, de 6 200 000 têtes.
en 1870, de 7 140 000
Le nombre des bœufs de travail était, en 1870, de 1 300 000 têtes. On peut estimer, d'après ces chiffres, qu'il y a une tête de bête de travail adulte par 19 hectares cultivés aux États-Unis, proportion de la culture extensive.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'œuvre y fait encore plus défaut que dans nos contrées. Le cultivateur intelligent, versé dans la pratique du métier, gagne aisément de 10 à 12 francs par jour; dans les districts du Pacifique et dans les territoires non encore érigés en Etat, sa journée de paye va jusqu'à 25 francs. Le journalier inexpérimenté, qui n'apporte que ses bras, sans avoir la moindre connaissance du métier, reçoit, en hiver, de 5 à 6 francs par jour; 7 à 8 francs dans les États du Pacifique. Pendant la moisson, alors qu'il faut sauver les récoltes à tout prix, la journée n'a pour ainsi dire plus de taux; 7 fr. 70 est la moyenne des salaires dans les États du centre et de la Nouvelle-Angleterre.

Il ne faut pas croire, d'ailleurs, que l'entretien d'un ouvrier agricole justifie ce taux des salaires; si, à la ville, la vie est très-dispendieuse, à la campagne elle ne l'est pas beaucoup plus qu'en France. La nourriture est comptée, dans les fermes, 1 fr. 50 ou 2 francs au plus par jour et par ouvrier. La dépense des cultivateurs en salaires équivaut donc à 1 journée 1/2 d'homme par hectare exploité, ou à 3 journées au plus par hectare en culture.

Ces chiffres sont la conséquence de la situation économique de l'Amérique septentrionale; la terre y abonde et se vend à bas prix; les colons ne sont pas riches, ils ont peu de capital; la main-d'œuvre est rare et d'un prix élevé. Le système logique de culture consiste alors à faire prédominer l'agent de production le plus abondant, c'est-à-dire celui qui coûte le moins, la terre, et à réduire le plus possible l'emploi de ce qui lui coûte le plus, le capital et la main-d'œuvre. Ce sont là les conditions que réalise la culture extensive; aussi est-ce elle que nous trouvons généralisée aux États-Unis; c'est la seule qui soit rationnelle, qui puisse y être avantageuse : faire autrement serait faire de la mauvaise agriculture. Voilà pourquoi Washington a pu écrire à sir John Sinclair que les procédés de l'agriculture anglaise ne pouvaient convenir aux colons américains, précisément parce qu'ils étaient perfectionnés.

L'histoire nous enseigne, en effet, que les émigrants d'un État riche et bien cultivé, qui ont voulu transporter les systèmes, le bétail et les cultures de la mère-patrie dans des contrées peu habitées et naissant à la vie publique, ont toujours échoué. L'heure n'est pas venue pour les États-Unis de faire de l'agriculture intensive; celle-ci serait, en ce moment, la négation du véritable progrès.

Les produits de cette culture extensive aux États-Unis ont atteint, en 1870, une valeur de 2 448 millions de dollars (environ 12 240 millions de francs)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en grains, paille, fourrages, cotons, tabac. La valeur des animaux abattus ou vendus pour être abattus s'est élevée dans le même temps à 2 milliards de francs; en défalquant la valeur des fourrages consommés par les animaux de travail, on peut estimer que la production réelle des États-Unis en denrées agricoles ne doit pas s'éloigner beaucoup de 12 à 13 milliards de francs (1); c'est 4 800 francs par ferme, et par hectare 76 francs.

Le produit serait de 150 francs par hectare si nous ne comptions que les 75 millions d'hectares cultivés, en négligeant les parcours, les friches que la charrue n'a pas encore attaqués; mais, comme ces terrains produisent du bétail, on peut évaluer à 100 francs par hectare la part qui revient réellement à la culture arable.

67 francs de produit brut, les frais de main-d'œuvre seuls étant déduits, pour un capital engagé (terre, bâtiments et cheptel) de 330 francs par hectare! Tels sont les résultats de la culture extensive de l'Amérique du Nord; ce produit brut représente le cinquième du capital engagé.

Les bonnes cultures de la France ne donnent pas un rapport aussi avantageux. Le produit brut, en déduisant les frais de main-d'œuvre, n'est guère que le sixième ou même le septième du capital engagé.

Le colon américain retire, par conséquent, de ses capitaux, un intérêt plus élevé que nous. Ce produit équivaut, par rapport à la population rurale, à 1 200 francs par tête et doit approcher de 6 000 francs par adulte attaché à la culture du sol. Ces chiffres sont supérieurs encore à ceux que la statistique nous fournit pour l'Europe; d'où il suit que la puissance productive de l'individu, aux États-Unis, est plus considérable que celle des ouvriers agricoles du continent.

Le colon américain récolte peu par hectare; mais il n'en fait pas moins, en distribuant son travail et ses avances sur beaucoup d'hectares, une grande masse de produits et un aussi gros profit que les cultivateurs des régions à culture intensive.

Les mots de *système simple d'agriculture* et *mauvaise agriculture* ne sont donc pas synonymes, et l'Allemand Ebeling, dans sa description des États-

(1) En dehors de cette production,
la culture potagère a fourni un produit de 340 millions de francs.
l'exploitation des bois, — 184 —
les manufactures, — 117 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Unis, commettait une erreur grossière quand il se plaignait, en toute occasion, du défaut d'habileté des agriculteurs américains, qui ne labourent et ne hersent qu'à la surface, ne s'occupent pas d'engrais et ne pratiquent pas la culture alterne !

Les progrès que l'on peut signaler dans l'agriculture américaine consistent bien plus dans l'extension des cultures et dans la mise en valeur de nouveaux espaces que dans le perfectionnement des procédés culturaux. Ces progrès, nous les avons signalés ; ils ont amené les États-Unis à être, de tous les pays civilisés, le plus grand producteur de céréales. En 1850, cette contrée ne produisait pas plus de 290 millions d'hectolitres; en 1870, elle est arrivée à en avoir 550 millions valant 5 milliards (1).

La masse des céréales a donc doublé aux États-Unis en vingt ans. Il a fallu soixante ans à l'Europe pour arriver au même résultat.

La production des grains est, en France, de. 335 millions d'hectolitres;
elle est, en Allemagne, de. . . . . 350 —
en Russie, de. . . . . 500 —
dans la Grande-Bretagne, de. . . . 235 —
en Autriche, de. . . . . 200 —

Les États-Unis, il y a vingt ans, n'exportaient guère en Europe que du coton et du tabac ; aujourd'hui ils expédient au continent pour 400 millions de francs de céréales.

Trois céréales forment le fond de la culture américaine. Ce sont :

1° L'avoine, dans les États les plus septentrionaux;

2° Le froment, sur les côtes de l'Atlantique, dans les États situés au sud des grands lacs du Nord, et en Californie, sur les côtes du Pacifique;

---

(1) Les principaux États producteurs sont :

L'Illinois, pour.	700	millions de francs.
L'Indiana.	410	—
L'Ohio.	520	—
La Pensylvanie.	600	—
New-York.	750	—
Kentucky.	230	—
Tennessée.	300	—
Jawa.	350	—
Californie (française). . .	190	—

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Et le maïs, qui vient surtout dans la grande région du Centre appelée la Prairie.

Le riz, le coton et la canne à sucre servent à l'exploitation du sol dans les régions chaudes du Sud.

Le maïs est, de tous les grains cultivés, celui qui rend le plus aux États-Unis (20 hectolitres par hectare en moyenne). En dix ans, sa production a augmenté de 120 millions d'hectolitres. Elle est aujourd'hui de 370 à 380 millions d'hectolitres. L'Europe entière n'en récolte pas au delà de 80 millions, année moyenne ; c'est le cinquième de la production des États-Unis.

Au point de vue de la consommation intérieure, le maïs joue un grand rôle aux États-Unis : ce grain est employé à l'alimentation publique, et sert à engraisser du bétail et surtout des porcs, sur une vaste échelle ; mais il fournit encore peu à l'exportation. C'est le froment qui constitue la principale céréale du commerce de cette contrée avec le vieux continent ; c'est aussi la culture qui a pris le plus de développement dans les dix dernières années ; en vingt ans, sa production a doublé par suite du doublement de la surface consacrée à cette céréale. Elle a atteint, en 1870, le chiffre de 80 millions d'hectolitres ; le rendement moyen est encore celui de la culture extensive ; il varie entre 10 et 11 hectolitres par hectare. Le montant des exportations en grain et farine s'est élevé à 350 millions de francs. Il y a là un progrès considérable réalisé, progrès qui ne laisse pas d'inquiéter les producteurs français, bien à tort assurément ; car les cultivateurs américains ont de grands frais à supporter, des transports onéreux à effectuer, une main-d'œuvre coûteuse à payer, et ne peuvent, dès lors, envoyer leur blé sur nos marchés qu'autant que les cours atteindront des prix qu'il serait fâcheux de voir dépasser dans l'intérêt général.

La production de l'avoine aux États-Unis est, à peu de chose près, la même que la nôtre ; elle est de 80 millions d'hectolitres.

Pour la culture des pommes de terre, les Américains présentent forcément, en raison du système extensif qui y règne, un état d'infériorité marqué sur tous les pays de l'Europe ; ils n'en produisent actuellement que 42 millions d'hectolitres par an, tandis que la France en récolte le double et l'Allemagne le quadruple.

Mais le grand triomphe de l'agriculture des États-Unis, ce sont ses cultures industrielles.

Tandis que, dans l'Amérique espagnole, les colons avaient la fièvre des mé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

taux précieux et ne s'occupaient que de la recherche de l'or et de l'argent; tandis que ceux du Canada cherchaient dans les produits de la chasse et dans le commerce des fourrures le moyen de gagner de l'argent, les pionniers des États-Unis avaient l'heureuse idée d'introduire dans leurs cultures, dès les premiers jours de la colonisation, une plante admirablement appropriée à leur sol et à leur climat, le tabac; leurs gouverneurs, comprenant que la base la plus solide pour assurer le développement du pays était le capital acquis par le travail agricole et qu'il ne suffit pas d'assurer aux habitants la subsistance, favorisèrent de tout leur pouvoir la culture de cette plante. Grâce à elle, les agriculteurs ont pu acquérir ce qui manque le plus à toute colonie naissante, le capital, et l'Amérique a trouvé les premiers éléments de sa prospérité et de son commerce au dehors. Le coton est venu ensuite s'ajouter au tabac à la fin du siècle dernier et s'est propagé dans les États du Sud.

Après la guerre de l'indépendance, le développement de ces deux cultures éminemment productives prit un nouvel essor et atteignit bientôt les plus grandes proportions.

En 1860, la production du tabac s'était élevée à 217 millions de kilog., et donnait lieu à une exportation de 82 236 000 francs dans la même année.

La culture du coton était arrivée à des chiffres encore plus extraordinaires; elle ne fournissait pas moins, en 1860, de 1 065 400 000 kilog. de coton qui, exportés presque tout en Europe, rapportaient aux États-Unis une somme d'un milliard de francs !

La guerre de sécession est venue un moment compromettre cette prospérité inouïe : les plantations avaient été dévastées, les bâtiments incendiés, les magasins pillés et détruits; ces maux étaient déjà bien grands, mais la paix vint encore les accroître; l'abolition de l'esclavage enleva aux planteurs les bras qui leur étaient indispensables; les nègres émancipés et abandonnés à eux-mêmes désertèrent le travail; malgré l'appât de salaires énormes, de 20 à 25 francs par jour, c'est à peine si les plus laborieux d'entre eux consentirent à travailler un jour sur deux. La ruine de cette culture paraissait imminente : d'autres auraient pu être découragés et abandonner la situation; les planteurs américains, après les premiers moments d'effroi passés, se sont remis à l'œuvre avec une énergie sauvage, et ils ont aujourd'hui, grâce à la propagation d'un outillage meilleur, à l'importation de coolies des Indes et surtout de Chinois, presque regagné le terrain perdu depuis le commencement des hostilités.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1870, en effet, la production, qui, en 1867, était tombée à quelques centaines de mille balles de 200 kilog., est remontée à 3 millions de balles, et à 3 400 000 en 1871. Ces efforts ont été récompensés, et l'exportation, grâce à la hausse du prix de la matière première, a rapporté aux États-Unis une somme de 1 milliard 93 millions de francs, égale au moins à celle qu'elle fournissait, alors que cette culture était, avant la guerre, à son apogée; le marché de la Nouvelle-Orléans voit ainsi renaître son ancienne prospérité !

Pour le tabac, la même reprise de la culture a lieu : les États-Unis en ont produit 262 millions de kilog. en 1870.

Les produits et les profits des autres cultures s'effacent, on doit le comprendre, devant de tels chiffres; aussi ne nous y arrêterons-nous pas.

Nous devons, toutefois, faire mention des efforts tentés pour ajouter dans les États-Unis à ces deux grandes et merveilleuses cultures celles de la betterave à sucre et de la vigne.

L'Amérique du Nord est encore un des grands pays importateurs du sucre (1) et du vin. Mais frappés des immenses ressources que retirent la France et l'Allemagne de ces deux genres de produits, les cultivateurs des États-Unis se sont demandé s'ils ne pourraient pas nous imiter; ils ont, en conséquence, acclimaté la betterave à sucre chez eux : les essais ont réussi dans l'Illinois, l'Ohio et sur les bords du Sacramento; des sucreries ont été fondées. Toutefois les tentatives faites jusqu'à ce jour n'ont été heureuses ni dans le Centre, ni en Californie, par suite du haut prix de la main-d'œuvre, et la betterave en demande beaucoup, et du prix de revient très-élevé de cette racine; d'autre part, l'outillage a laissé à désirer; la direction du service des sucreries a été défectueuse, et les établissements ont fait de mauvaises affaires. Mais l'idée existe, et elle fera son chemin, avec le caractère entreprenant des Américains du Nord. Il est hors de doute que la fabrication du sucre de betterave n'arrive à s'implanter dans cette contrée, et que celle-ci, après être arrivée à suffire à sa propre consommation, ne devienne à son tour un pays d'exportation du sucre.

Pour la production du vin, qui n'intéresse pas moins notre agriculture, les premières tentatives ont été couronnées de succès. Les coteaux de la Californie offrent surtout des conditions excellentes pour la culture de la vigne;

(1) Les États-Unis importent annuellement en ce moment pour 400 millions de francs de sucre et pour 20 millions de vin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on y produit déjà des vins de table assez bons, des vins blancs qui imitent ceux du Rhin; on y fabrique du champagne qui est recherché, faute de mieux, par les Américains. Grâce aux énormes droits qui frappent nos produits à leur entrée sur le territoire de l'Union, les vignerons californiens trouvent des débouchés avantageux et faciles pour leurs produits; aussi les plus grands efforts sont-ils faits actuellement pour la création d'un vaste vignoble en Californie : sociétés d'agriculture, gouvernement, particuliers, tout le monde est à la poursuite de ce but. Avant peu d'années, on peut prédire que la production de cette contrée sera considérable.

La viticulture française a-t-elle lieu de redouter la concurrence des planteurs d'au delà des Rocheuses ? Nous ne le pensons pas. D'après les échantillons que nous avons pu déguster à l'Exposition de Vienne, il n'est pas de vin en Californie, pas plus que dans les autres États de l'Union, qui puisse être comparé aux vins fins de France; or les bordeaux et les champagnes seuls arrivent dans les ports de l'Amérique du Nord. Une grande production de vin, aux États-Unis, aura pour résultat de faire pénétrer davantage dans les habitudes des habitants du nouveau monde le vin comme boisson de table, et, par suite, d'accroître la consommation de nos vins fins qui, quoi qu'on fasse, resteront toujours maîtres des marchés à l'étranger. Notre commerce de vin dans l'extrême Orient, seul, en subira peut-être quelque atteinte, dans un temps plus ou moins éloigné, par suite du voisinage de la Californie.

Pour les produits animaux, les Etats-Unis d'Amérique ont également réalisé, depuis dix ans, des progrès remarquables; mais encore ici les améliorations ont moins porté sur la qualité et le perfectionnement des races que sur le nombre des bestiaux de toute sorte. Des efforts ont été faits toutefois pour introduire des animaux de races précoces, tels que les durhams, les dishleys, les southdowns, les chevaux anglais, percherons et normands; mais ce sont là des améliorations de détail qu'on signale çà et là dans les vieux Etats, voisins de New-York et d'autres grandes cités de l'Est et du Centre, où l'agriculture tend forcément à prendre les allures de celle du continent, en raison du développement de la population; elles s'effacent en présence de l'augmentation énorme, toujours croissante, du *nombre* des animaux produits par l'agriculture : c'est toujours la conséquence du système de culture extensif, qui se préoccupe plus du *nombre* et de la *masse* que de la *qualité*.

Le tableau suivant donne la mesure des progrès réalisés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Effectif des animaux.

	En 1860.	En 1870.	Accroissement en dix ans.
Chevaux.	6 100 000	8 700 000	38,80 p. 100
Gros bétail. . . .	25 000 000	26 000 000	4,00 —
Moutons.	23 000 000	31 000 000	34,78 —
			Diminution en dix ans.
Porcs.	32 000 000	29 400 000	8,12 p. 100

Quoique considérable déjà, cet accroissement n'est cependant pas celui qu'il aurait pu être, à en juger par le passé. La guerre de sécession a fait encore ici sentir son influence néfaste. Il y a eu, de 1862 à 1869, une grande destruction de porcs et de bestiaux; on peut aisément s'en convaincre en comparant les effectifs de 1850 et de 1860 :

	1850.	1860.	Accroissement.
Chevaux.	4 300 000	6 100 000	65,11 p. 100
Gros bétail.	18 000 000	25 000 000	38,88 —
Moutons.	21 000 000	23 000 000	14,28 —
Porcs.	29 000 000	32 000 000	10,34 —

Sans la guerre civile, les accroissements de 1860 à 1870 eussent été au moins les mêmes que ceux de 1850 à 1860.

Les États-Unis possèdent, aujourd'hui, 3 fois plus de chevaux que la France (1), 2 fois plus de gros bétail, 1/4 de plus de moutons et au moins 5 fois plus de porcs!...

Ils ont aussi beaucoup devancé la Grande-Bretagne qui, en y comprenant l'Irlande, possède seulement :

2 648 000 chevaux,
9 346 000 têtes de gros bétail,
31 403 000 moutons,
4 136 000 porcs.

Ils ont autant de bétail que la Russie d'Europe et la Russie d'Asie réunies, presque autant de moutons et 3 fois plus de porcs.

---

(1) La France possède actuellement (1872), savoir :

Chevaux.	2 882 851
Gros bétail.	11 284 414
Bêtes à laine. . . .	24 707 500
Porcs.	5 889 624

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Relativement à la *surface cultivée*, l'Amérique du Nord possède à peu près autant de bétail que la France; elle a plus de chevaux, moitié moins de moutons, mais plus du double de porcs. On trouve, en effet, sur 1000 hectares cultivés :

	Aux États-Unis.	En France.
Chevaux.	116	87
Gros bétail.	346	342
Moutons.	413	750
Porcs.	392	180

Il faut toutefois remarquer que cette supériorité disparaît, si l'on fait entrer en ligne de compte les pâtures non cultivées, qui entretiennent une masse considérable du bétail mentionné ci-dessus; il s'ensuit que, par 1 000 hectares exploités, les colons des États-Unis entretiennent moitié moins de bétail que nous; ils ont environ :

55 chevaux,
155 têtes de gros bétail,
206 moutons,
195 porcs.

Mais, par rapport à la *population*, la supériorité des États-Unis en animaux domestiques reparaît et montre qu'à ce point de vue leur richesse est très-grande et ne le cède à celle d'aucun autre pays. Il existe, en effet, par 1 000 habitants :

	Aux États-Unis.	En France.
Têtes de gros bétail. .	650	313
Moutons.	775	686
Chevaux.	217	80
Porcs.	735	163

Cette production d'animaux a amené les États-Unis, depuis quelques années, à prendre dans le commerce d'exportation de bétail une certaine importance. En 1870, il a été exporté en Europe pour 235 millions de francs de viande abattue; la plus grande masse de ces produits se compose de carcasses de porcs et de lard. Le chiffre de l'exportation du lard est monté, en effet, à. . . . . 50 millions de francs.
celui du jambon, à. . . . . 40 —
celui de la viande de porc fumée, à. . . . . 21 —

Le centre principal de l'élevage du porc se trouve dans la région du maïs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et sur les plateaux boisés des Apaches. La production de cet animal tend à prendre des proportions de plus en plus considérables; elle a déjà donné naissance à d'immenses établissements industriels de tuerie, de salaison et de fumage.

Ainsi les États-Unis qui, il y a vingt ans, n'exportaient que du coton et du tabac sont arrivés, en 1870, à pouvoir envoyer au vieux monde les denrées agricoles suivantes :

Lard, jambons, viande fumée, pour. . .	235	millions de francs.
Céréales.	400	—
Coton.	1 093	—
Tabac.	110	—
Divers.	60	—

Soit en tout pour 1 milliard 900 millions de francs de produits du sol!

Mais ce n'est pas seulement de l'argent que les États-Unis tirent ainsi de l'Europe, ils y prélèvent annuellement un autre élément de richesse, une portion du capital le plus précieux qui existe dans un État, c'est-à-dire du capital humain : je veux parler de l'immigration.

De 1775 à 1815, l'immigration a été faible; elle n'a pas dépassé 3 à 4000 individus par an. Il y a eu progrès de 1815 à 1820, mais, à partir de 1820, le courant a pris d'énormes proportions et n'a fait que grossir d'année en année.

En 1820, les États-Unis avaient reçu, en tout. . .	250 000	émigrants européens.
De 1820 à 1830, ils en ont reçu.	244 490	—
De 1830 à 1840.	552 000	—
De 1840 à 1850.	1 553 300	—
De 1850 à 1860.	2 707 624	—
De 1860 à 1870.	2 750 000	—

Les crises européennes, les guerres, les révolutions accroissent toujours ce formidable courant. Ainsi, en 1871, l'émigration s'est faite à raison de 1 000 individus par jour, 367 789 pour l'année. En 1872, elle a atteint le chiffre de 449 000 personnes! Elle s'est élevée, en totalité, à 8 220 452 depuis le commencement de ce siècle.

En calculant ce que les émigrants apportent avec eux (outils, vêtements, argent, force productive), on trouve que les États-Unis se sont enrichis, au détriment de l'Europe, de près de 50 milliards de francs. Chaque année, ils lui enlèvent, en force vive, une valeur de près de 2 milliards.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tels sont les progrès accomplis par les États-Unis de l'Amérique septentrionale, et cela en supportant, dans les dix dernières années qui se sont écoulées de 1860 à 1870, la plus terrible guerre civile dont il soit fait mention dans l'histoire d'un peuple, guerre qui lui a coûté plus de 30 milliards !!... Et ce pays a encore devant lui d'immenses espaces ! il a à peine en culture la dixième partie de son territoire ; son système d'exploitation est essentiellement extensif. On peut juger, d'après les progrès déjà réalisés, ce que l'avenir lui réserve de puissance.

La présence d'une race entreprenante, issue d'une souche d'hommes austères, de mœurs sévères, animés d'une grande foi religieuse, doués d'une grande indépendance de caractère, pacifiques, attachés au sol, aimant à le cultiver, déterminés surtout à créer dans leur nouvelle patrie une société virile d'après leur image, telle est la cause première du développement des États-Unis. Les mœurs ont pu changer depuis, les sentiments ont pu se modifier plus ou moins, mais le fond du caractère n'a pas disparu. Les assises de granit sur lesquelles repose l'édifice existent toujours et répondent de sa solidité comme de son avenir !

Les causes qui ont ensuite favorisé cette évolution, qui tient du prodige, sont :

— L'abondance, en quelque sorte illimitée, d'une terre propre à la culture avec un climat propice ;

— L'existence d'une législation donnant à tous, sans distinction, les plus grandes facilités pour acquérir de la terre à très-bas prix et favorisant l'établissement de chaque colon ;

— L'absence de toute réglementation de nature à entraver en quoi que ce soit le colon dans sa jouissance et son travail ;

— Le développement d'institutions civiles et politiques, imprimant au caractère de chacun l'énergie, le sentiment de n'avoir jamais à compter que sur soi, et, par suite, l'esprit du self-government ;

— Les salaires élevés ;

— La facilité des transports par terre et par eau (1) ;

---

(1) Indépendamment des magnifiques fleuves qui le parcourent et qui créent une navigation intérieure des plus commodes et des plus considérables, les États-Unis possèdent plus de 85 000 kilomètres de voies ferrées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— L'application, à la culture du sol, du seul système d'exploitation (système extensif), capable d'y être rémunérateur;

— Enfin l'introduction, dans la culture, dès le début de la colonisation, c'est-à-dire au moment convenable, de deux plantes industrielles, merveilleusement appropriées aux sols et aux climats variés du pays, et de nature à lui fournir en abondance le capital, c'est-à-dire ce qui est le premier et le plus grand besoin de toute colonie naissante et la condition *sine quâ non* de son développement.

Il y a là bien des enseignements pour nous, pour nos colonies, et surtout pour l'Algérie. Ils se déduisent d'eux-mêmes et justifieront, j'en ai l'espoir, la longueur des développements dans lesquels je suis entré.

MÉTAUX PRÉCIEUX

SUR LA PRODUCTION ET LA CONSOMMATION GÉNÉRALES DES MÉTAUX PRÉCIEUX DURANT LA PÉRIODE **1857-1871**, PAR M. E. ROSWAG.

(*Suite et fin*) (1).

III. — Nous sommes arrivé précédemment à cette conclusion que, durant la période **1857-1871**, les quantités de métaux précieux représentées par le monnayage et l'exportation définitive dépassent de **61** pour **100** le chiffre total de la production des mines. Nous rappelons que ce chiffre est de **9** milliards **718** millions, et que l'excédant de **61** pour **100** est dû au refrappage des espèces refondues, dont la valeur figure ainsi deux ou plusieurs fois dans les comptes des hôtels des monnaies.

Outre le monnayage et l'exportation définitive, il est un troisième débouché pour les matières précieuses, qui a, comme les deux premiers, acquis plus d'importance depuis l'année **1857** : c'est la consommation des arts et de l'industrie.

Le Bureau de garantie des matières d'or et d'argent nous fournit les chiffres suivants, qui représentent cette consommation pour la France; car ils donnent le poids des matières soumises annuellement au contrôle ou aux droits de garantie et des lingots de tirage soumis aux droits d'argent.

---

(1) Voy. cahier de mai **1874**, p. **248**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En regard du nombre de kilogrammes nous en indiquons la valeur :

Années.	Or. Kilogrammes.	Valeur en millions de francs.
1857.	9 069,20	27,20
1858.	9 335,40	28,00
1859.	9 623,67	28,87
1860.	10 474,28	31,42
1861.	9 872,70	29,62
1862.	10 359,01	31,08
1863.	14 137,36	33,41
1864.	9 351,60	21,04
1865.	9 293,21	20,90
1866.	9 434,11	21,22
1867.	10 272,88	23,11
1868.	10 158,28	22,85
1869.	11 823,02	26,60
1870.	6 429,86	14,47
1871 (1).	7 000,00	15,75
	Total.	375,54

Années.	Argent. Kilogrammes.	Valeur en millions de francs.
1857.	94 683,06	18,93
1858.	88 880,44	17,77
1859.	89 908,09	17,98
1860.	95 225,73	19,04
1861.	90 513,15	18,10
1862.	90 528,78	18,10
1863.	85 709,78	17,14
1864.	68 432,05 (2)	11,63
1865.	66 278,95	11,26
1866.	68 428,61	11,63
1867.	68 545,28	11,65
1868.	68 518,63	11,65
1869.	73 994,30	12,58
1870.	41 636,14	7,08
1871 (3).	50 000,00	8,50
	Total.	213,04 (4)

(1) Par estimation.

(2) L'argue de Lyon, le seul établissement de l'État où l'on tirât encore des lingots en fils, a été supprimé au 1er janvier 1864.

(3) Par estimation.

(4) Il y a quelques quantités insignifiantes à ajouter de petits bureaux de province.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'ensemble des deux métaux donne donc une valeur de 588 millions, 58.

Plusieurs causes militent en faveur de l'opinion, que la consommation française industrielle représente une somme plus grande :

1° Les quantités relevées sont cotées aux prix de 2250 francs le kilogramme d'or, de 150 francs le kilogramme d'argent et de 170 francs le kilogramme d'argent doré, prix en général inférieurs à la réalité ;

2° Il est avéré qu'il y a une notable partie des bijoux soustraite à l'obligation du contrôle.

En retour, parmi les matières qui sont contrôlées, une certaine portion inconnue provient de la refonte de matières vieilles et des monnaies. Nous admettons que les trois causes d'erreur se compensent entre elles : ainsi la part du bijou d'or apparaît dans ces tableaux presque double de celle de l'argent, et la moyenne annuelle, consommée par la bijouterie et l'orfévrerie fine, s'élève à 40 millions de francs.

Les industries qui consomment l'or et l'argent à l'état d'alliages (plaqué, diverses compositions, soudures, etc.) ou à l'état de produits chimiques (photographie, argenture des glaces, etc.) consomment une quantité de métaux précieux qu'il ne nous est pas possible de déterminer exactement. Pour les périodes antérieures à 1857, nous l'avons estimée à 10 pour 100 de la quantité indiquée ci-dessus pour la bijouterie et l'orfévrerie fine. Si nous faisons de même ici, la consommation de ce chef doit être de 4 millions par an.

Les industries nombreuses de dorure et d'argenture, au trempé, à la pile, au mercure, les batteurs d'or, les fabriques de bijoux en doublé, si répandues à Paris, celles de passementeries en galons, épaulettes, ornements militaires et civils ; les manufactures de tissus brochés d'or et d'argent, celles d'ornements d'église, cadres, bois dorés, reliures, bronzes dorés, porcelaines, etc., absorbent des quantités considérables de métaux précieux, et les applications si nombreuses que les procédés à la pile ont vulgarisées et rendues générales n'ont pas peu contribué à étendre considérablement cette dépense.

M. Levasseur, dans son livre *La question de l'or,* admettait une consommation annuelle de 36 millions de francs pour l'or et 14 millions pour l'argent, en tout 50 millions, durant la période de 1848 à 1856. En prenant cette moyenne pour la période 1857 à 1871, nous trouvons une somme totale de 750 millions pour la consommation des arts et de l'industrie en France.

Nos renseignements sur l'Angleterre, les États-Unis, la Russie, l'Allemagne et les autres pays sont tout à fait incomplets.

L'*Economist* toutefois, dans son numéro du 31 août 1872, estime la consommation anglaise de l'industrie et des arts à 2 millions st. d'or par an, soit 50 millions de francs. Ce résultat est énorme ; il provoque de la part du journal en question des réflexions qui tendent à prouver qu'il n'y a aucune exagération dans le chiffre, en présence du grand développement industriel du pays.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'argent, dans le compte de l'*Economist,* n'est pas compris, et cependant le bijou d'argent est plus commun et plus dans les habitudes anglaises que dans les nôtres.

Les relevés que nous possédons, antérieurs à 1857, de la *Goldsmith Company* démontrent que le bijou d'argent figurait, en général, pour huit fois la valeur du bijou d'or. Pour cette raison, et faisant entrer en ligne de compte ce fait indubitable, savoir : que l'affluence australienne a démodé notablement le premier en faveur du second, nous pensons qu'il convient de considérer comme égales les deux quantités de matières précieuses consommées. Le chiffre de 100 millions de francs ainsi obtenu paraît devoir être encore, malgré son importance, un minimum de la consommation anglaise.

Pour la détermination de la masse métallique consommée par les nations autres que la France et l'Angleterre, nous userons des types dont nous nous sommes servi pour la période antérieure à 1857, et dont nous avons justifié les éléments d'après Jacob, Mac Culloch et Humboldt. Nous obtiendrons de cette façon, pour les quinze ans de la période dont il s'agit, les résultats généraux suivants :

France.	750 000 000 fr.
Angleterre.	100 000 000
Suisse, autres pays de l'Europe et Amérique du Nord.	1 500 000 000
Total.	2 350 000 000 fr.

Soit 28 pour 100 de la production totale des mines.

Conclusion. — En ajoutant ces 28 pour 100 aux 61 pour 100 indiqués au commencement de cet article, nous trouvons que les quantités de métaux précieux qui passent par les trois débouchés, monnayage, exportation définitive et consommation industrielle, excèdent de 89 pour 100 la production des mines.

Il nous reste à examiner les quantités qu'absorbent les deux derniers débouchés, savoir : la perte due au frai, à l'usure ou aux causes accidentelles, et les réserves en lingots des banques et des particuliers.

IV. — La perte moyenne, due au frai et à l'usure des monnaies, est calculée à 1/4 p. 100 par an par MM. Tooke et Newmark, les célèbres auteurs de *History of Prices,* qui, les premiers, ont traité avec netteté cette question des métaux précieux jusqu'en 1856. Mais comme il faut tenir compte également de la grande déperdition qu'occasionnent les dégradations lentes et le travail même de la dorure, aujourd'hui beaucoup plus répandu que dans les temps passés, ainsi que des accidents et de toutes les autres causes de disparition des matières précieuses que nous avons signalées précédemment, nous avons estimé la valeur des métaux précieux absorbés par la perte à environ 1 pour 100 de la production.

En appliquant ce coefficient pour la période 1857-71 que nous considérons, nous obtenons une somme disparue de 97 millions pour les quinze dernières années.

En ajoutant le chiffre de 1 pour 100 à la proportion des métaux précieux absorbés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par les trois premiers débouchés, nous trouvons qu'elle s'élève à 190 pour 100 de cette production.

V.—La réserve des lingots, dans les banques et chez les particuliers, est un chiffre spécialement difficile à déterminer. En 1848, avant l'affluence californienne, cette réserve était assez aisée à estimer. Elle était approximativement de 8 pour 100 de 44 milliards 1/2, production totale à cette époque, soit 55 625 000 fr.

Le monnayage en double, qui surcharge la part fixée à ce débouché, était une quantité alors presque insignifiante.

En 1857, la réserve est de 5 pour 100.

Les 52 milliards 671 millions, total général de la production jusqu'en 1857, se décomposaient ainsi :

	Pour 100.	Millions.
Monnayage.	28	14 712
Exportation définitive. . . .	11	6 084
Industrie et arts.	10	4 867
Perte.	44	23 040 (1)
Réserve.	7	3 968
Total.	100	52 671

Pour la période en étude, les résultats acquis nous donnent les chiffres suivants :

	Total en 1857.	Période 1857-1871.	Total en 1871.
Production.	52 671	13 086	65 757
Monnayage.	14 712	11 975	26 687
Exportation définitive. . . .	6 084	3 700	9 784
Industrie et arts.	4 867	2 750	7 617
Perte.	23 040	97	23 137
Réserve.	3 968		

On voit que le total, dans la troisième colonne (en 1871) des quatre premiers débouchés, donne 67 225 millions, c'est-à-dire 1 milliard et 455 millions de plus que la production totale.

Évidemment, le monnayage est, ainsi que nous l'avons dit, compté pour une somme trop forte. Les quantités qui sont repassées sous les balanciers, d'abord en Australie ou aux États-Unis, puis en Angleterre, en France, en Allemagne et dans les autres pays, sont de beaucoup plus considérables qu'on ne le suppose.

(1) L'auteur dit que ce chiffre rectifie celui donné dans le précédent article; mais nous ferons remarquer que, dans le mémoire original tout entier, il y a des erreurs nombreuses qu'il eût été utile de rectifier également et qui proviennent, sans doute, d'un oubli de correction des épreuves. (R.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En cherchant à déterminer à quelle somme le frappage en double ou en triple des masses monétaires peut s'élever, nous avons examiné les rapports détaillés des directeurs des monnaies du Royaume-Uni et des États-Unis : ils n'indiquent absolument rien. Le « Report » anglais n'indique qu'un frappage d'argent correspondant aux pièces retirées de la circulation pour cause d'usure : les chiffres s'élèvent pour la période de 1861 à 1871 à la valeur nominale de 1 236 900 livres sterling, soit environ 31 millions, somme tout à fait insignifiante, en regard du chiffre de 1 milliard 455 millions de francs trouvé ci-dessus pour l'excédant des débouchés sur la production.

L'*Economist,* frappé de ce fait, a cherché une solution. Dans son enquête très-remarquable, il établit pour l'Angleterre un stock à peu près moyen et constant de 8 millions de livres sterling en réserve de lingots et de monnaies étrangères à la banque d'Angleterre. Il constate que sur les 60 millions sterling d'or monnayés en Angleterre, depuis 1858 jusqu'en 1871, il n'y a eu d'importation réelle de métaux précieux que 84 millions sterling. Il en conclut que 26 millions ont dû être refondus en Angleterre même.

Appliquant le même raisonnement aux 600 millions sterling d'or, qu'il calcule monnayés par les pays étrangers, depuis 1848, comparativement à une production de 500 millions d'or seulement, il conclut que 100 millions d'or au moins ont dû être refondus.

Enfin, il observe que les besoins de la circulation anglaise ont oscillé, depuis 1864 jusqu'en 1871, entre 4 627 millions et 6 469 millions sterling.

De plus, coïncidence aussi curieuse que constante, les monnayages extraordinaires des années où le calme de la circulation intérieure n'est nullement troublé ont lieu précisément quand les exportations sont les plus considérables.

Cette circonstance semble démontrer que ces monnayages extraordinaires ont eu pour objet spécial de satisfaire les besoins de l'exportation.

Toutes ces raisons, fortement déduites et auxquelles nous nous rallions nous-même, conduisent à réduire, à titre de double emploi dans les comptes, la quantité totale de l'or monnayé d'une somme de 100 millions de livres sterling, soit 2 milliards et demi de francs.

A ce compte, la quantité d'or monnayé une première fois, la seule dont il faille tenir compte dans nos appréciations, se réduirait, de ce fait, de 11 975 à 9 475 millions de francs. Et, comme dans les estimations précédentes il ne s'agit que de l'or, il faut pour l'argent faire une réduction correspondante, dans le rapport des deux chiffres de production de l'or et de l'argent. Ces deux chiffres étant respectivement 9 718 pour l'or et 3 367 millions pour l'argent, la part afférente à l'argent sera de 850 millions qui sont aussi à déduire du monnayage, pour le compte de ce métal.

Le chiffre final du monnayage, après toutes ces réductions pour cause de double emploi, serait donc de 8 milliards 625 millions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est ce chiffre de monnayage que nous adoptons au lieu de 11 975 millions de francs.

Nous devrions obtenir la réserve en lingots des banques et des particuliers, en prenant la différence entre la production, qui est de 13 086 millions, et la somme des quatre premiers débouchés, qui s'élève à 15 172 millions; mais nous ne trouvons ainsi qu'une quantité négative, puisque ces quatre débouchés, malgré la réduction que nous avons indiquée sur le monnayage, sont encore supérieurs de 2 milliards 86 millions de francs à la production.

Or, que signifie ce résultat?

Pour nous, qui partons de ce principe évident qu'il doit y avoir égalité, pour une même période de temps, entre les quantités extraites des mines et la somme de tous les débouchés, ce résultat négatif sur la réserve signifie que la production de la période de 1857 à 1871 n'a rien fourni à cette réserve; qu'au contraire ce résultat, marquant 2 milliards 86 millions d'excédant des débouchés sur la production de la même période, prouve qu'on a dû les prendre sur la réserve antérieure à cette période.

Or ce n'est qu'à l'industrie et à l'importation définitive que ces 2 milliards 86 millions ont dû s'appliquer, puisque le chiffre de monnayage a été rectifié et que le chiffre de la perte est une moyenne à peu près invariable.

VI. — Conclusions. — Pour conclure, prenons la situation d'ensemble en l'année 1871, résultant des périodes antérieures et postérieures à 1857. Si nous faisons entrer en ligne de compte toutes les quantités que nous avons déterminées précédemment, pour la production et pour les débouchés des métaux précieux, nous pourrons établir le tableau suivant :

	Période 1857-1871.	Totaux en 1871.	Proportion en 1871.
	Millions.	Millions.	Pour 100.
Production.	13 086	65 757	100 »
Débouchés :			
1. Monnayage.	8 625	23 337	35 48
2. Exportation définitive. . .	3 700	9 784	14 88
3. Industrie et arts.	2 750	7 617	11 59
4. Perte.	97	23 137	35 18
5. Réserve.	»	1 882	2 87

Nous trouvons de cette façon une réserve actuelle en lingots, chez les banquiers et les particuliers, de 1 milliard 882 millions. Elle était, en 1857, de 3 milliards 968 millions. De 7 pour 100, elle est descendue à 2,87 pour 100.

Les nouvelles proportions, dans lesquelles les cinq débouchés se répartissent, accusent les variations caractéristiques suivantes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le monnayage constitue aujourd'hui non plus les 28, mais les 35,5 pour 100 de la production totale.

L'exportation définitive, auparavant de 11 pour 100, absorbe près de 15 pour 100.

La consommation des arts et de l'industrie s'est élevée à 11,5 environ.

La perte, qui était de 40 pour 100, n'est plus que de 35 pour 100 ; elle n'est pas moins importante que la somme absorbée par le monnayage.

Enfin, la réserve des lingots, de 7 pour 100, est descendue à moins de 3 pour 100 de la production totale.

L'exportation définitive et la perte définitive constituent 50 pour 100.

Ainsi, dans les conditions actuelles de la production et du trafic avec les pays absorbants, la moitié des matières premières extraites disparaît, et le monde civilisé européo-américain ne jouit, en réalité, que de la moitié de l'or et de l'argent extraits des mines. (*Journal officiel.*)

BIBLIOGRAPHIE.

NOTE SUR L'OUVRAGE DE M. ALPHAND INTITULÉ LES PROMENADES DE PARIS.

L'ouvrage sur les promenades de Paris, dont M. Alphand, inspecteur général des ponts et chaussées, a fait hommage à la Société d'encouragement, est une des publications les plus remarquables de ces derniers temps (1). Cet ouvrage (2 vol. in-folio), dont le mérite scientifique et littéraire a reçu les témoignages les plus autorisés, a été interprété avec un rare bonheur par les artistes distingués chargés de son exécution ; le papier, le choix des caractères et l'impression ne laissent rien à désirer.

Plusieurs des nombreuses gravures sur acier et sur bois qui illustrent les volumes sont des œuvres remarquables. Les élégantes constructions qui décorent nos promenades sont reproduites avec une exactitude, une finesse et un goût parfaits.

Les grands plans gravés sur zinc, dans l'introduction, méritent également une mention particulière ; les distributions des eaux, dans les bois de Boulogne et de Vincennes, rapportées en couleur sur ces plans, ont dû exiger un soin tout particulier pour réaliser une exactitude aussi parfaite.

Enfin il y a vingt-trois planches de couleur représentant des plantes d'ornement, qui sont de véritables chefs-d'œuvre de chromo-lithographie, et dont plusieurs rivalisent avec les aquarelles les plus fines et les plus rigoureuses de ton.

Sous tous les rapports, l'ouvrage de M. Alphand est destiné à enrichir les biblio-

(1) Paris, J. Rothschild, éditeur, 1867-1873.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

thèques ; c'est, en un mot, l'un des meilleurs spécimens de l'art typographique de notre époque.

Nous allons lui faire quelques emprunts intéressants relatifs au service de l'une des promenades les plus populaires.

LeBois de Boulogne.

On sait que le Bois de Boulogne est le reste de la vaste forêt de Rouvray, qui s'étendait jadis sur les plaines et sur les coteaux de la rive droite de la Seine jusqu'à Saint-Ouen. Selon la chronique, Dagobert Ier s'y livrait fréquemment au plaisir de la chasse, quand il habitait son castel de Clichy. Nous laisserons de côté la partie historique, après avoir, toutefois, mentionné que c'est à Louis XIV que le Bois a dû les premiers règlements destinés à assurer sa conservation, et nous en arriverons de suite à l'époque de 1848, où il a cessé d'appartenir à la liste civile pour passer dans le domaine de l'État.

Première période de la transformation. — Ici commence, de 1852 à 1855, une première série de travaux. En 1852, le Bois de Boulogne se trouvait dans le même état que la plupart des forêts des environs de Paris. Percé d'un petit nombre de routes droites, il ne répondait plus aux besoins de notre époque et ne formait pas une promenade digne de la capitale de la France.

Il appartenait à l'Administration de la ville de Paris, prête à entreprendre la transformation de la capitale, de créer, pour ses habitants, un lieu de promenade qui fût en harmonie avec la grandeur des autres œuvres dont elle poursuivait l'exécution.

Dans ce but, une loi du 13 juillet 1852 céda le Bois à la ville de Paris, à la charge, pour celle-ci,

1° De subvenir à toutes les dépenses de surveillance et d'entretien ;

2° D'exécuter dans un délai de quatre ans, pour l'embellissement du Bois et de ses abords, une série de travaux s'élevant à la somme de 2 millions ;

3° De conserver aux terrains concédés leur destination actuelle.

En conformité de ces dispositions, les premiers travaux importants qui ont été exécutés furent entrepris dès l'année 1853. On commença par creuser les deux lacs et par tracer les routes qui les entourent. Des déblais provenant des fouilles on forma la butte Mortemart, qui domine le Bois et les localités environnantes. Les allées droites supprimées furent plantées, et l'on créa les pelouses qui bordent les pièces d'eau.

Deuxième période de la transformation. — De 1855 date une nouvelle série de travaux qui s'étend jusqu'à 1858. Dans cette nouvelle période, on décida la transformation complète du Bois et son extension sur 5 kilomètres de longueur jusqu'à la Seine.

Pour procurer à la ville de Paris les ressources nécessaires à l'achèvement d'une aussi vaste entreprise, un décret du 29 août 1854 prescrivit l'établissement d'un hip-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

podrome pour les courses publiques de chevaux sur la partie sud de la plaine de Longchamps, et mit à la charge de l'État la moitié des dépenses d'achat de cette portion de la plaine et des travaux à exécuter. Une loi du 13 avril 1855, autorisant l'acquisition de la partie nord de la plaine de Longchamps et du parc de Madrid-Maurepas pour les réunir au Bois, permit ensuite à la ville de Paris d'aliéner, à son profit, toutes les parties du Bois isolées par les fortifications, ainsi que deux zones extrêmes délaissées par les promeneurs sur les territoires des communes d'Auteuil, de Boulogne et de Neuilly. Les nouvelles limites du Bois furent portées alors, du côté de l'est, jusqu'aux fortifications, et du côté de l'ouest jusqu'à la Seine. Au nord et au sud la Ville a conservé, sur les terrains à retrancher, une zone de $27^{m},50$ de large qui a servi à former le Bois sur ces deux faces par un saut de loup de $7^{m},50$ de largeur, bordé, dans toute son étendue, jusqu'à la Seine par un boulevard extérieur de 20 mètres de largeur.

Le nouveau mode de fermeture du Bois a nécessité l'établissement de dix-sept grilles d'entrée et l'érection de pavillons de gardes.

Tous les travaux ont été terminés en 1858, si bien que le Bois de Boulogne, qui ne comprenait, avant sa transformation, que 767 hectares 3,70 ares, s'étend aujourd'hui sur une superficie de 846 hectares 5,39 ares, se divisant comme suit :

Forêts.	407 hect	16 ares	20
Pelouses.	273	»	»
Pièces d'eau ou ruisseaux.	29	79	04
Routes ou carrefours.	107	42	11
Massifs d'arbustes, de fleurs ou pépinières.	28	68	04

La longueur totale des routes comprend 58 060 mètres courants de routes carrossables empierrées, 11 850 mètres de routes cavalières sablées et 25 162 mètres d'allées de piétons. Les pièces d'eau contiennent un volume de 198 500 mètres cubes de liquide, et le débit maximum de toutes les cascades du Bois s'élève, par heure, à 3 500 mètres cubes.

L'alimentation des cascades et le renouvellement des eaux des lacs et des ruisseaux exigeaient un volume d'eau considérable. Il fallait, en outre, pourvoir à l'arrosement des principales routes et des pelouses. L'arrosage des parties hautes du Bois et le jeu des trois cascades des lacs ne pouvaient, d'ailleurs, être assurés qu'en employant des eaux provenant d'un niveau élevé. Ces divers services d'arrosement ont pu se faire, au début des travaux, avec les eaux de la Seine élevées à l'aide des machines de Chaillot ; mais cette eau revenait à un prix trop considérable, et il fallut recourir à d'autres moyens.

Le niveau du grand lac étant inférieur de 7 mètres environ au réservoir des eaux du canal de l'Ourcq établi à Monceaux, une conduite d'amenée de ces eaux pouvant fournir 18 000 mètres cubes d'eau par vingt-quatre heures a été établie entre ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux points. Cette conduite assure, d'une manière complète, le renouvellement des eaux du grand lac et l'alimentation de tous les ruisseaux, pièces d'eau et cascades qui en dépendent. Un réseau de conduites en tôle et bitume, soudées sur la conduite maîtresse des eaux de l'Ourcq, fournit ensuite les eaux nécessaires à l'arrosement des pelouses et des routes de la partie basse du Bois. Les eaux de la Seine élevées par les machines de Chaillot ne servent plus qu'à arroser les parties hautes.

A cet approvisionnement en eaux vient encore s'ajouter le produit du puits artésien de Passy, qui fournit de 9 à 10 000 mètres cubes d'eau par vingt-quatre heures. On sait que ce puits, œuvre d'un ingénieur saxon, M. Kind (1), a été terminé en décembre 1861.

Cet exposé, très-sommaire, suffit pour donner une idée de l'importance des travaux qui ont été exécutés. La somme qu'ils ont exigée est considérable (plus de 14 350 000 fr.), mais elle a été couverte, en très-grande partie, par les aliénations de terrains que la loi du 13 avril 1865 a autorisées, ainsi que par le produit des ventes des maisons démolies et des bois abattus.

Tuyaux, robinets et appareils de distribution et d'arrosage du service des eaux. — Nous avons dit qu'il y avait un double service pour les eaux. Le premier se fait à la Seine au moyen de deux conduites-maîtresses, et le second au canal de l'Ourcq au moyen d'une seule conduite. Ces deux services, auxquels il convient d'ajouter les ressources du puits artésien de Passy, sont complétement indépendants l'un de l'autre, leur pression étant très-différente. Cependant, en cas de suspension dans l'une des sources d'alimentation, un certain nombre de robinets permettent d'envoyer les eaux de Seine dans les conduites de l'eau de l'Ourcq.

A l'exception de la conduite qui a été posée en premier lieu et de celle du puits artésien, lesquelles sont en fonte, tous les nouveaux tuyaux sont en tôle et bitume du système Chameroy.

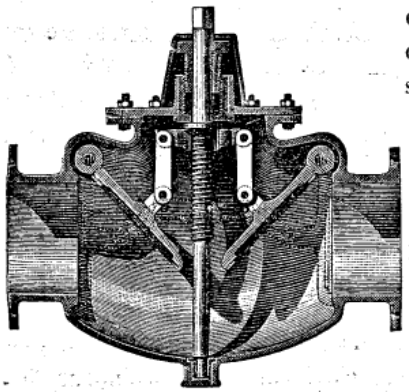


Fig. 1. — Coupe.

Robinet à clapets. Échelle de 0m,08.

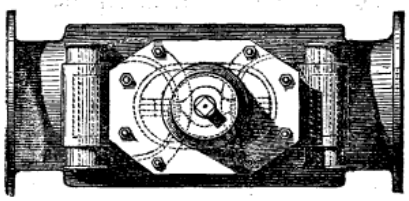


Fig. 2. — Plan.

Des robinets à clapet (fig. 1 et 2), qui permettent de barrer les eaux à volonté, ont été

(1) Voy. 2e série du *Bulletin*, 1856, t. III, p. 421 et 471; 1861, t. VIII, p. 513; 1862, t. IX, p. 312.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

placés sur les conduites maîtresses, à la réunion des divers branchements. Ces robinets, moins chers que les robinets-vannes, suffisent au service du Bois.

Les prises d'eau pour l'arrosement sont faites au moyen de bouches établies le long des routes, et communiquant avec les conduites par un petit branchement. Ces bouches sont formées d'une enveloppe en fonte terminée, à sa partie supérieure, par un couvercle plat et mobile qui laisse voir deux têtes de robinets et un tuyau avec pas de vis auquel s'adapte la manche d'arrosage (fig. 3). L'un de ces robinets, manœuvré à l'aide d'une vis, est à mouvement doux et sert au service journalier. L'autre robinet est rarement utilisé : ouvert, il met en communication la conduite avec la bouche; fermé, il arrête cette communication et met la bouche en décharge. Son usage se borne donc à suppléer le premier robinet en cas de dérangement, et à vider la bouche quand on craint les gelées.

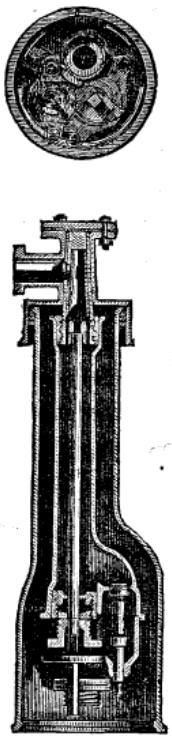


Fig. 3. — Échelle de 0m,10.

Sur les pelouses, le branchement de prise d'eau est simplement terminé par un robinet à boisseau, sur la tête duquel on visse la manche d'arrosage (fig. 4). Un petit bloc en maçonnerie recouvert

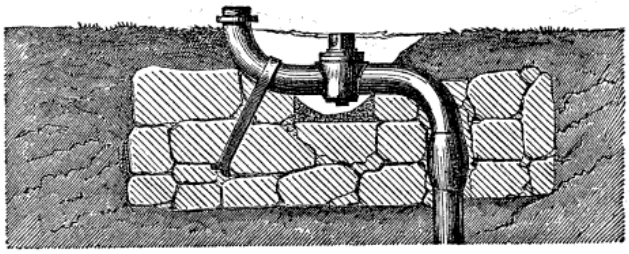


Figure 4. — Échelle de 0m,10.

par le gazon et un tirant en fer maintiennent l'appareil en place. Ces robinets ne doivent être employés, toutefois, que sur des conduites que l'on puisse mettre en décharge l'hiver; autrement l'eau gèlerait dans la partie voisine de la surface du sol et pourrait faire éclater le branchement. Les pas de vis des raccords sont semblables à ceux dont se servent les sapeurs-pompiers de Paris, de sorte que les deux matériels peuvent se suppléer en cas d'incendie.

C'est sur ces deux systèmes de bouches que sont vissés les manches ou tuyaux au moyen desquels l'eau est introduite dans les tonnes d'arrosement, ou répandue directement sur les routes ou sur les pelouses. Dans ce dernier cas, les tuyaux sont terminés par une lance analogue à celle des pompes à incendie, mais armée, en outre, d'un robinet qui permet d'arrêter instantanément le jet sans fermer la bouche de prise d'eau.

Les manches des lances ont généralement 12 mètres de longueur et 0m,05 de dia-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètre. Elles sont terminées, à leurs extrémités, par des raccords en bronze permettant de les visser bout à bout sur les bouches et aux lances. Ces manches sont en cuir, en caoutchouc vulcanisé ou en toile ; leur prix est de 7 fr. 50 à 8 fr. le mètre courant en caoutchouc ou en cuir, de 1 fr. 15 à 1 fr. 25 en toile ; le raccord coûte de 7 à 8 francs. Le cuir a l'inconvénient d'être huileux ; au début, la force de projection de l'eau chasse les corps gras contenus dans ses pores ; il se durcit ensuite par l'absence de graisse et se coupe alors facilement. Entre les mains des cantonniers des routes, ces manches durent environ deux ans. Les manches en caoutchouc sont plus légères, très-propres et ne donnent lieu à aucun suintement ; mais elles ne durent qu'une année. La toile se coupe facilement, traînée sur le sable et sur le gravier des allées.

Les tuyaux se détériorent très-peu sur les gazons ; ils s'usent, au contraire, très-rapidement sur les routes quand ils sont traînés sur la surface rugueuse des chaussées. Pour remédier à ces inconvénients, on en est arrivé, après divers essais, à faire des manches tubulaires rigides, réunies par des raccords en cuivre et portées sur des roulettes (fig. 5 et 6). Dans ce système, chaque manche est composée d'un premier morceau

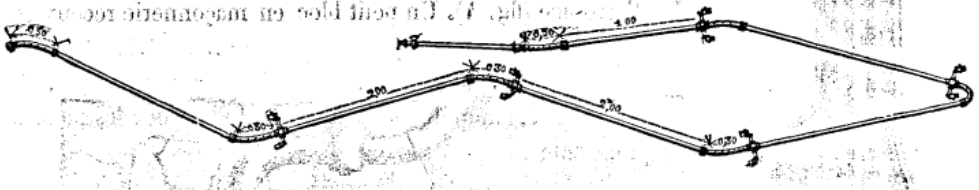


Fig. 5. — Appareil à manches tubulaires rigides, portées sur roulettes. — Échelle de 0m,015.

de cuir de 0m,50 de longueur, portant le raccord qui se visse sur la bouche ; de cinq tuyaux en tôle, plombés et bitumés intérieurement, ayant un diamètre intérieur de

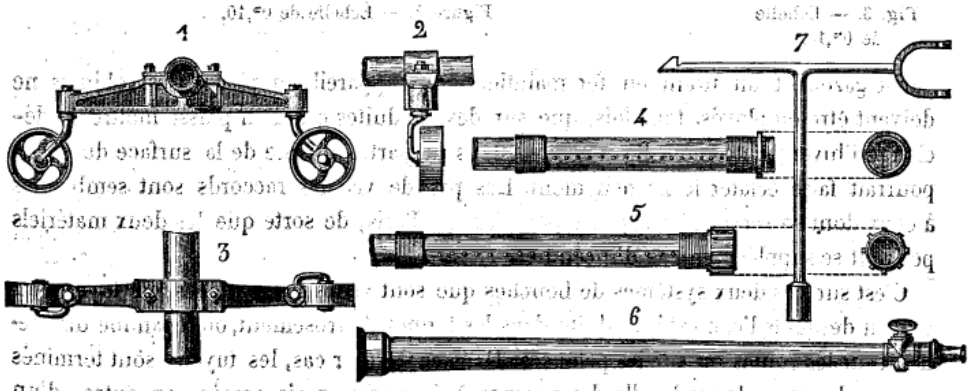


Fig. 6. — Détails. — Échelle de 0m,10.

1. Vue de face du support en fonte avec roulettes.
2. Support, vu de côté.
3. Support, vu en dessus.
4. Raccord en cuir se vissant à la lance.
5. Raccord en cuir se vissant au robinet.
6. Lance en cuivre.
7. Clef en fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$0^m,42$ et réunis par des bouts de tuyau en cuir de $0^m,30$ de longueur formant charnière ; d'un dernier bout en tôle, de 1 mètre de longueur, terminé par un morceau de cuir de $0^m,50$ de long, portant le raccord sur lequel se visse la lance ; et enfin de traverses en bois portant, pour chaque tuyau, deux roulettes montées sans chape, au moyen d'un canon et d'un axe doublement coudé. La manche ainsi formée, présentant un développement de $13^m,50$, coûte 70 francs, soit 5 fr. 20 par mètre courant ; en supposant que le tube ne dure que quatre années, c'est un prix inférieur à celui de tout autre système. Ce modèle de manche est le seul employé, aujourd'hui, dans le service de la ville de Paris.

Un cantonnier manœuvre difficilement une manche qui mesure plus de 12 mètres de long, les mouvements et les déplacements devenant alors fort gênants, par suite du poids et du volume de l'appareil à manier ; aussi, lorsqu'il est nécessaire d'avoir des conduites plus longues, sur les pelouses notamment, on visse plusieurs manches les unes au bout des autres, et de cette manière les déplacements sont moins fréquents.

Avec une manche de 12 mètres de long et une lance de $0^m,012$ d'orifice (type uniformément adopté), tenue à 45 degrés pour des pressions au niveau du sol comprises entre les limites de 8 et 46 mètres, on obtient un jet débitant de 0,90 à 2,10 litres par seconde, et dont l'amplitude varie de 10 à 16 mètres. L'expérience a montré que, en augmentant la longueur de la manche, l'amplitude du jet est réduite, pour les mêmes pressions, dans d'énormes proportions.

Les manches ayant 12 mètres, les lances 1 mètre, et le jet ordinaire atteignant la distance de 12 mètres, on peut arroser autour d'une bouche sur un rayon de 25 mètres. L'espacement des bouches a été déterminé en conséquence ; il est de 30 mètres pour les routes de 20 mètres de largeur, et de 40 mètres pour celles de 10 mètres quand les bouches sont placées toutes sur la même rive d'une route.

L'arrosage des routes et des allées du Bois s'est d'abord fait avec des tonneaux, mais en présence de la dépense énorme (210 000 fr.) qu'aurait occasionnée un pareil système pendant les six mois d'arrosage, on en a fait l'abandon, et peu à peu on l'a remplacé par le mode d'arrosage à la lance décrit fig. 6, qui est beaucoup plus économique et qu'on a même fini par adopter sur la plupart des grandes voies publiques de Paris. Grâce à ce changement, la dépense d'arrosage au Bois de Boulogne est réduite à 55 000 fr. par an, le quart à peu près de celle qu'eût exigée l'emploi des tonnes, en ne tenant compte, toutefois, dans l'un comme dans l'autre cas, ni de la valeur de l'eau, ni du capital dépensé en conduites. La dépense effective est même réduite, dans le Bois, aux frais d'entretien et de renouvellement des appareils des manches et des lances, c'est-à-dire à 6 000 francs environ par an, parce que toute la main-d'œuvre de l'arrosage est faite par les cantonniers, que l'on n'occuperait pas utilement, pendant l'été, à d'autres travaux (fig. 7 ci-contre).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

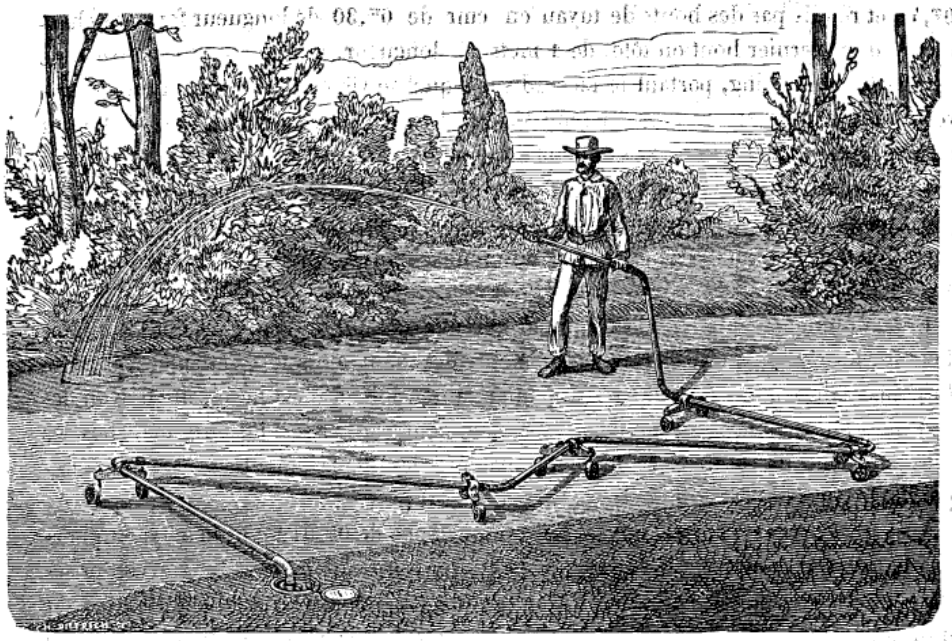


Fig. 7. — Arrosage à la lance.

Voici les éléments qui peuvent servir, dans des cas analogues, à la comparaison des deux systèmes d'arrosage à la lance et à la tonne :

Une tonne traînée par un cheval, en supposant des points de puisage espacés tous les 400 mètres, parcourt, dans une heure, 1 300 mètres en longueur, et répand l'eau sur 4m,50 de largeur. Elle arrose donc 6 000 mètres carrés par heure environ, et se vide trois fois pendant le même temps. Sa contenance étant de 1 mètre cube, elle répand ainsi 0m3,50 par mètre carré. Sur les chaussées analogues à celles du Bois de Boulogne, la tonne doit passer sur la même place toutes les heures. Son travail effectif étant de sept heures, elle répand, par jour et par mètre carré, 3,50 litres d'eau. La dépense quotidienne d'une tonne, du prix de 800 francs, ou qui se loue 225 francs par an, en supposant qu'elle soit employée cent quatre-vingts jours en moyenne annuellement, peut s'établir comme suit :

	fr.
Location de la tonne.	1,25
Cheval harnaché et son charretier.	6,50
Demi-journée d'un ventousier ou donneur d'eau.	1,75
Surveillance et faux frais.	0,50
Total.	10,00

La dépense effective du mètre carré d'arrosage à la tonne s'élève donc à **10 : 6 000 = 0f,00 165.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour calculer le prix de l'arrosage à la lance, il faut tenir compte de la nécessité où l'on est d'avoir des bouches plus rapprochées que pour l'arrosage à la tonne. Dans ce dernier cas, il suffit, comme on l'a dit, d'une bouche tous les 400 mètres, tandis que, dans le premier, les bouches ne doivent pas être éloignées de plus de 30 à 40 mètres l'une de l'autre; leur nombre, dans l'intérieur du Bois, s'élève à 1 500. La longueur des routes arrosées est de 53 000 mètres, ce qui fait, en moyenne, une bouche tous les 35 mètres. Pour le puisage à la tonne il aurait suffi de 132 bouches. L'emploi de la lance exige donc 1 380 bouches environ en plus, lesquelles coûtent 100 francs la pièce, soit 5 francs d'intérêt et d'amortissement du capital, plus 5 francs de frais d'entretien.

Il faut cent vingt cantonniers pour arroser les 540 000 mètres carrés de chaussées du Bois, soit 4 500 mètres carrés par chaque cantonnier. En cinq heures de temps, un cantonnier arrose trois fois la chaussée et une fois les trottoirs qui ne peuvent être arrosés avec le système des tonnes ; c'est comme s'il arrosait, en tenant compte des trottoirs, trois fois 5 000 mètres carrés de chaussée. L'arrosement du Bois de Boulogne à la lance coûte donc, par année, 55 000 francs ainsi répartis :

Pour six mois d'une demi-journée de 120 cantonniers.	35 000 fr.
Pour intérêt et entretien des bouches en plus.	13 800
Pour entretien et renouvellement des manches et lances.	6 200
Total.	55 000 fr.

La surface arrosée étant, en nombre rond, de 600 000 mètres carrés, et le nombre moyen des jours d'arrosage de 180, la dépense par mètre carré et par jour est de $55\,000 : 180 \times 600\,000 = 0^{f},00051$. En se reportant au prix de l'arrosage à la tonne, on voit qu'il y a une économie considérable à employer l'arrosage à la lance.

Une lance, en tenant compte du temps perdu par suite du passage des voitures et des déplacements, débite 1 litre par seconde, soit 18 000 litres par cinq heures. Elle répand alors, par mètre carré, 3 litres 6 décilitres, quantité égale à celle que donne l'arrosage à la tonne; mais cette quantité est répandue en cinq heures, au lieu de sept.

Essai d'arrosage avec des sels déliquescents. — Un autre procédé d'arrosage a été essayé au Bois de Boulogne, d'après les indications de M. Cousté, directeur des tabacs et ancien élève de l'École polytechnique. Ce procédé consiste à répandre sur les chaussées un sel déliquescent. Les essais ont porté, d'abord, sur le chlorure de magnésium, puis sur le chlorure de calcium. Ce dernier sel, employé sur une grande échelle dans les expériences tentées au Bois de Boulogne, n'existe pas dans le commerce, mais il peut être obtenu avec les résidus de la fabrication du carbonate de soude à raison de 3 à 4 francs les 100 kilogrammes. Il doit être fortement calciné

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour lui faire perdre le plus d'eau possible ; dans cet état il est amorphe et divisé par petits morceaux que l'on pulvérise grossièrement. La poussière en est répandue à la volée sur la chaussée. En admettant le prix de 4 francs pour 100 kilog. de sel employés, un répandage de 250 grammes par mètre carré coûte 0f,01. Sur l'avenue Ulrich, où les principales expériences ont été faites, l'usure rapide de la chaussée, par suite de l'activité de la circulation, a forcé d'enlever les détritus tous les huit jours. L'entretien de l'humidité de la chaussée a coûté alors, par jour et par mètre carré, 0f,00143. Le répandage de l'eau à la lance revenant, valeur de l'eau comprise, à 0f,000685 (répandage 0f,00051 et valeur de l'eau 0f,000175), on voit que l'emploi du sel a coûté un peu plus du double de l'emploi de l'eau. Par contre, sur d'autres points du Bois, où les mêmes expériences ont été renouvelées, un répandage de 250 grammes a parfaitement résisté pendant plus de deux mois; l'emploi du sel donne, dans ce cas, une notable économie sur celui de l'eau.

La dépense occasionnée par le procédé de M. Cousté s'accroît en proportion de la fréquentation des routes. Les arrosages ordinaires sont presque indépendants de cette fréquentation ; mais l'emploi du sel présente cet avantage de laisser les chaussées sans boue ni poussière, résultat que l'on obtient difficilement avec la lance et même avec les tonnes. On éviterait, d'ailleurs, par ce moyen, de projeter l'eau avec des tonnes ou avec les lances, procédés qui apportent toujours un obstacle à la circulation, et qui deviennent même complétement impraticables dans certaines circonstances. Enfin, lorsqu'il n'est pas nécessaire d'arroser les pelouses, comme au Bois de Boulogne, on serait dispensé, par l'emploi du sel, d'établir des conduites de distribution d'eau, lesquelles, pour l'arrosage du Bois de Boulogne seulement, ont coûté près d'un million.

Plantations. Chariots pour le transport des arbres. — La transformation du Bois de Boulogne a nécessité de nombreuses plantations. Il a d'abord fallu planter des arbres d'alignement sur les nombreux boulevards extérieurs, ainsi que sur les allées droites conservées dont le profil seulement a été modifié. On a dû fermer ensuite, au moyen de plantations forestières d'arbres et d'arbustes, les anciennes allées droites qui avaient été supprimées. On créait, en même temps, de nombreux massifs sur les pelouses nouvelles des plaines des Sports et de Longchamps, près des maisons des gardes et des autres habitations, le long des anciennes allées droites côtoyant des parties de pelouses dont il convenait de dissimuler la rectitude, dans les îles ainsi qu'aux abords des pièces d'eau. Enfin des arbres à tiges de différentes dimensions et à feuillages diversement colorés ont été placés sur les pelouses pour limiter le regard, pour former des points de vue et produire des oppositions d'aspect indispensables dans un parc aussi étendu que le Bois de Boulogne.

Dans le principe, la transplantation des arbres s'est faite à la manière ordinaire ; mais les dépenses relativement considérables que cette transplantation a exigées ont conduit à imaginer des procédés moins coûteux, qui consistent dans l'emploi de chariots spé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ciaux. Ces chariots, de dimensions différentes, peuvent être classés en trois catégories, suivant la grosseur de la motte qu'ils ont à enlever :

1° Le petit chariot (fig. 8, 9, 10, 11), qui coûte 700 francs ;

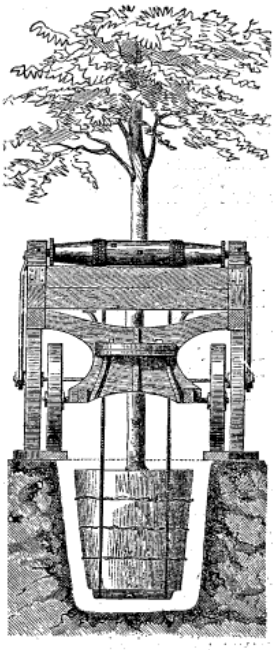


Fig. 10.
Élévation de l'avant-train.

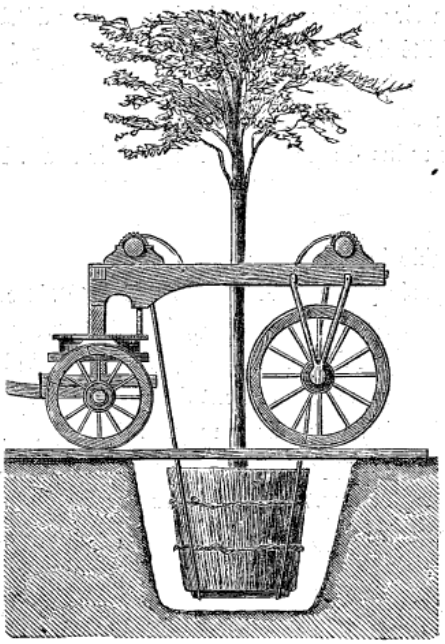


Fig. 8. — Vue de profil du petit chariot.
Échelle de 0m,02.

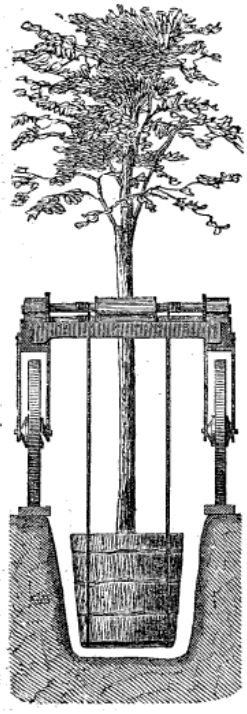


Fig. 11.
Élévation de l'arrière-train.

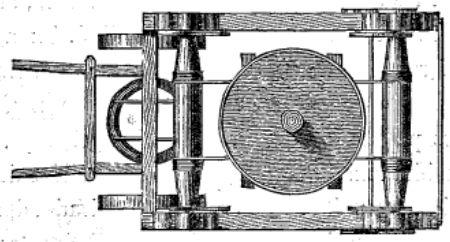


Fig. 9. — Plan du petit chariot.

2° Le chariot à deux chevaux, qui revient à 1 100 francs (fig. 12, 13, 14, 15 ci-contre).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

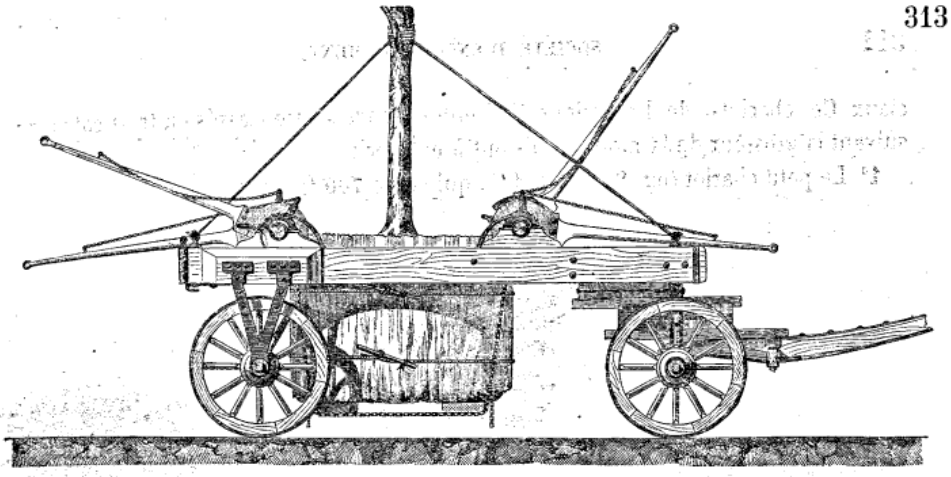


Fig. 12. — Vue de profil du chario. à deux chevaux.

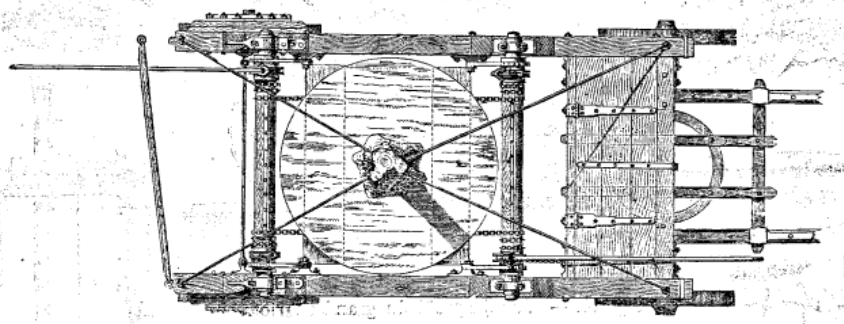


Fig. 13. — Plan du chariot à deux chevaux.

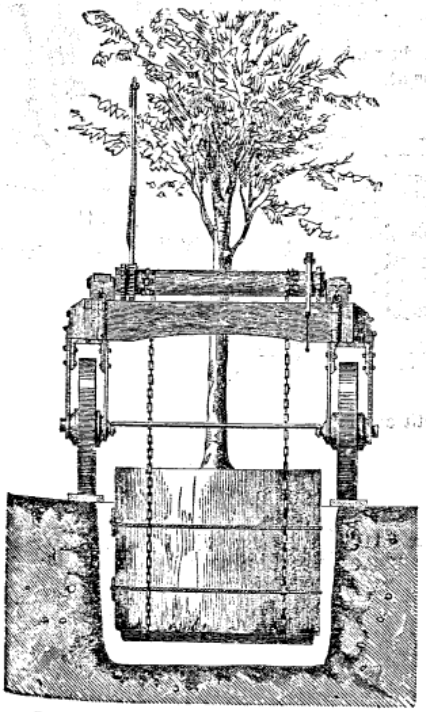


Fig. 14.— Élévation de l'arrière-train.

Échelle de 0m,02.

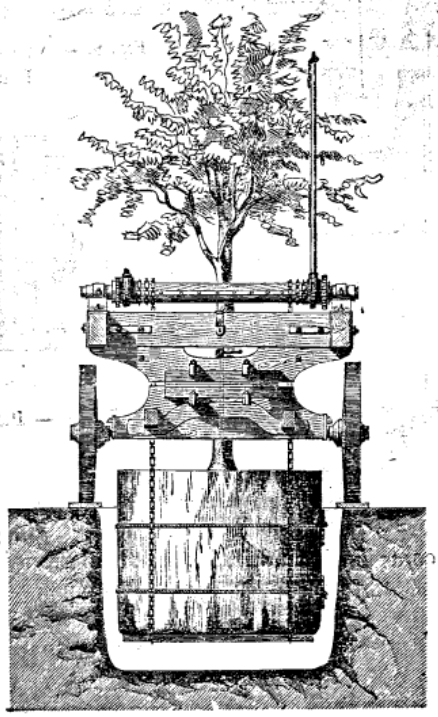


Fig. 15. — Élévation de l'avant-train.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Le grand chariot (fig. 16 et 17) construit en fer et fonte, et à l'aide duquel on

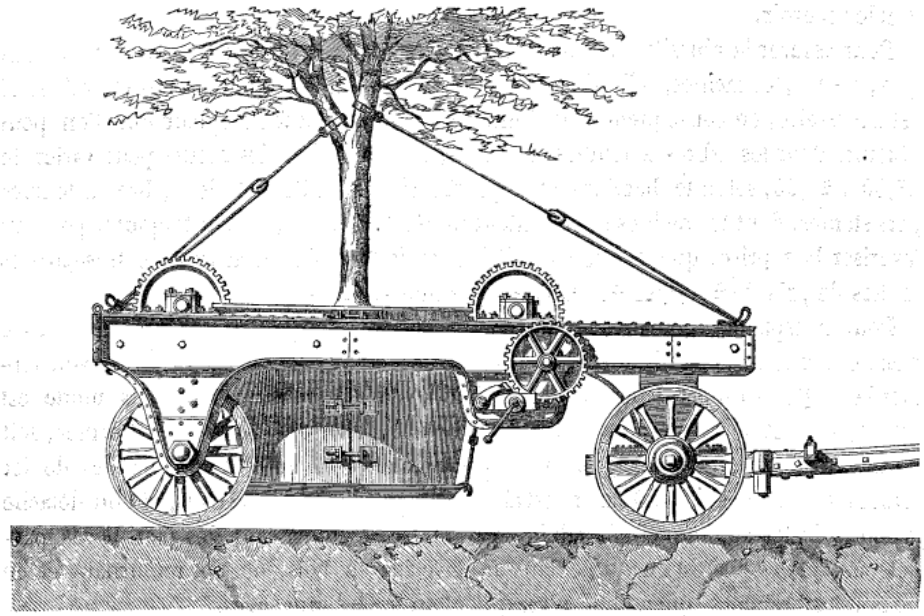


Fig. 16. — Vue de profil du grand chariot.

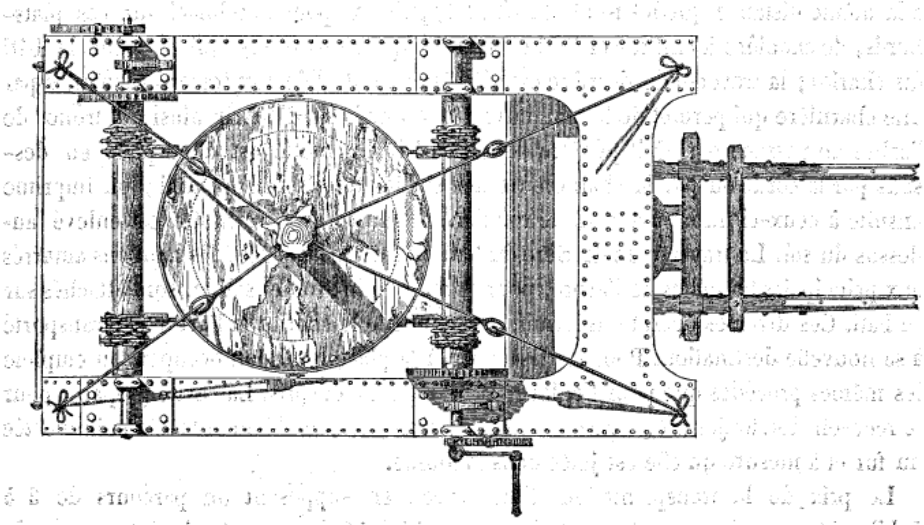


Fig. 17. — Plan du grand chariot. — Échelle de 0m,02.

a transplanté, à Paris, les grands marronniers de la place de la Bourse et ceux de la place du Châtelet; son prix est de 8 500 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les proportions de la motte à enlever varient, du reste, notablement, suivant le diamètre, la hauteur et l'essence de l'arbre à transplanter et suivant la nature du sol qui doit le recevoir.

Pour assurer la réussite de la transplantation, il faut, en général, conserver, autant que possible, les racines, celles-là surtout qui présentent le plus de parties chevelues. Il est nécessaire, en conséquence, de donner à la motte toute l'ampleur que l'on peut obtenir. Pour les arbres à feuilles caduques, la dimension des mottes peut varier de $0^m,80$ à $2^m,50$, selon le diamètre et l'âge des arbres. A l'égard des arbres à feuilles persistantes, dont les racines se reforment moins facilement, il faut toujours, pour en favoriser la reprise, quelle que soit, d'ailleurs, la force de ces arbres, de très-grosses mottes de près de 2 mètres de diamètre au minimum.

Pour transplanter les arbres au moyen des chariots, on pratique d'abord, autour du tronc et à une certaine distance de son pied, un déblai annulaire afin de pouvoir former la motte. Au fur et à mesure que la fouille devient plus profonde, la motte est garnie, suivant la nature plus ou moins compacte du terrain dont elle est formée, soit d'une enveloppe en branchages, soit d'un cuvelage cerclé en bois avec bandes de fer armées de vis de pression. L'arbre est alors soutenu à l'aide de haubans, et l'on détache la motte du terrain auquel elle adhère par la base, en passant des plats-bords par-dessous, quand elle est encastrée dans un cuvelage en bois, ou en retournant et en nouant les branches, quand elle n'est qu'entourée de branchages.

L'arbre étant ainsi préparé, on pose au-dessus de la fouille deux plats-bords espacés à la même distance que les roues du chariot, puis on pousse celui-ci sur ces plats-bords, de manière à embrasser l'arbre dans les quatre traverses qui forment le bâti du chariot; la traverse de derrière est, d'ailleurs, rattachée aux traverses latérales par une charnière qui permet de la manœuvrer à volonté, et d'ouvrir ainsi au tronc de l'arbre un passage par où il pénètre dans le bâti. La motte est alors prise en dessous par la corde ou par la chaîne enroulée sur les treuils de l'appareil; on imprime ensuite à ceux-ci un mouvement de rotation, et l'arbre avec sa motte est enlevé au-dessus du sol. La traverse de derrière du bâti est remise en place; les haubans amarrés aux principales branches de l'arbre, pour le maintenir droit et solide, sont attachés sur ce bâti. Ces diverses opérations terminées, on attelle le chariot et l'arbre est transporté à sa nouvelle destination. Pour le descendre à la place qu'il doit occuper, on emploie les mêmes procédés que pour l'enlever du sol où il a été pris. La cavité préparée pour le recevoir doit toujours être garnie de bonne terre, convenablemen tassée et humectée au fur et à mesure qu'elle est jetée dans la fouille.

Le prix de la transplantation d'un arbre, en supposant un parcours de 3 à 4 kilomètres, varie, pour le petit chariot, de 20 à 40 fr.; pour le chariot moyen, de 40 à 75 fr.; enfin, pour le grand chariot, qui exige de 7 à 9 chevaux, de 75 à 120 francs.

La dernière figure que nous donnons page 316 et qui représente l'étang de Suresnes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Fig. 18. — Étang de Suresnes.

peut donner une idée de la manière essentiellement artistique avec laquelle les gravures sur bois ont été traitées. (M.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 13 février 1874.

Présidence de M. *Balard*, vice-président.

Nécrologie. — M. le *Président* annonce à la Société la perte qu'elle vient de faire de M. *Priestley*, le plus ancien des membres de son comité des arts économiques.

Pendant 34 ans M. *Priestley* a apporté aux travaux de ce comité le concours le plus assidu ; son caractère conciliant lui avait acquis la sympathie de tous ses collègues.

Aux regrets de la Société viennent s'ajouter ceux du corps enseignant de l'École centrale des arts et manufactures dont M. *Priestley* faisait partie depuis longtemps. Trésorier de la société amicale de secours des anciens élèves de cette École, M. *Pries-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tley était un véritable père pour les jeunes gens entrant dans la carrière; les nombreux services que ces modestes et si utiles fonctions lui ont souvent permis de rendre ne peuvent être oubliés.

CORRESPONDANCE. — M. *Gaiffe,* fabricant d'instruments de physique, rue Saint-André-des-Arts, 40, demande l'examen des appareils électriques qu'il a installés dans la salle des séances de l'Assemblée nationale, à Versailles, et avec lesquels on allume, en quinze secondes, 356 becs de gaz. (Comité des arts économiques.)

M. *Sebert* (Albert), rue de la Chaise, 14, à Paris, offre de la part des héritiers des papiers intéressants pour la Société, et retrouvés dans l'inventaire fait à la mort de M^me^ *Olivier*, veuve de M. *Olivier* (Th.), ancien membre du Conseil.

M. le *Président* remercie, au nom du Conseil, M. *Sebert* de cette communication, et accepte le dépôt de ces pièces pour la bibliothèque.

M. *Lemonnyer,* avocat, rue de Birague, 16, à Paris, présente un régulateur de niveau d'eau des compteurs à gaz, inventé par M. *Bruny,* ancien contrôleur de la Compagnie du gaz.

L'appareil repose sur une application du principe développé dans les cours de physique, en vertu duquel on assure l'écoulement d'un liquide à niveau constant. (Comité des arts économiques.)

M. *Rabache* (Ch.), membre de plusieurs sociétés savantes, à Morchain (Somme), soumet à la Société un moyen pour empêcher les collisions de navires en pleine mer et un appareil de sauvetage qu'il a imaginé. (Comité des arts économiques.)

M^me^ *Ador* (*Durup*), rue Saussure, 56, aux Batignolles-Paris. Nouveaux appareils pour brûler le gaz après sa carburation. (Comité des arts économiques.)

M. *Pruneau,* ancien notaire, à Bléneau (Yonne), plaques marmoréennes pour la décoration des édifices et des meubles. M. *Pruneau* expose lui-même les procédés qu'il emploie pour préparer des plaques de verre ou des glaces en les peignant à l'envers avec des couleurs fixes, de manière à leur donner l'aspect des mosaïques, des brèches et des marbres de prix. Ces plaques, garanties à l'envers par une deuxième feuille de verre, sont ensuite employées pour la décoration. (Comité des arts économiques et commission des beaux-arts.)

M. le comte *de Lavergne*, rue de Poissac, 1, à Bordeaux, adresse une brochure traitant des moyens de s'opposer à la marche progressive du phylloxera.

L'auteur reconnaît qu'on n'a encore trouvé aucun moyen pratique de guérir nos vignes, quoiqu'on possède un grand nombre de substances qui font périr l'insecte lorsqu'il est mis hors d'état de se soustraire à leur action. Il insiste donc sur l'emploi de pratiques préventives. Il conseille d'isoler les vignes saines de celles qui sont attaquées. Un étroit fossé profond rempli de sable fin coaltaré, des émanations de sulfure et autres moyens analogues feront atteindre ce but. Les souches saines seront enduites, à leur pied, d'une couche abondante de coaltar posée après qu'elles auront été déchaussées et débarrassées de la partie inerte de l'écorce ; elles seront ensuite chaussées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en les entourant de sable fin ou autres matières pulvérulentes que l'insecte ne traverse pas. Les vignes attaquées seront arrachées d'une manière complète et détruites avec soin. Ces opérations seront faites de novembre à avril, époque où le phylloxera est engourdi et fixé sans mouvement sur la racine où le froid l'a surpris. A cette époque, il ne peut pas fuir et se répandre sur les terrains encore sains. (Renvoi au comité d'agriculture.)

M. *Sanglier,* vannier, rue de Paris, 39, au Petit-Ivry (Seine), rappelle qu'il est le premier qui ait fait breveter l'application du cuivre sur la vannerie, et il envoie une collection de modèles pour divers objets d'ornements. (Comité des arts économiques.)

MM. *de Méritens,* fabricant de pâte de papier, à Molsheim (Alsace), et *Kresser* (Victor), propriétaire de l'usine centrale sucrière de Bienhoa (Cochinchine), rue des Batignolles, 49, à Paris, envoient une brochure sur l'extraction de la cellulose contenue dans la bagasse, résidu des sucreries de canne, et sur son emploi pour la fabrication de la pâte à papier. (Comité des arts chimiques.)

M. *Bouille*, épicier, route de Bry, 75, à Nogent-sur-Marne (Seine), fait connaître à la Société un procédé pour la destruction rapide du ver blanc et un moyen de combattre les ravages du phylloxera. (Comité d'agriculture.)

M. *Mandet*, pharmacien, lauréat de l'Institut, à Tarare, adresse un mémoire relatant un procédé imaginé par lui pour rendre les mousselines et tissus légers ininflammables. (Comité des arts chimiques.)

M. *Faucon*, propriétaire, à Graveson (Bouches-du-Rhône), demande si les envois qu'il a faits à la Société, avant le 1er janvier, sont suffisants pour assurer sa candidature au prix fondé, par la Société, au sujet du mode de transmission du phylloxera d'un cep de vigne à un autre. (La candidature de M. *Faucon* est admise.)

Telle difficulté qui paraissait insurmontable à la théorie, etc. Sous cette épigraphe un mémoire est adressé à la société pour concourir au même prix.

Bien que le concours soit fermé depuis le 1er janvier, ce mémoire est renvoyé au comité d'agriculture qui fera, s'il y a lieu, des propositions au Conseil.

M. *Sacc,* professeur, à Neuchâtel (Suisse), annonce à la Société qu'il a trouvé un procédé économique et rapide pour préparer l'acide carminique. Par cette méthode, 1 kilog. de cochenille, de première qualité, produit 390 grammes d'acide pur en poudre d'un rouge éblouissant. Ce procédé est aussi applicable à l'extrait de garance, et MM. *Leenhardt* et *comp.* montent une usine pour l'exploiter. Il en résulterait, pour la garance, un avantage tel que les propriétaires du Midi auraient moins à craindre la concurrence des couleurs tirées de la houille.

M. *Seguin,* propriétaire, à Saint-Robert, près d'Ayen (Corrèze), adresse un mémoire sur les boisements et gazonnements des terrains en pente. (Comité d'agriculture.)

M. *Picot* (J. B. C.), docteur en droit, rue Saint-André-des-Arts, 60, à Paris, présente à la Société son procédé pour la taille de la vigne, dans le but de la garantir de la gelée et de la coulure. (Comité d'agriculture.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. *OEschger* et *Mesdach,* affineurs en métaux, rue Saint-Paul, 28, à Paris, envoient, par l'intermédiaire de M. *E. Peligot*, la traduction d'un mémoire allemand sur les procédés employés aux usines de Mansfeld pour le dosage du cuivre et de quelques autres métaux par l'électrolyse. (Commission du *Bulletin.*)

M. *Deleuil*, fabricant d'instruments de précision, rue des Fourneaux, 42, à Paris, présente à la Société une balance de laboratoire pouvant peser 3 kilogrammes avec une précision de 1 milligramme, et remplaçant avec avantage la balance *Roberval*, dont l'usage, quoique très-commode, donne lieu à de fréquentes erreurs.

M. *Deleuil* expose, sur un modèle installé dans la salle des séances, les divers perfectionnements qu'il a réalisés. La balance est disposée de manière à recevoir des corps volumineux et des ballons à long col ; une paire de doubles étriers donne le moyen de placer facilement et de retirer les bocaux de grande dimension. Il montre de petites plaques en porcelaine pour déposer les poids, qui, à l'avantage d'assurer une grande propreté, joignent celui de faciliter beaucoup le maniement des plus petits poids. Enfin il présente de petites boîtes de poche contenant la série des milligrammes et commodes à emporter par chaque opérateur. (Comité des arts économiques.)

M. *Mangon*, membre du Conseil, propose de visiter les ateliers de M. *Deleuil,* qui sont remarquables sous tous les rapports, et présentent des perfectionnements importants, tels qu'un moteur à gaz, des arbres de couche très-minces et parfaitement installés, une salle profonde à température constante, etc.

M. *Pourché,* docteur-médecin, à Montpellier (Hérault), présente une chaudière à vapeur pouvant être facilement transportée et manœuvrée par deux hommes, qui donne le moyen de faire, dans les champs et dans les vignes, des jets de vapeur entraînant des gaz ou des émanations toxiques pour la destruction des insectes nuisibles à la vigne ou aux arbres. (Comité d'agriculture.)

M. *Vuaillet*, rue du Faubourg-Saint-Denis, 178, à Paris, adresse une note sur l'enseignement qu'il a fondé pour préparer aux examens pour les écoles des arts et métiers. Il cite un grand nombre de ses élèves qui ont été dans les premiers rangs aux écoles de Châlons et d'Angers. Il indique la cause de ces succès, insiste sur le développement donné au travail pratique des ateliers qui occupe les élèves plusieurs heures par jour, et sur la corrélation qu'il établit entre ce travail manuel et les connaissances théoriques. (Comité des arts économiques.)

M. *Vauthier* (L. L.), ingénieur des ponts et chaussées, membre du Conseil municipal de la ville de Paris, rue Saint-Lazare, 11, envoie un exemplaire de sa carte statistique figurant la répartition de la population de Paris, et il joint à cet envoi une notice sur les moyens qu'il a employés pour construire cette carte et sur la signification du relief qu'elle représente.

M. *Mangon*, qui présente le travail de M. *Vauthier*, fait remarquer combien sa carte est précieuse pour rendre sensible à tous la manière dont la population est répartie. Il montre les trois points saillants qui existent près des halles, près du mu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sée de Cluny, et au boulevard Beaumarchais, et les promontoires s'étendant le long de toutes les anciennes entrées de Paris, et où la population s'est agglomérée de longue date en faubourgs et communes suburbaines qui ont plus tard été annexées à la capitale. (Renvoi à la commission du *Bulletin*.)

M. *Besset*, rue Coq-Héron, 3, a adressé à la Société des documents pour demander son concours afin de faire organiser une Société avec garantie d'intérêt de la part de l'Etat, pour développer le labourage à la vapeur et augmenter ainsi la fertilité et la puissance productive de la France. Il présente aujourd'hui, comme complément d'instruction, la traduction de divers articles de journaux anglais, dans lesquels on montre l'usage que les Prussiens ont fait des machines de traction pour opérer des transports sur les routes macadamisées, et le parti qu'ils se proposaient de tirer des locomobiles et machines à charrue pour l'établissement de batteries et autres travaux importants.

MM. les *Secrétaires* signalent parmi les pièces les plus remaquables de la partie imprimée de la correspondance :

Bulletin du Comice agricole de Narbonne, contenant un Mémoire, avec figure, sur l'emploi de la vapeur dans les champs et dans les vignes, par M. *Gauthier* (Gaston).

Bulletin de la réunion des officiers, publication hebdomadaire, en un cahier grand in-12 (rue Bellechasse, 37, à Paris).

L'*Aéronaute,* bulletin mensuel illustré de la navigation aérienne, livraison de février 1874.

Rapport des comités. *Maréchalerie.*— M. *Bella* lit, au nom du comité de l'agriculture, un rapport sur le conformateur, nouvel appareil pour le ferrage des chevaux, qui a été présenté à la Société par M. *Clément,* vétérinaire de la Compagnie des omnibus.

Le comité d'agriculture est d'avis qu'il y a lieu de remercier M. *Clément* de son intéressante communication et d'insérer le rapport au *Bulletin.*

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Communications. — M. le comte *du Moncel*, membre du Conseil, présente au nom de M. *Deschiens,* fabricant d'appareils de télégraphie électrique, des disques de manipulateurs, qui sont divisés avec une précision parfaite par un procédé nouveau et livrés au commerce à un prix inférieur à celui des autres disques.

Nomination de membres. — Sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil :

MM. *Venot*, conseiller de préfecture, à Laval; *Henry* (Gustave), capitaine d'artillerie en retraite, inspecteur de la voirie, à Reims; *Dumont,* constructeur-mécanicien, à Paris.

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN
DE
LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

MARÉCHALERIE.

RAPPORT *fait par* M. BELLA, *au nom du comité d'agriculture, sur un* APPAREIL *dit* CONFORMATEUR, *destiné au ferrage des chevaux et imaginé par* M. CLÉMENT, *médecin vétérinaire de la Compagnie des omnibus de Paris.*

Messieurs, M. Clément, médecin vétérinaire attaché aux fermes de la Compagnie générale des omnibus de Paris, a présenté à notre Société un appareil qui a pour but d'aider les cultivateurs, les industriels et les cavaliers à ferrer ou à faire ferrer leurs chevaux sans l'intervention des maréchaux-ferrants, dont le concours a été considéré, jusqu'à présent, comme indispensable. Nous avons l'honneur de vous rendre compte de cette invention que vous avez renvoyée à notre examen, et qui, sous ses dehors très-modestes, comporte une véritable importance.

Les questions ouvrières, en effet, ont pris, depuis vingt ans, une certaine gravité, parce que les progrès du bien-être et les exigences de la vie nouvelle poussent les ouvriers à des déplacements et à des grèves qui compromettent toutes les industries.

C'est surtout dans les campagnes, dont toutes nos statistiques accusent la dépopulation progressive, que la situation a pris de la gravité, parce que les ouvriers instruits, intelligents, habiles quittent les communes rurales pour aller dans les villes chercher des jouissances et des salaires que les campagnes ne peuvent leur procurer. Cela est d'autant plus fâcheux qu'à part les grandes exploitations rurales en nombre limité, qui sont devenues le siége

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une industrie manufacturière, telle que la sucrerie ou la distillerie, les grandes cultures tendent à se diviser et à se transformer en exploitations trop faibles pour pouvoir s'attacher des ouvriers spéciaux.

Les cultivateurs sont donc obligés d'envoyer, souvent à d'assez grandes distances et loin de leur surveillance, les animaux de travail dont la ferrure a besoin d'être renouvelée. De là des inconvénients dont les plus fâcheux ne sont pas les pertes de temps, cependant fort onéreuses à cause de la hausse des salaires. Il y a, dès lors, grand intérêt à mettre les agriculteurs à même de se passer, momentanément tout au moins, des maréchaux-ferrants clair-semés et, parfois, peu capables qui restent dans les campagnes.

Cela a été compris, et, dès l'an dernier, notre Société a été heureuse de récompenser, dans la personne de M. Mansoy, les efforts qui ont été faits pour fabriquer à la mécanique les fers de chevaux (1).

La Compagnie des omnibus, qui emploie de 8 à 10,000 chevaux au transport de plus de 100 millions de voyageurs, plus que tous les chemins de fer français ensemble, avait, on le comprend, le plus grand intérêt à détourner les dangers dont une grève des maréchaux-ferrants menaçait ses services, en suscitant et en encourageant la fabrique des fers à la mécanique. Cette industrie a pris une extension rapide ; elle fabrique un grand nombre de modèles différents, et ses produits sont, aujourd'hui, dans toutes les maréchaleries, dans celles des villes comme dans celles des campagnes; dans celles de l'armée comme dans celles des particuliers.

Mais il n'en est pas du fer à cheval fait à la mécanique comme des chaussures Godillot, auxquelles on l'a comparé non sans quelque raison; il ne suffit pas d'avoir en magasin des fers de divers modèles ; ils sont rigides, ne prêtent rien ; il faut donc les conformer aux pieds souvent irréguliers ; il faut les ajuster et les attacher. Or ces opérations exigent une main habile et exercée, sans laquelle les chaussures faites à la mécanique restent inutiles.

C'est cette lacune que M. Clément a comblée en créant un *conformateur et un outillage* fort simple, avec lesquels toute personne adroite et attentive peut conformer et attacher les fers à cheval.

Le *conformateur Clément* est composé d'une sole ou plateau en fonte malléable affectant la forme générale de la sole d'un pied de cheval, mais assez grande et large pour que les plus gros sabots puissent s'y poser à l'aise.

---

(1) Voy. *Bulletin* de 1873, 2e série, t. XX, p. 12 et 294.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le fond de cette sole présente une légère convexité ellipsoïde, et tout autour se relève un rebord solide au travers duquel on a taraudé, perpendiculairement à la surface et horizontalement, des trous destinés à recevoir des vis de pointage. Ces vis rapprochées les unes des autres de quelques centimètres seulement, convenablement engagées, avancent leurs extrémités vers le centre de la sole, de manière à venir s'appuyer normalement sur un sabot de cheval ou contre un vieux fer qui y serait fixé. Ce sont elles, en effet, qui, rapprochées à distance convenable, sont chargées de donner au fer de cheval à conformer la forme voulue.

Voici comment on opère :

Sur le fond de la sole du conformateur et en son milieu on fixe, au moyen d'une vis de rappel, soit le fer tombé qu'il s'agit de remplacer, soit un patron en carton qu'on a tracé sous le pied même qui doit être ferré ; on a soin de placer le *défer* (vieux fer) ou le patron de manière que son axe coïncide avec l'axe du conformateur, et on tourne les vis de pointage, de telle sorte que leurs extrémités viennent coïncider avec la courbure extérieure du défer ou du patron, qu'on enlève ensuite (1).

Ces dispositions préliminaires étant prises, on a entre les pointes des vis de pointage un intervalle qui indique exactement la forme du fer à conformer, et c'est dans cet intervalle qu'il s'agit de faire pénétrer le fer forgé à la mécanique.

---

(1) Le podomètre de Riquet s'adapte parfaitement à ce conformateur ; mais, comme il offre la difficulté de ne pouvoir être inscrit en chiffres sur un registre, M. Clément en a imaginé un beaucoup moins coûteux et qui remplit ce but. Il est formé d'une plaque de laiton, de 3 millimètres d'épaisseur environ, découpée comme les rayons d'une roue, formant autant de lames rectilignes qu'il y a de vis au conformateur et suivant leur direction. Ces lames, de 8 millimètres de largeur, mesurent l'espace compris du centre du conformateur à son rebord ; chacune d'elles, soudée au centre commun, est graduée par millimètres, sauf celle de pince qui est articulée par une charnière au centre et dont l'emploi est invariable ; chacune aussi est marquée par une lettre particulière, ce qui permet de prendre et d'inscrire la configuration du pied, en appliquant ce podomètre par sa face plantaire sur le défer ou sur le patron en carton, en ayant soin de placer l'extrémité de la lame articulée immédiatement en pince dans la direction de l'axe anté-postérieur du pied.

Ainsi, il sera facile d'inscrire, pour chaque lame, la somme de millimètres qu'elle embrassera sur la surface plantaire, qui égale sa longueur moins la partie qui dépasse cette surface.

Ce podomètre a, en outre, l'avantage d'indiquer les modifications du pied dues à son altération ou à son amélioration, dans les circonstances ordinaires de la ferrure, ou bien encore dans les expériences faites lors de nouveaux systèmes de ferrure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour accomplir cette opération, on fait chauffer le fer dans un petit four à réverbère ou même dans un foyer ordinaire très-ardent; quand le fer est rouge, on le saisit avec des tenailles à encoche imaginées par M. Clément, et qui sont beaucoup plus commodes que celles dont se servent les maréchaux-ferrants. On pose ainsi le fer rouge sur le conformateur, de manière que son axe coïncide avec celui de l'appareil, et on le fixe avec la vis de rappel. Cette première opération étant terminée, on prend de la main gauche un repoussoir à cran, et de la main droite un marteau ou un maillet, afin de pousser et frapper le fer de manière à le faire pénétrer dans l'intervalle ménagé entre les extrémités des vis de pointage.

Dans cette manœuvre, il importe de promener le cran du repoussoir sur les arêtes du fer chaud et d'agir obliquement de haut en bas. On obtient alors un double effet : le fer chaud est appuyé verticalement sur le fond de la sole, et latéralement sur les vis de pointage.

En appuyant fortement ainsi sur le bord intérieur du fer jusqu'à ce qu'il porte sur le fond convexe du *conformateur*, il se tord légèrement et acquiert l'*ajusture* nécessaire pour que le sabot ne porte jamais que par son bord sur le fer. Quand le fer est convenablement conformé, on le détache et on le fait porter sur le pied qu'on a préalablement paré par le mode ordinaire.

Avant d'être placé dans le conformateur, le fer a dû subir les modifications que l'on croit nécessaires, au moyen d'une petite enclume, d'une tranche et de lumières ménagées sur le pourtour du *conformateur*. On le régularise, si besoin est, sur l'enclume; on le raccourcit sur la tranche, s'il est trop long; on relève les crampons et le pinçon, si cela est jugé utile, et au moyen d'un poinçon on complète les étampures destinées à recevoir les clous à ferrer. Mais on peut éviter toutes ces opérations en se procurant des fers proportionnés, munis du pinçon et achevés, que l'on n'aura plus qu'à conformer.

L'expérience a prouvé que toutes ces opérations peuvent être faites, d'une manière satisfaisante, par un homme adroit et qui a vu ferrer, mais qui cependant n'a jamais ferré lui-même.

Reste le brochage des clous; c'est, de toutes les opérations du ferrage, celle qui exige le plus d'adresse et de coup d'œil de la part du maréchal-ferrant. Les clous à ferrer doivent, en effet, être fabriqués avec les fers les plus doux et les plus malléables ; sans cette condition, ils sont très-promptement cassés par les mouvements de glissement sur le fer que produit l'admirable élasticité du pied de cheval.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'un autre côté, ces clous doivent avoir une tige beaucoup plus large qu'épaisse, afin qu'ils puissent se prêter plus facilement à la flexion que produisent l'élargissement et le rétrécissement alternatifs du sabot, et aussi pour qu'ils puissent se loger plus facilement dans la paroi du sabot sans l'offenser. Il résulte de là que la moindre déviation dans le coup de *brochoir* qui doit enfoncer le clou suffit pour le plier et souvent pour le perdre.

M. Clément a obvié à ce très-grave inconvénient, qui, à lui seul, suffirait pour rendre indispensable le concours d'un maréchal-ferrant, par un moyen très-simple et des plus faciles. Il arme la main gauche de l'opérateur d'une pince à mâchoires plates, très-étroites à leur extrémité et très-larges près du centre, si bien que ces mâchoires ont la forme d'un triangle. Le clou est saisi à plat par ces mâchoires, qui lui donnent la rigidité nécessaire pour résister aux coups de brochoir qu'une main inhabile peut lui appliquer. Si le clou est long, on le saisit par la partie la plus large de la pince, et, au fur et à mesure qu'il pénètre dans la paroi du sabot, on retire la pince de manière à ne maintenir que la partie qui est exposée à être pliée.

Il est bien entendu que le conformateur Clément ne dispense nullement de l'étude attentive des règles de la ferrure. L'auteur n'a pas eu la prétention d'écarter les maréchaux-ferrants, dont le concours restera toujours fort désirable ; il a voulu seulement venir en aide à ceux qui ne peuvent se procurer, à temps voulu, l'ouvrier habile qui devient de plus en plus rare dans les campagnes.

Des officiers supérieurs ont reconnu que le *conformateur* pourrait être très-utile pour les détachements de cavalerie en campagne, et les grandes entreprises de traction, que menacent les grèves des maréchaux-ferrants, ont un grand intérêt à la vulgarisation de cet appareil.

Nous croyons donc que cette invention, si simple et cependant si utile, est entièrement digne de l'intérêt de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale; en conséquence, nous demandons que des félicitations soient adressées à M. Clément et que le présent rapport soit inséré au *Bulletin*.

Signé BELLA, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 13 février 1874.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ENSEIGNEMENT TECHNOLOGIQUE.

RAPPORT *fait par* M. CH. LABOULAYE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur l'*ALBUM DU CONSTRUCTEUR *de chaudières à vapeur, publié par* MM. J. LAURENT, *garde-mines principal, attaché à la surveillance des appareils à vapeur de la Seine, et* DUNKEL, *garde-mines.*

La plupart des ouvrages sur la machine à vapeur ne contiennent que des croquis incomplets des divers systèmes de chaudières, des dessins et des renseignements tout à fait insuffisants pour le constructeur et le chaudronnier. C'est donc rendre un service public que de faire connaître en détail les constructions qui se sont faites dans les divers ateliers, les résultats obtenus par les divers systèmes dans les circonstances les plus variées, et surtout de fournir au constructeur les dimensions des diverses parties, les épaisseurs des tôles, etc., en un mot tous les éléments dont il a besoin pour exécuter une chaudière de disposition voulue.

Telle est la tâche qu'a entreprise M. Laurent, attaché depuis longues années à la surveillance des appareils à vapeur du département de la Seine. Il a pu collectionner les dessins originaux des constructeurs remis lors des épreuves de réception, et s'est associé pour ce travail M. Dunkel, garde-mines comme lui, professeur à l'Association polytechnique, qui s'est plus spécialement consacré à la description des appareils et à la rédaction du texte qui doit précéder les planches. Ce texte se divise ainsi : Notions préliminaires, chaudières cylindriques, chaudières tubulaires, chaudières verticales, générateurs à production rapide, chaudières diverses, chaudières de bateaux.

La lecture de ce travail comme la vue des planches nous ont démontré clairement l'utilité de la publication, au sujet de laquelle les auteurs ont bien voulu nous consulter, et c'est avec pleine satisfaction que nous joindrons nos encouragements à ceux de MM. Martelet et Worms de Romilly, ingénieurs des mines, chefs du service de surveillance des appareils à vapeur de la Seine. Il n'est pas douteux pour nous que cette publication ne soit appréciée en France, où elle manque entièrement, comme l'est en Angleterre celle, quelque peu semblable, de Bourne, qui se trouve chez tous les constructeurs anglais.

Nous avons donc l'honneur de vous prier : 1° de remercier MM. Laurent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et Dunkel de la communication de leur ouvrage ; 2° de les encourager à faire jouir, le plus tôt possible, les constructeurs des résultats de leurs travaux; 3° d'inserer le présent Rapport au *Bulletin*.

Signé CH. LABOULAYE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 13 *mars* 1874.

CONSERVES ALIMENTAIRES.

RAPPORT *fait par* M. HOMBERG, *au nom du comité des arts économiques, sur la* SOUPE FRANÇAISE AU GRAS ET A L'OIGNON EN TABLETTES, *présentée par* M. GREMAILLY *fils aîné, à Bordeaux, cours du Chapeau-Rouge,* 40.

Messieurs, vous avez chargé votre comité des arts économiques d'examiner un produit culinaire présenté par M. Gremailly, de Bordeaux, sous la dénomination de *soupe française au gras et à l'oignon*.

M. Gremailly, maître d'hôtel, a établi, cours du Chapeau-Rouge, à Bordeaux, une usine où il prépare, au moyen d'ingrédients de bonne qualité, des tablettes d'un petit volume qui, dissoutes dans l'eau bouillante, donnent, après quelques minutes d'ébullition, un bouillon coloré d'une odeur et d'un goût agréables, avec lequel on peut immédiatement tremper une soupe grasse à l'oignon ou assaisonner des légumes ou ragoûts de viande.

M. Gremailly nous a produit des certificats du directeur des maisons d'arrêt et de justice de Bordeaux, du médecin en chef de ces maisons, ainsi que des colonels des 123e et 35e régiments d'infanterie, qui constatent qu'ils ont employé, avec grand succès, la *soupe française* dans les services dont ils sont chargés.

M. Gellié, médecin des maisons de correction de Bordeaux, a reconnu que «10 à 12 grammes» de ce produit, jetés dans un litre d'eau bouillante et agités pendant quatre à cinq minutes, fournissaient un bouillon de couleur brune, d'une odeur aromatique et d'un goût agréable, supérieur même, en général, à celui des soupes de ménage dites à l'oignon ; que des haricots blancs cuits à l'eau et un ragoût de viande et de pommes de terre, après avoir été assaisonnés avec quelques grammes du même produit, ont été trouvés excellents par tous ceux qui en ont goûté. M. Gellié dit avoir visité, avec le chimiste et pharmacien en chef des hôpitaux de Bordeaux, l'usine de M. Gre-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mailly, et avoir constaté que la *soupe française* se compose des éléments suivants :

Farine de froment, sucre, beurre, graisse de mouton épurée, oignons et légumes roussis, conserve de tomates, herbes aromatiques, sel et épices.

Quant à la préparation du produit, elle ne laisse, dit-il, rien à désirer sous le rapport des soins, de la propreté et du choix des matières employées. Ces Messieurs se sont assurés que le produit préparé devant eux était en tout semblable à ceux livrés au commerce à diverses époques antérieures.

En résumé, M. Gellié conclut

1° Que la *soupe française* de M. Gremailly est un produit très-sain au point de vue hygiénique, et que sa valeur digestive lui paraît supérieure à celle de la soupe réglementaire de la prison départementale ;

2° Que l'introduction de ce produit, dans le régime alimentaire des établissements pénitentiaires, serait une amélioration incontestable ;

3° Enfin que le bas prix de sa composition permettrait de l'employer, avec avantage, dans les cantines.

Les colonels des régiments que nous avons cités ont reconnu que l'emploi du produit dont il s'agit était facile et pouvait rendre de grands services, soit en campagne, soit même dans les garnisons; qu'il pouvait être employé, avec économie et avantage, les jours de *rata;* qu'il se conservait sans altération pendant plusieurs mois, et était d'un transport très-facile.

Le colonel du 123e trouve la préparation de M. Gremailly d'une utilité très-grande et même indispensable pour une campagne, très-utile même en garnison, dans la saison où les légumes sont rares et dans les pays où la graisse coûte très-cher. Tout homme, dit-il, peut faire la cuisine sans aide ; la soupe est excellente et le rata délicieux ; employée avec tout autre légume, riz, lentilles, haricots, cette composition est très-avantageuse. Enfin il en recommande l'emploi dans les corps et dans les pensions de sous-officiers; en campagne, les officiers eux-mêmes trouveraient un grand avantage dans son emploi.

L'essai que nous avons fait nous-même de la *soupe française* a pleinement justifié ces appréciations, et nous avons appris que ce produit rend déjà de grands services.

L'usine établie à Bordeaux, cours du Chapeau-Rouge, 40, peut, il paraît, aujourd'hui, fabriquer par jour un grand nombre de rations qui sont livrées, dans le commerce, au prix de 5 centimes. Les prisons et les couvents de la ville, l'économat du chemin de fer du Midi, qui renferment 14 000 bouches, les 123e, 57e et 49e de ligne, ainsi que plusieurs établissements de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

charité, font, dès maintenant, une grande consommation de cet utile produit.

M. Gremailly, en inventant sa *soupe française* et en la fabriquant avec tout le soin désirable, a donc rendu un véritable service à une époque où la vie est devenue si chère et si difficile pour la classe nécessiteuse.

Toutefois, ce n'est qu'avec réserve que nous croyons que de semblables inventions doivent être préconisées. En effet, la valeur des produits de ce genre dépend du soin mis à leur exécution, et ils se prêtent peut-être, plus que tout autre, aux fraudes et malfaçons. La Société ne peut donc que constater la bonne qualité des conserves actuellement préparées. Elle reconnaîtra, sans doute, que l'intérêt même de l'inventeur doit le porter à soutenir et à améliorer encore les soins qu'il donne à sa fabrication, et enfin elle peut approuver la méthode rationnelle employée dans la préparation ainsi que le choix des ingrédients employés.

Sous cette réserve, votre comité vous propose, Messieurs, de remercier M. Gremailly de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé HOMBERG, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 26 décembre 1873.

EXPOSITION DE VIENNE.

LA GRANDE INDUSTRIE CHIMIQUE A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE VIENNE EN 1873, PAR M. LAMY,

Membre du Conseil (1).

Ayant eu l'honneur de faire partie du Jury international à l'Exposition universelle de Vienne en 1873, je me propose de résumer, devant la Société, les principaux progrès accomplis, depuis 1867, dans l'industrie des grands produits chimiques.

Et d'abord, j'indiquerai le résultat de ce grand concours international, dans les arts chimiques en général, en ce qui concerne le nombre des exposants des principaux États, et des récompenses qui leur ont été accordées.

Les exposants français étaient relativement fort peu nombreux; 225 s'étaient fait inscrire, 151 seulement avaient exposé; mais celles de nos industries qui, malgré nos récents désastres, avaient tenu à honneur

(1) Communication faite dans les séances des 27 février et 13 mars 1874.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de concourir étaient représentées par nos premiers fabricants. Il suffit de citer la grande compagnie de Saint-Gobain, Chauny et Cirey, la Société des manufactures de produits chimiques du Nord, M. Merle et Cie, les maisons Poirier, Chiris, Chevé et Gérard, Armet de Lille, Robert de Massy, Cournerie et Tissier. L'Allemagne et l'Autriche-Hongrie avaient, au contraire, de nombreux exposants, et l'exposition de la première de ces puissances, de beaucoup supérieure à celle de la seconde, était aussi remarquable que complète.

L'Angleterre était très-imparfaitement représentée; son exposition ne pouvait nullement donner une idée de l'immense industrie chimique de ce pays.

Parmi les petits États, je me bornerai à citer la Suisse, et plus particulièrement la Belgique, qui se distingue entre tous par l'importance et le développement de sa fabrication. En Russie et aux États-Unis, malgré des progrès incessants, les arts chimiques sont encore peu développés, et s'appliquent plus à l'extraction ou à l'élaboration des produits du sol qu'à leur transformation chimique.

A la France ont été accordées 132 récompenses (1), sur lesquelles 7 grands diplômes d'honneur, 27 médailles de progrès, 49 médailles de mérite et 49 mentions honorables.

L'Allemagne, la seule nation qui ait lutté sérieusement avec la France, mais avec un nombre presque triple d'exposants, a obtenu 6 grands diplômes d'honneur, 44 médailles de progrès, 152 médailles de mérite et 145 mentions honorables.

L'Autriche-Hongrie, avec plus d'exposants encore, n'a eu qu'un grand diplôme d'honneur, 20 médailles de progrès, et 252 médailles de 3e et 4e ordre. Est-il nécessaire de faire remarquer que, pour apprécier le rang d'une nation à l'Exposition, il ne suffit pas de considérer le nombre, mais encore la valeur des récompenses qu'elle a obtenues?

INDUSTRIE DES GRANDS PRODUITS CHIMIQUES.

Des cinq sections qui composent ce que l'on a appelé le groupe des arts chimiques, celle de la grande industrie est, de beaucoup, la plus impor-

(1) Dans ce nombre ne sont pas comprises 20 médailles de mérite et 29 mentions honorables accordées à l'Algérie et à nos autres colonies.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tante, par la masse énorme des produits qu'elle représente, et qui sont comme les matières premières d'un très-grand nombre d'autres industries touchant de près ou de loin à la chimie. Dans le court espace de cinq années, on ne pouvait guère s'attendre à ce que des changements ou des perfectionnements bien considérables eussent pu s'accomplir dans des procédés industriels étudiés et pratiqués depuis longtemps. Cependant, si l'Exposition de 1873 n'a pas révélé de fabrications essentiellement nouvelles, elle a permis de constater, d'une manière pour ainsi dire officielle, d'abord qu'une grande impulsion avait été donnée à la plupart des genres de fabrication, ensuite que d'assez grandes améliorations dans les détails avaient été réalisées pour rendre pratiques des procédés dont le principe seul était connu (1).

Les deux fabrications qui peuvent être considérées comme le point de départ de toutes les autres sont : la fabrication de l'acide sulfurique, le premier de tous les acides, et la fabrication de la soude, le plus important de tous les alcalis.

§ I. — *Acide sulfurique.*

Les efforts des fabricants se sont surtout portés vers l'amélioration des procédés de combustion des menus de pyrites et de concentration des acides obtenus.

Combustion des pyrites. — Relativement à la combustion des poussières, résultant de l'abatage du minerai ou du cassage des morceaux à grosseur voulue, on a renoncé de plus en plus à les agglomérer, avec de l'argile, en boules ou en briquettes, et on les brûle très-généralement aujourd'hui dans des fours appropriés des systèmes Perret, Gerstenhöffer et Hasenclever.

En France, ce sont les fours à étages multiples et bien connus de MM. Perret qui sont le plus employés. Chaque jour, on n'y brûle pas moins de 300,000 kilog. de pyrites, fragments et poudres, fournis exclusivement par les riches mines de Saint-Bel et de Chessy. Dans de bonnes conditions d'un travail courant, les résidus de la combustion ne contiennent pas plus de 4 à 5 pour 100 de soufre. Si l'on pouvait arriver à une désulfuration plus complète, jusqu'à ne laisser, par exemple, que quelques millièmes de soufre, on

(1) Le progrès que l'Exposition de 1867 a signalé comme le plus nouveau et le plus important, au double point de vue théorique et pratique, c'est, dans la section des matières colorantes, la production de l'alizarine artificielle au moyen de l'anthracène.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

accroîtrait le chiffre du rendement, en même temps qu'on aurait, comme résidu, un assez bon minerai de fer, dont la valeur viendrait en déduction des frais de fabrication de l'acide sulfurique. Un tel résultat a été obtenu par MM. Perret et Olivier en 1870 (1), et, pour faire juger de son importance, la compagnie de Saint-Gobain, fondue aujourd'hui avec la société de MM. Perret frères, avait exposé des échantillons de fers laminés et tordus, provenant de pyrites brûlées par la méthode nouvelle.

Il est hors de doute, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer ailleurs (2), que par plusieurs enfournements et grillages successifs on peut chasser à peu près tout le soufre de la pyrite ; mais la difficulté, c'est d'opérer cette purification d'une manière économique, c'est-à-dire sans dépense de chaleur ou de main-d'œuvre dépassant la valeur du produit final obtenu. A ce point de vue, et en l'absence de renseignements positifs, on ne peut encore considérer les résultats de désulfuration annoncés que comme des essais intéressants, dignes d'être poursuivis.

Les fours de Gerstenhöffer, construits d'abord en Allemagne en 1864, puis en Angleterre et même en France, paraissent surtout avantageux pour le grillage des pyrites et autres minerais sulfurés relativement pauvres en soufre ; mais, dans le cas des pyrites riches, ils présentent des inconvénients assez sérieux pour que leur emploi ne se soit guère répandu dans les fabriques d'acide sulfurique proprement dites (3).

Le four Hasenclever et Helbig est de construction postérieure à l'Exposition universelle de 1867. Il a été, d'abord, expérimenté à Stolberg, près d'Aix-la-Chapelle, pour le grillage de la blende, par la fabrique de produits chimiques la Rhenania.

Ce four (voy. les trois coupes, pl. 11), comme celui de M. Perret, se compose essentiellement d'un massif ou four proprement dit à cuves, pour brûler les morceaux de pyrites, et de tablettes ou dalles réfractaires pour les poudres. Mais le massif comprend quatre cuves ou compartiments voisins, et les tablettes, au nombre de sept, au lieu d'être horizontales et de former une série d'étages parallèles au-dessus de la cuve, comme dans les fours Perret,

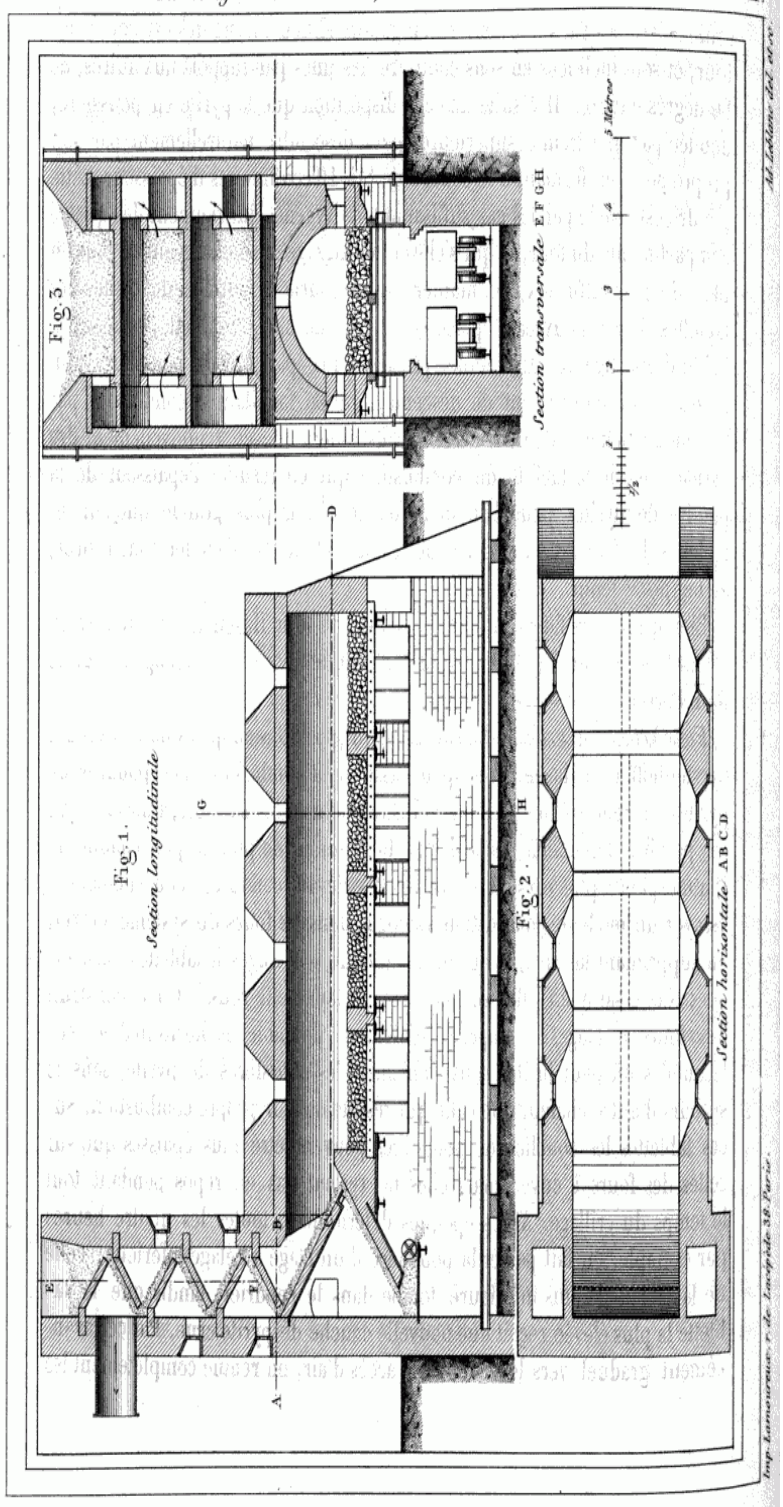
---

(1) Brevet du 25 mai 1870 (MM. Perret frères et Olivier).

(2) Voir *Bulletin*, t. XX, 2e série, p. 185.

(3) Aujourd'hui, dans plusieurs usines métallurgiques à cuivre, zinc et plomb, on utilise le gaz sulfureux provenant du grillage des minerais pour faire de l'acide sulfurique, principalement employé pour rendre solubles les minéraux phosphatés dans les fabriques d'engrais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont renfermées dans une tour rectangulaire située à l'une des extrémités du four, et sont inclinées en sens contraire, les unes par rapport aux autres, de 80 degrés environ. Il résulte de cette disposition que la pyrite en poussière, débitée par une trémie supérieure, peut descendre naturellement par son propre poids en formant une couche de 8 à 10 centimètres d'épaisseur. Cette poudre est brûlée par les gaz suffisamment oxygénés qui viennent des quatre compartiments du four, et qui s'élèvent en zigzag, en se chargeant de plus en plus de gaz sulfureux, de manière à parcourir la surface de toutes les tablettes. Par des ouvreaux placés en regard de chaque tablette, on peut, à l'aide d'une tige de fer, remuer plusieurs fois par jour la poussière, afin d'assurer son mouvement de descente, tout en facilitant sa combustion par le renouvellement des surfaces. A cause même de ce renouvellement des surfaces et de la facilité de combustion qui en résulte, l'épaisseur de la poudre de pyrites peut être deux ou trois fois plus grande que sur les tablettes du four Perret. Au bas de la tour est une roue en fer pour retirer, de temps en temps, les résidus.

Bien que divers fabricants qui ont adopté le four Hasenclever et Helbig en soient très-satisfaits, je doute qu'il soit d'un emploi plus avantageux que le four Perret.

Four à étages sans cuve.—Le succès des dispositions adoptées dans les fours Gerstenhöffer et Hasenclever, pour assurer la combustion des poudres de pyrites, en renouvelant plus ou moins rapidement les surfaces, à mesure que ces poudres descendent dans des parties du four de plus en plus chaudes et à atmosphère plus oxydante, ce succès devait conduire naturellement à essayer un mode de combustion analogue dans les fours du système Perret, en supprimant la cuve, et ne conservant que les étages à tablettes horizontales. Cet essai a en effet eu lieu et a parfaitement réussi. On a construit des fours à étages, composés seulement de tablettes horizontales, sur lesquelles on peut brûler convenablement les poussières de pyrite, sans le secours d'autre chaleur que celle qui résulte de leur propre combustion. Sur ces tablettes les couches de poussières peuvent être plus épaisses que sur celles des fours à cuve ; mais elles ne restent pas en repos pendant tout le temps du grillage. A des époques déterminées, toutes les quatre heures par exemple, on fait passer la poussière d'un étage à l'étage inférieur ; celle de la tablette la plus inférieure tombe dans le cendrier, tandis que la tablette la plus élevée reçoit une nouvelle couche de pyrite crue. Par cet avancement graduel vers les bouches d'accès d'air, on remue complétement les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poussières, et avec un bon tirage on obtient une combustion des poudres aussi satisfaisante que celle des fragments dans les fours à cuve. Le seul inconvénient un peu grave des fours en question, c'est l'entraînement d'une quantité notable de poussière ferrugineuse dans l'acide des chambres.

Utilisation des résidus. — En attendant que les résidus de pyrites grillées puissent être utilisés comme minerai de fer, on a essayé d'en tirer parti pour purifier le gaz d'éclairage, à la place du sesquioxyde de fer hydraté naturel ou artificiel. Bien qu'un semblable emploi fût condamné à l'avance par quelques chimistes, il est pourtant adopté, à notre connaissance, dans une grande usine du département du Nord, et la régénération de l'oxyde se fait une douzaine de fois.

Extraction du cuivre des pyrites grillées. — Un grand nombre d'usines, particulièrement en Angleterre, brûlent des pyrites originaires d'Espagne, de Portugal et de Norwége, qui renferment quelques centièmes de cuivre. L'emploi de ces pyrites, à égalité de teneur en soufre, paraît plus avantageux pour les fabricants d'acide sulfurique que les pyrites non cuivreuses, puisqu'ils en peuvent retirer du cuivre, et même de l'argent, en même temps qu'ils obtiennent, comme résidu, un oxyde de fer désulfuré (1). Le mode général de traitement, qui se répand de plus en plus, consiste à griller, à basse température, les résidus avec une proportion de sel marin double de la quantité de soufre (5 pour 100) qu'ils renferment, pour transformer les sulfures en chlorures solubles, et faire passer le soufre à l'état de sulfate de soude, également soluble. De la masse grillée et ensuite lessivée on obtient, d'un côté, une dissolution cuivreuse, et, de l'autre, un résidu insoluble, en grande partie formé d'oxyde de fer débarrassé de soufre, dont on se sert plus particulièrement pour faire le revêtement des fours à puddler.

Concentration de l'acide des chambres. — *Tour Glover.* — Pour concentrer l'acide sulfurique des chambres de 52 à 60 degrés, un fabricant anglais a trouvé le

(1) Les pyrites renferment aussi, comme on sait, de l'or et d'autres métaux en minime quantité. M. Claudet a fondé, à Widnes, une usine dans laquelle il extrait les métaux précieux par un procédé fondé sur l'insolubilité presque complète de l'iodure d'argent dans une solution de sel marin à la température ordinaire. On a retiré, à Widnes, en 1871, sur 16 300 tonnes de minerai pyriteux brûlé, 333 kilog. d'argent et 3k,172 d'or; la valeur de ce dernier ayant suffi à couvrir les frais de dépense spéciaux à la séparation des métaux précieux. A cette occasion, je dirai que la grande fabrique autrichienne d'Aussig avait exposé, à Vienne, au milieu de sa belle collection de produits chimiques, un grand flacon d'une douzaine de litres de capacité tout rempli de *thallium*, provenant du grillage des pyrites qu'elle consomme.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moyen d'économiser notablement de combustible en utilisant l'excès de chaleur que possèdent les gaz qui sortent des fours à pyrites. A cet effet, les gaz, à leur sortie des fours, pénètrent à la base d'une grande tour en plomb (tour Glover), à revêtement intérieur de brique, et remplie de coke ou de silex arrosé constamment par l'acide sulfurique faible, que verse, du haut de la tour, un tourniquet hydraulique ou un distributeur intermittent de Gay-Lussac. En s'élevant dans cette tour, les gaz échangent leur chaleur avec l'acide qui tombe en sens contraire, et l'amènent à 60 degrés Baumé au bas de la tour, en lui enlevant environ 12 à 13 pour 100 d'eau. Celle-ci est entraînée avec les gaz dans les chambres, et diminue d'autant la quantité de vapeur à fournir à ces chambres par les générateurs.

Il importe cependant de remarquer que tout n'est pas bénéfice dans cette utilisation de la chaleur des gaz qui sortent des fours à pyrites. L'acide faible des chambres doit être élevé, au moyen d'un monte-acide en fonte épaisse, au sommet de la tour de concentration. Or ce monte-acide et la colonne elle-même s'usent assez rapidement, et cette usure, ajoutée aux frais de marche et d'entretien de la pompe foulante, compense une partie de l'économie de combustible qu'aurait exigée la concentration opérée en bassins à l'air libre.

Pour concentrer l'acide sulfurique de 60 à 66 degrés, un fabricant de Bruxelles, M. Hemptine, a repris l'idée, déjà ancienne, de M. Kuhlmann, de substituer, aux coûteux alambics en platine ou aux vases si fragiles en verre, des appareils en plomb dans lesquels on peut faire le vide. Ayant constaté que l'acide sulfurique à 66 degrés Baumé, qui ne bout à l'air libre qu'à 325 degrés centigrades, peut entrer en ébullition entre 190 et 195 degrés, lorsqu'il n'est plus soumis qu'à une faible pression de 3 à 4 centimètres de mercure, M. Kuhlmann avait, en 1844, tenté la concentration de cet acide dans le plomb, lequel n'est pas sensiblement attaqué, lorsqu'on a soin de ne pas dépasser la température de 200 degrés.

L'appareil avec lequel M. Hemptine est parvenu à réaliser, sur une grande échelle, la concentration à 66, est certainement très-ingénieusement construit ; mais il est un peu compliqué ; l'opération est discontinue, d'une conduite délicate, exigeant des fermetures hermétiques bien difficiles à obtenir en travail courant ; enfin l'acide concentré doit être débarrassé, par filtration ou par dépôt, d'une notable quantité de sulfate de plomb qu'il a dissous et entraîné : opérations accessoires aussi désagréables que coûteuses.

MM. Faure et Kessler, fabricants de produits chimiques, à Clermont-Ferrand, sont aussi les inventeurs d'un autre système d'appareil, système mixte

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en quelque sorte, qu'ils recommandent sous le rapport de l'économie du prix d'achat et du combustible. Cet appareil consiste essentiellement en une simple cuvette plate en platine, chauffée à la flamme directe d'un feu de houille, et renfermée dans une petite chambre ou dôme en plomb refroidi, qui remplace la panse, le col, le chapiteau et l'allonge de l'alambic ancien. D'un côté, la cuvette reçoit, par des tubes en plomb, l'acide à 58 degrés sortant des chaudières de concentration préparatoires; de l'autre, elle le laisse échapper à 66 degrés, d'une manière continue, par un tuyau trop-plein, en platine, qui communique d'abord avec un réfrigérant en plomb entouré d'eau, puis avec une série de cruches en grès, où il achève de se refroidir, et enfin avec les touries d'expédition qui se remplissent d'elles-mêmes. Les vapeurs aqueuses, condensées contre les parois refroidies de la chambre en plomb, en sortent sous la forme de petites eaux à 26 degrés Baumé.

La disposition nouvelle n'est peut-être pas à l'abri de toute objection, principalement du côté de la fermeture; mais nous savons que, depuis un an, elle a déjà reçu de notables perfectionnements, et l'économie qu'elle procure est assez grande pour avoir décidé plusieurs usines, tant à l'étranger qu'en France, à l'adopter. Toutefois, la concentration à 66 degrés continue à se faire généralement dans les mêmes appareils de platine ou de verre qu'en 1867.

Un magnifique alambic en platine, capable de concentrer 10 000 kilog. d'acide en vingt-quatre heures, construit avec tous les perfectionnements connus, avait été exposé par MM. Johnson et Mathey de Londres. Le tube de réfrigération, en platine et à soudure autogène, comme tout l'appareil lui-même, était contourné en spirale, à la façon d'un serpentin ordinaire, et n'avait pas moins de 10 mètres de longueur (1). MM. Desmoutis, Quenessen et C^ie^, de Paris, avaient exposé aussi de beaux appareils, avec une petite modification pour éviter le trop-plein de l'alambic.

Réactions dans les chambres de plomb. — Quelques savants et industriels ont cru pouvoir conclure de leurs observations que le bioxyde d'azote des chambres de plomb était décomposé en protoxyde dans la première chambre, lorsque l'acide de celle-ci avait une densité trop faible, et que cette décomposition expliquait la perte, en composés nitreux, que l'on constatait presque toujours dans la fabrication.

(1) Ce bel alambic a été acheté au prix de 100 000 francs par M. Seybel, pour son usine de Liesing, près de Vienne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sans nier absolument le fait, je puis cependant affirmer, d'après des expériences récentes de M. Kuhlmann, que cette décomposition en protoxyde d'azote est très-limitée, et que la perte principale des composés nitreux résulte surtout de la décomposition du bioxyde d'azote en azote, sous l'influence de l'acide sulfureux et de la chaleur. La conséquence pratique à tirer de ce fait, confirmée, d'ailleurs, par l'expérience, c'est de ne pas laisser la température s'élever trop dans les chambres.

Importance de la production de l'acide sulfurique. — L'acide sulfurique ayant trouvé, depuis quelques années, un grand débouché dans la fabrication des engrais phosphatés, sa production a suivi un développement correspondant, et va, chaque jour, en augmentant avec l'exploitation de plus en plus considérable des phosphates minéraux. D'après les renseignements les plus dignes de foi que j'ai pu me procurer, on peut évaluer la production actuelle totale de l'Europe, en acide sulfurique concentré (66 degrés Baumé), au chiffre énorme de 820 000 tonnes, réparties ainsi :

Angleterre.	500 000	tonnes (1).
France.	150 000	
Allemagne.	85 000	
Autriche-Hongrie.	40 000	
Belgique.	30 000	
Autres pays.	15 000	
	820 000	tonnes.

Sur ce nombre, 2 000 tonnes environ sont produites en Bohême par M. D. Starck, par la distillation du vitriol vert desséché. Une autre partie, mais également minime, est obtenue par la combustion du soufre.

§ II. — *Soude.*

La grande industrie de la soude artificielle était dignement représentée, dans la section française, par les sociétés de Saint-Gobain, Chauny et Cirey, de M. Merle et C^ie^, et des manufactures de produits chimiques du Nord (M. Kuhlmann, administrateur général).

(1) Évaluée d'après le chiffre officiel de pyrites importées ou exploitées en 1871 dans la Grande-Bretagne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La décomposition du sel se fait toujours, très-généralement, par l'acide sulfurique, soit dans des fours anciens, soit dans des fours à moufle.

Procédé Hargreaves. — Cependant, on pratique actuellement, en Angleterre, un autre mode de décomposition qui doit être signalé, parce qu'il a l'avantage de supprimer les chambres de plomb pour la production de l'acide sulfurique ; c'est la fabrication du sulfate de soude par l'action simultanée du gaz sulfureux, de l'air et de la vapeur d'eau sur le sel marin chauffé à une température voisine du rouge. Le sel gemme pulvérisé est agglutiné avec un quart environ de sel raffiné humide, puis séché et introduit en fragments de la grosseur d'un œuf, dans de grands cylindres ou chambres en fonte de 20 à 30 mètres cubes de capacité, au nombre de six ou huit placés à côté les uns des autres. Chacun de ces cylindres est chauffé par un ou deux foyers, selon sa capacité, et les carnaux de fumée sont disposés, le chauffage dirigé de manière à n'atteindre, sur aucun point de la masse, la température qui provoquerait un commencement de fusion du sel. Le gaz sulfureux, produit par la combustion des pyrites, pénètre, avec l'air humide, à la partie inférieure des cylindres, sous un faux fond perforé qui soutient les fragments de sel ; absorbé progressivement, lentement, en passant du premier au dernier, il transforme le sel marin en sulfate, et déplace l'acide chlorhydrique, qui va se condenser dans un appareil ordinaire de condensation des fours à sulfate. La perte en acide sulfureux est très-faible ; d'ailleurs l'action de ce gaz est méthodique, c'est-à-dire que le courant gazeux est toujours dirigé du cylindre le plus saturé ou le plus complétement transformé à celui qui l'est le plus imparfaitement. Le sulfate obtenu peut être remarquablement pur ; nous en avons analysé qui ne contenait qu'un à deux millièmes de sel marin. Si le travail, dans les grands appareils Hargreaves, que montent en ce moment deux usines anglaises, vient confirmer les résultats obtenus dans l'usine de l'auteur, nul doute que le procédé nouveau n'ait un sérieux avenir.

Fabrication du carbonate de soude. — Le procédé Leblanc, pour la conversion du sulfate de soude en soude artificielle, reste encore, malgré les nombreuses tentatives faites pour l'améliorer ou le modifier, le seul à peu près exclusivement suivi. Les fours tournants se sont multipliés en Angleterre, mais aucun n'a été construit sur le continent jusqu'à ce jour.

Parmi tous les procédés proposés, il en est un qui mérite une attention spéciale, parce qu'il paraît seul de nature, aujourd'hui, non pas à supplanter, mais à remplacer partiellement la méthode Leblanc, et parce qu'il a réellement fait son apparition, en quelque sorte officielle, à l'Exposition de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vienne ; c'est le procédé fondé sur l'emploi du bicarbonate d'ammoniaque, ou de l'acide carbonique et de l'ammoniaque pour décomposer une solution concentrée de sel marin.

En voici le principe, indiqué il y a plus de trente-cinq ans, et qui a été l'objet, depuis cette époque, d'une douzaine de brevets ou de patentes, la première prise en Angleterre, en 1838, par M. G. Dyar et J. Hemming.

Si l'on fait réagir, au sein de l'eau, du bicarbonate d'ammoniaque sur du sel marin, il se produit, par double échange, du bicarbonate de soude qui se précipite en poudre cristalline, et il reste en dissolution du sel non décomposé, du chlorhydrate d'ammoniaque et un excès de bicarbonate d'ammoniaque. Le précipité de bicarbonate de soude, filtré et lavé, puis torréfié ou calciné, donne du carbonate de soude sec et de l'acide carbonique. Celui-ci peut être utilisé pour reconstituer du bicarbonate d'ammoniaque avec l'ammoniaque que l'on retire des liquides filtrés au moyen de la chaux, de façon que le gaz carbonique en partie, et l'ammoniaque en totalité, rentrent constamment dans le courant de la fabrication. L'excès de gaz carbonique nécessaire, celui qui est exporté dans le carbonate de soude, est produit, en même temps que la chaux destinée à révivifier l'ammoniaque, par la décomposition du calcaire dans un four à chaux.

Ce procédé a été réalisé en grand en 1855 et 1856, à Puteaux, par MM. Schlœsing et Rolland, à l'aide de dispositions fort bien raisonnées et très-ingénieuses, que les auteurs ont fait connaître, en 1868, dans les *Annales de Chimie et de Physique* (4e série, t. XIV, p. 12).

L'usine de Puteaux, fondée en vue d'une expérimentation, n'était pas placée dans des conditions de lieu et d'installation nécessaires pour produire à des prix rémunérateurs, et la société formée par les inventeurs devait créer une usine importante sur une mine où elle aurait puisé de l'eau salée; mais elle fut arrêtée par une question de législation interprétée à son désavantage. Le procédé par l'ammoniaque perd un tiers environ du sel mis en œuvre, et il en faut 180 kilog. pour 100 kilog. de carbonate de soude. N'était-il pas équitable de payer l'impôt (1) sur le carbonate de soude produit, plutôt que sur la totalité du sel puisé, puisqu'un tiers de ce sel serait rejeté avec les eaux chargées de chlorure de calcium ? L'administration exigea le droit sur la totalité de l'eau salée admise dans l'usine. Le carbonate de soude se trouva ainsi grevé d'un impôt de 18 fr. par 100 kilog. C'est

(1) A cette époque existait un impôt de 10 francs sur le sel. Cet impôt a été aboli en 1861.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette exigence regrettable du fisc, réduisant dans une trop forte proportion la marge des bénéfices, qui fut la principale cause pour laquelle la société de Puteaux dut renoncer à son projet d'établissement.

L'avantage le plus séduisant de ce procédé, ne fût-ce qu'au point de vue de la salubrité, consiste dans la suppression des chambres de plomb, des fours à sulfate et des fours à soude, avec tout le cortége de leurs vapeurs incommodes plus ou moins difficiles à condenser. Mais, étant donnée une source d'eau salée abondante, le procédé paraît être, en outre, réellement économique; il réduit de plus de moitié la quantité de charbon employée à la fabrication du sel de soude. Parmi les inconvénients qu'il présente, indépendamment de la perte d'un tiers du sel employé, il faut citer les pertes toujours inévitables de sels ammoniacaux plus ou moins volatils ou solubles, lesquelles croissent rapidement avec l'élévation de la température.

Quoi qu'il en soit, le procédé a été repris, en Belgique, par M. Ernest Solvay, qui l'a plus ou moins perfectionné (1) et définitivement installé, il y a trois ans, à Couillet, près de Charleroi. En 1872, la production de M. Solvay s'est élevée à 4 000 tonnes de sel de soude, et aujourd'hui des usines se fondent, en Angleterre près de Liverpool, en France près de Nancy, et en Hongrie à Nagy-Bocsko, pour exploiter la méthode au bicarbonate d'ammoniaque. De grands diplômes d'honneur ont été accordés par le jury à MM. Schlœsing et Rolland et à M. Solvay.

Soude caustique. — L'exposition allemande et l'exposition anglaise offraient des soudes caustiques de toute beauté. On fabrique encore cet alcali par l'ancien procédé, au moyen du carbonate de soude et de la chaux, avec la précaution d'utiliser le précipité de carbonate de chaux, lavé à trois reprises, mais renfermant encore de la soude, pour faire la composition du mélange Leblanc, et faire rentrer ainsi, dans le travail, cette petite quantité de soude. Plus généralement, on traite par le nitrate de soude les liqueurs *rouges*, caustiques, qui proviennent de la pêche du sel de soude dans les lessives concentrées.

Ce dernier mode d'opérer, coûteux à cause de la grande proportion de nitrate qu'il exigeait, avait été rendu plus économique, en insufflant de l'air dans les lessives; mais l'oxydation du soufre était lente et difficilement complète. En 1869, M. W. Helbig fit des essais pour insuffler de l'air non plus dans les lessives, mais dans la masse rendue visqueuse par l'évaporation et mainte-

(1) Nous ignorons la nature de ces perfectionnements.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nue au rouge. Ces essais furent assez satisfaisants pour faire adopter le procédé dans la plupart des fabriques de soude caustique.

Régénération du soufre des marcs de soude et de potasse. — Des divers procédés décrits à l'occasion de l'Exposition de 1867, le procédé Mond, plus ou moins modifié et perfectionné, est celui qui s'est le plus répandu. Il est aujourd'hui appliqué dans un grand nombre d'usines d'Angleterre et du continent, et le soufre qu'il procure est obtenu dans de telles conditions de pureté, qu'il est vendu, dans le commerce, comme soufre pur, comparable au soufre raffiné de Marseille. Dans l'usine de la Rhenania, à Stolberg, sous la direction de M. Hasenclever, on obtient d'excellents résultats en opérant de la manière suivante : on oxyde les marcs par insufflation d'air, d'après la méthode Mond; on précipite les lessives avec de l'acide chlorhydrique dans des cuviers en bois d'après Gukelberger, et on raffine le soufre, sous pression à 120 degrés environ, dans l'appareil en tôle de Schafner. De cette manière, on consomme, par 100 kilog. de soufre pur, 230 kilog. d'acide chlorhydrique, et l'on régénère 15 de soufre pour 100 de carbonate de soude fabriqué. Le même mode de régénération, appliqué à Aussig par M. Schafner, livre actuellement au commerce près d'un demi-million de soufre en canons (1).

Hyposulfite de soude. — La production de ce sel est intimement liée à la fabrication de la soude. Aujourd'hui la plus grande partie se tire des résidus de cette fabrication. Ainsi les liquides provenant du lessivage des charrées oxydées, riches en hyposulfite de chaux, sont mélangés avec du sel de Glauber, et l'hyposulfite, résultant de l'échange des acides et des bases, cristallise, après séparation du dépôt de sulfate de chaux.

Des causes de déperdition du sodium dans la fabrication de la soude par le procédé Leblanc. — D'après des recherches de M. Scheurer-Kestner sur le mode de formation de la soude brute, et sur la composition des marcs ou charrées de soude, la majeure partie des pertes de sodium, éprouvées pendant la fabrication, doit être attribuée à la présence de la chaux qui, en s'hydratant, retient une partie de la soude à l'état insoluble, ou du moins difficile à enlever par les lavages ordinaires. Dès lors, plus on a employé de calcaire en excès dans le mélange Leblanc, et plus les résidus renferment de sodium insoluble. Mais, d'autre part, on sait qu'un excès de calcaire est nécessaire

(1) Le haut prix relatif de l'acide chlorhydrique, dans certaines localités, est le principal obstacle qui se soit opposé, jusqu'à ce jour, à l'extension plus grande de ce procédé de régénération du soufre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour fournir, à la fin de l'opération, les gaz qui doivent rendre poreuse la soude brute. D'où résulte cette conséquence pratique, que le mélange qui peut donner les meilleurs rendements en sels solubles est celui qui, ayant été chauffé au point de provoquer un fort dégagement d'oxyde de carbone au moment où on retire la soude du four, renferme le moindre excès de calcaire.

Importance de la production des sels de soude. — En prenant la quantité de sel décomposé par l'industrie de la soude, comme la mesure la plus simple de son importance, et en réalité la plus exacte du progrès chimique, on constate un accroissement considérable dans la production, en France, depuis 1867. A cette époque, en effet, nos fabriques décomposaient à peine 100 000 tonnes de sel. En 1869, la décomposition atteignait 111 000 tonnes, et aujourd'hui elle dépasserait 125 000 tonnes, s'il ne fallait malheureusement défalquer de ce nombre le chiffre de 10 000 à 12 000 tonnes employées par nos anciens territoires d'Alsace-Lorraine. Le chiffre réel, pour le dernier exercice de 1872, est 115 781 tonnes. En Angleterre, la décomposition du sel s'élève à un nombre triple de celui de la France, et, dans le reste de l'Europe, à 125 000 tonnes environ.

(*La fin au prochain cahier.*)

ARTS CHIMIQUES.

SUR LA CRISTALLISATION DU VERRE, PAR M. EUG. PELIGOT.

« Il existe, à Blanzy (Saône-et-Loire), une verrerie à bouteilles appartenant à M. Chagot, dans laquelle on a remplacé les creusets habituellement employés pour fondre le verre par un four à cuvette de grande dimension. Ce four a été construit par M. Videau, directeur de l'usine, avec le concours de M. Clémandot, ingénieur civil, dont le nom est bien connu de l'Académie : il est chauffé aux gaz ; il a $6^m,50$ de longueur sur 2 mètres de largeur ; dans la cuvette, qui a $0^m,45$ de profondeur, on fond à chaque opération 12 000 kilogrammes de verre. Des ouvreaux, au nombre de douze, pratiqués dans ses parois, servent au cueillage du verre et au travail des ouvriers qui soufflent les bouteilles.

« Ce four ayant été mis hors feu, il y a quelques mois, par suite d'un de ces accidents qu'un appareil d'une construction aussi neuve et aussi hardie rend inévitables, M. Videau a fait tirer à la poche le verre encore fluide dans les parties déclives de la cuvette ; ce travail a mis à découvert des géodes cristallines qui s'étaient formées pen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dant le refroidissement de la masse vitreuse. Ce sont ces cristaux que M. Videau, qui est un ancien élève de l'École centrale, m'a envoyés, en y joignant des morceaux du verre transparent, de l'*eau mère* qui les accompagnait et aussi des fragments d'une bouteille faite avec ce même verre dans les conditions normales; il a pensé, avec raison, que l'examen de ces produits pourrait jeter quelque lumière sur le phénomène encore obscur de la dévitrification du verre.

« Les cristaux ont pris naissance d'abord aux angles du four, dont la corrosion, par la matière vitreuse, avait fait des points saillants; ils se sont ensuite développés sur toute la surface, en formant une croûte qui est restée solide après la décantation du verre à la poche. Ils diffèrent beaucoup, par leur aspect et par leur mode de formation, de tous les échantillons de verre dévitrifié que j'ai vus jusqu'à présent; ceux-ci sont tantôt opaques, homogènes, ayant l'aspect d'une poterie : c'est la porcelaine de Réaumur; tantôt sous la forme de prismes aiguillés ou de mamelons blancs emprisonnés dans le verre qui les a fournis, et dont il est impossible de les séparer complétement. Dans les remarquables échantillons que je mets sous les yeux de l'Académie, les cristaux sont entièrement isolés, sans mélange de verre transparent; ce sont des prismes ayant quelquefois au delà de 20 à 30 millimètres de longueur (1). Ils se sont produits dans les mêmes conditions que les cristaux de soufre et de bismuth, que nous séparons si facilement dans nos laboratoires d'avec la matière encore liquide dont ils proviennent; avec cette différence, toutefois, que celle-ci est de même nature que les cristaux fournis par ces deux corps, tandis que, pour le verre, c'est précisément cette question d'identité qu'il importe d'établir ou d'infirmer.

« On sait que, depuis les premières expériences sur la dévitrification, que Réaumur publiait en 1727, bien des travaux ont été faits sur ce curieux phénomène. Sans revenir sur les expériences de Dartigues, de Pajot des Charmes, de Fleuriau de Bellevue, de Darcet, de Berzélius, de M. Dumas, de M. Pelouze, de M. Bontemps, de M. Benrath et d'autres auteurs sur ce sujet, je rappellerai que deux opinions sont actuellement en présence pour expliquer la production du verre dévitrifié : l'une consiste à admettre que la dévitrification est due à un partage des éléments vitreux, qui donne naissance à un silicate défini, cristallisant au sein de la masse restante, celle-ci ayant, par conséquent, une composition qui n'est pas celle des cristaux; dans l'autre opinion, le verre dévitrifié est de même nature que le verre transparent; il est le résultat d'une simple modification physique, analogue à celle de l'acide arsénieux transparent qui devient opaque avec le temps. En constatant que le verre, en se dévitrifiant, ne change pas de poids, on a cru donner à cette interprétation des faits observés une valeur considérable.

(1) Voir, page 348, la reproduction photographique d'un de ces échantillons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« L'examen des trois produits vitreux de Blanzy ne confirme pas cette dernière opinion. Voici leur composition :

	I. VERRE DÉVITRIFIÉ (en cristaux isolés).	II. EAU MÈRE (verre transparent dont les cristaux ont été séparés).	III. VERRE NORMAL (fragments de bouteille).
Silice.	62,3	61,8	62,5
Chaux.	22,7	21,5	21,3
Magnésie. . . .	8,4	5,4	5,6
Oxyde de fer. .	3,2	3,0	3,0
Alumine. . . .	2,5	2,1	2,1
Soude.	0,9	6,2	5,5
	100,0	100,0	100,0

« Ces trois échantillons de verre, faits avec les mêmes matières employées dans les mêmes proportions, ne présentent, dans le rapport de leurs éléments, que des différences peu considérables; le verre normal et le verre n° II ont sensiblement la même composition, ce qui pouvait être prévu, ce dernier étant en grande masse par rapport aux cristaux qu'on en a séparés.

« Le verre cristallisé diffère d'une manière plus sensible des deux autres produits; la magnésie s'y trouve en plus forte proportion et la soude y fait presque défaut. Ainsi, conformément aux anciennes expériences de M. Dumas, le verre dévitrifié n'a pas la même composition que le verre transparent. A la vérité, les différences sont beaucoup moins considérables, ce qui tient peut-être à ce que la nature des verres de Blanzy se rapprochait davantage de celle d'un silicate défini; en outre, les verres étudiés par M. Dumas et plus tard par M. Le Blanc ne contenaient pas de magnésie.

« Les cristaux que j'ai analysés ont été soumis à l'examen de M. des Cloizeaux, qui n'a pas hésité à y reconnaître la forme du pyroxène, c'est-à-dire la forme du prisme oblique presque droit. Une analyse d'un verre cristallisé, faite par M. Lechartier, a été donnée par notre savant confrère dans son *Manuel de Minéralogie*, tome I, page 62. Ce produit, qu'il considère comme un diopside à base de soude, contient aussi de la magnésie; son origine n'est pas indiquée; sa composition est fort différente de celle du verre de Blanzy. Celui-ci ressemble davantage à un verre cristallisé que M. Terreil a examiné et qui provenait d'une verrerie à bouteilles de Clichy dans laquelle on faisait usage de calcaire dolomitique; aussi M. Terreil le compare à un pyroxène dans lequel une partie de la magnésie se trouve remplacée par de la soude : ce verre contient, en effet, 9,1 pour 100 d'alcalis. Ce chimiste a analysé aussi le verre transparent qui accompagnait les cristaux; il admet que, comme le verre cristallise complétement dans les creusets sans perte de matière, sa composition n'a pas changé en se dévitrifiant (1).

(1) *Comptes rendus*, t. XLV, p. 693.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On sait que cette opinion avait été admise antérieurement par Berzélius et par M. Pelouze : c'est aussi celle de M. Bontemps.

« M. Pelouze, auquel on doit un important travail sur cette question, tout en appuyant son opinion sur les nombreuses analyses qu'il a faites, ajoute :

« Mais, de toutes les expériences, la plus simple comme la plus décisive, pour démontrer que la dévitrification consiste en un simple changement physique du verre, consiste à maintenir des plaques de verre posées sur la sole d'un four à recuire jusqu'à ce que la vitrification soit complète, ce qui a lieu après vingt-quatre ou au plus quarante-huit heures. Leur poids reste constamment le même, et, si l'on opère sur un verre blanc de belle qualité, il est absolument impossible de distinguer autre chose que des cristaux dans la masse de verre dévitrifié (1). »

« Lors de la lecture de ce travail à l'Académie, j'avais fait observer à notre regretté confrère qu'en admettant qu'il y ait eu, dans les plaques dont il vient d'être question, production d'un silicate défini, celui-ci se trouvait emprisonné dans son eau mère dans des conditions telles que le poids et la composition de la masse ne pouvaient pas être changés. D'autres faits me conduisaient à une conclusion différente : j'avais depuis longtemps remarqué que le verre dévitrifié s'altère très-rapidement au contact de l'air. Des bandes de verre à vitre à base de potasse, dévitrifiées dans un four à moufle, deviennent humides au bout d'un certain temps; placées dans une position convenablement inclinée, elles laissent suinter des gouttelettes alcalines de carbonate de potasse; celui-ci, recueilli dans une capsule, se transforme à la longue en bicarbonate cristallisé; un morceau de glace de Saint-Gobain dévitrifiée, qui m'a été donné par M. Pelouze, se recouvre rapidement d'efflorescences de carbonate de soude. Cette plaque a présenté une autre particularité que je tiens à signaler, bien qu'elle soit la conséquence d'un autre ordre de faits, d'un changement purement physique qui tient probablement à sa texture fibreuse : c'est la faculté qu'elle a acquise de se courber à la longue sous son propre poids; placée par hasard en porte à faux dans le tiroir d'un meuble, elle s'est infléchie peu à peu, tandis qu'à l'origine elle avait une planimétrie parfaite, ayant été dressée des deux côtés par les moyens ordinaires du travail des glaces.

« Ainsi, dans ces effets dus à l'action de l'acide carbonique et de l'humidité contenus dans l'air, la dissociation des éléments du verre est rendue évidente par l'excès d'alcali devenu soluble que renferme la partie restée vitreuse : c'est le complément des résultats fournis par l'examen des cristaux que, dans d'autres conditions, on peut en séparer. A la vérité, ce caractère ne se présente pas dans l'*eau mère* de Blanzy; mais le verre normal ne contient lui-même qu'une minime proportion de soude; si bien que j'ai douté de l'exactitude de mes analyses tant que je n'ai pas eu connaissance du dosage des matières premières employées dans cette usine : on n'introduit

(1) *Comptes rendus*, t. XL, p. 1321.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la *composition*, dont la fusion exige, d'ailleurs, une température très-élevée, qu'une très-petite quantité de sulfate de soude.

« Une autre épreuve peut être invoquée pour établir que le verre cristallisé n'est pas de même nature chimique que le verre ordinaire ; l'un fond à une température beaucoup plus élevée que l'autre. M. Clémandot a chauffé en même temps, dans le four à cristal de MM. Maës, à Clichy, des fragments de verre cristallisé et, dans un autre creuset, des morceaux d'une bouteille de Blanzy ; tandis que la fusion des premiers est fort incomplète, le verre normal est devenu entièrement liquide. On a constaté que, sous l'influence d'une haute température, les cristaux qui étaient opaques sont devenus transparents ; ils se rapprochent davantage, sous ce rapport, des pyroxènes naturels.

« Cette dernière expérience semble être en contradiction avec un fait constaté par M. Pelouze, à savoir qu'une plaque de glace après dévitrification présente la même fusibilité qu'avant ; mais ce désaccord n'est qu'apparent ; dans cette plaque, les cristaux se trouvent encastrés dans un verre plus fluide, et le mélange doit présenter sensiblement le même degré de fusion que le verre non dévitrifié.

« Bien que, dans la plupart des analyses de verres transparents ou dévitrifiés, la magnésie ne soit pas mentionnée, sa présence dans les verres d'une dévitrification facile doit être prise en sérieuse considération, puisque le verre se transforme ainsi en un silicate analogue au pyroxène.

« On sait, en effet, que la magnésie se rencontre en quantité plus ou moins considérable dans *tous* les minéraux, si variés de nom, qui, au point de vue de la forme cristallographique, appartiennent à la famille des pyroxènes ou des amphiboles. Les minéralogistes ne s'accordent pas sur la composition de ces espèces minérales ni sur l'interprétation qu'il faut donner aux résultats de leur analyse. Dans les pyroxènes le rapport de l'oxygène de la silice à l'oxygène des bases doit être comme 2 est à 1 ; mais il est souvent différent. L'alumine et le sesquioxyde de fer, que ces minéraux contiennent presque toujours en assez grande quantité, doivent-ils être considérés comme des corps accidentels, étrangers à la matière pure ou purifiée, ou bien sont-ils isomorphes avec la silice, ou bien encore doivent-ils concourir, comme oxydes jouant le rôle de bases, au rapport que l'on établit entre l'oxygène de ces corps et celui de la silice ? Ces questions ne sont pas résolues ; il n'entre nullement dans le plan que je me suis tracé de les discuter.

« Je rappellerai, néanmoins, que, dans un remarquable travail exécuté sous les yeux et avec les méthodes de M. H. Sainte Claire Deville, et publié dans les *Annales scientifiques de l'École normale*, t. I, p. 81, M. Lechartier a établi que, contrairement aux conclusions de M. Rammelsberg, l'amphibole et le pyroxène ont une composition différente ; dans ce dernier minéral, le rapport de l'oxygène de l'acide et de l'oxygène des bases est de 2 à 1 ; il est de 9 à 4 pour l'amphibole.

« Le verre cristallisé de Blanzy est plus riche en silice : le rapport pour l'oxygène est sensiblement de 3 à 1 ; sa composition avec l'ancienne formule de la silice serait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aussi simple que possible, c'est-à-dire SiO^3RO; RO étant l'ensemble des oxydes que ce verre renferme. Avec la nouvelle formule, on a $3SiO^2$, 2RO. Ce verre contient à très-peu près 2 équivalents de chaux pour 1 équivalent de magnésie. Dans les pyroxènes ces rapports sont souvent inverses.

« Ces résultats ne sont qu'approximatifs, la soude, dont j'ai constaté la présence d'une manière certaine, l'alumine, l'oxyde de fer et une partie de la silice pouvant être considérés comme étant en dehors de la constitution du produit cristallisé, si l'on arrivait à l'obtenir dans un état complet de pureté.

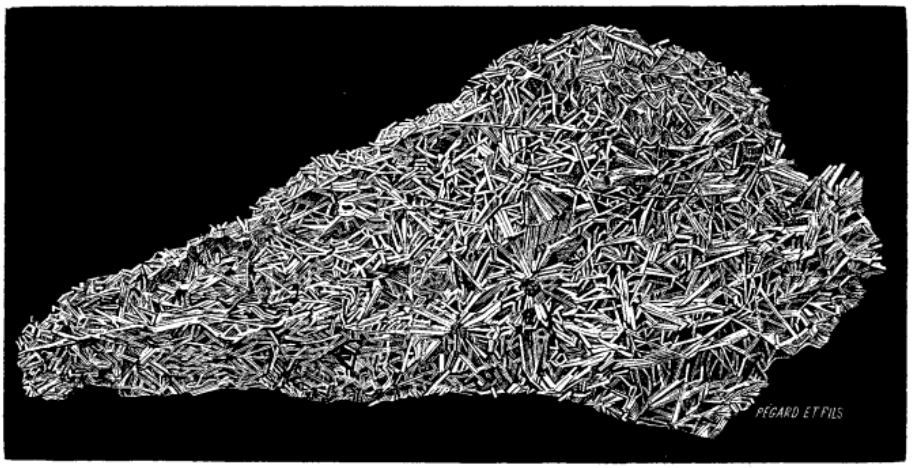
« Je ferai une dernière remarque. Un silicate du groupe des pyroxènes s'étant produit dans les conditions habituelles de la fusion d'un verre alcalin, n'est-il pas permis de se demander si, dans les analyses si nombreuses de ces espèces minérales, la recherche des alcalis, la potasse et la soude, n'a pas été quelque peu négligée? Si les pyroxènes et les amphiboles ont cristallisé, par voie de fusion ignée, dans des conditions analogues à celles du verre qui se dévitrifie, ces minéraux devraient être accompagnés de gangues plus ou moins riches en alcalis; de plus, les cristaux de ces mêmes substances doivent contenir encore des traces de leur eau mère, indiquant ainsi leur mode de formation. Presque toutes les analyses de ces minéraux présentent des pertes qui sont attribuées à des substances non dosées, parmi lesquelles se trouvent peut-être les alcalis; il est également possible que ces pertes soient dues à l'emploi de procédés d'analyse incertains, d'une exécution toujours difficile. Je dois dire néanmoins que la présence des alcalis en très-petite quantité est quelquefois mentionnée : ainsi, dans la trémolite de Norwége, qui appartient au même groupe de minéraux, M. Lechartier indique l'existence de traces d'alcali; un échantillon non soumis aux procédés de purification qu'il décrit lui en donne 0,47 pour 100; dans la hornblende, qu'il considère comme un mélange d'amphibole et d'une matière étrangère, il en a trouvé jusqu'à 5,8 pour 100.

« Quelle est la nature exacte de cette matière étrangère? Les alcalis qu'elle renfermait à l'origine circulent-ils aujourd'hui sous forme soluble à la surface de la terre? Ces questions me semblent mériter l'attention des géologues. Lorsqu'on connaît, d'ailleurs, toutes les difficultés de ces analyses, surtout en ce qui concerne la recherche et le dosage de la soude, on n'est nullement surpris que ce dernier corps ait été rencontré dans des substances qui n'en contiennent pas, comme dans la plupart des cendres provenant de l'incinération des plantes, tandis qu'on en méconnaît la présence dans des minéraux qui n'en sont pas exempts.

« Je reviens à l'objet technique de cette étude. Je ne nie en aucune façon que tous les verres puissent se dévitrifier; je suis même disposé à admettre que le verre translucide, dit d'*albâtre* ou *pâte de riz*, dont la formation n'est pas encore expliquée d'une façon satisfaisante, est le résultat d'une dévitrification qui commence; j'estime néanmoins que les verres riches en chaux et en magnésie sont ceux qui se décomposent le plus facilement. J'attribue surtout à la magnésie un rôle essentiel dans ce phé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nomène, cette base étant fournie par le sable ou par le calcaire dont on fait usage pour former le mélange à vitrifier. A Blanzy, le calcaire d'Auxey, qui entre dans la *composition* du verre qu'on y fabrique, ne contient pas moins de 20 pour 100 de carbonate de magnésie. Bien qu'infusible par elle-même, la magnésie concourt à la fusibilité des silicates qui composent le verre, cette fusibilité étant d'autant plus grande que les bases sont plus nombreuses ; mais, si l'emploi de ces calcaires magnésiens est avantageux au point de vue de l'économie du combustible, il oblige à travailler le verre avec une très-grande rapidité, de manière à éviter qu'il commence à se dévitrifier, qu'il devienne *galeux*, par suite de la formation du pyroxène qui tend à se produire pendant la liquéfaction trop prolongée de la masse vitreuse. »



Reproduction, d'après une photographie, d'un échantillon de verre cristallisé.

ARTS MÉCANIQUES.

INDICATEUR CONTINU OU COMPTEUR ENREGISTRANT LA MESURE DE LA PUISSANCE DÉVELOPPÉE PAR UNE MACHINE PENDANT UNE PÉRIODE QUELCONQUE, PAR MM. ASHTON ET STOREY (1).

(Traduit de l'anglais par M. E. Vivant, mécanicien principal de la Marine.)

Lorsqu'on emploie la vapeur comme moteur, il y aurait un grand intérêt à pouvoir lire rapidement et avec exactitude la mesure de la puissance développée par une ma-

(1) Cet article est emprunté à la *Revue maritime et coloniale.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chine dans un temps donné. Jusqu'ici des approximations fondées sur les résultats d'expériences et d'essais isolés, ou des calculs basés sur les courbes d'indicateur prises comme moyennes du travail total, ont fourni les seuls moyens de déterminer la puissance des machines à vapeur, dans tous les cas où cette puissance était assujettie à de nombreuses variations. Les indications recueillies à différents intervalles, pendant un jour ou pendant une période beaucoup plus longue, ne donnent la mesure exacte de la puissance de la machine que pendant les quelques tours accomplis au moment où l'on relève les courbes. Les variations de la pression, la vitesse, l'augmentation de résistance que peut éprouver une machine sont laissées à l'écart; de plus, les diagrammes obtenus ne fournissent de données exactes pour le moment de l'observation qu'à l'aide de longs procédés et de calculs minutieux.

Le *Steam power meter and Continuous Indicator* formant le sujet du présent mémoire, lu dans l'une des réunions de l'*Institution of mechanical engineers* de Birmingham, est de l'invention de MM. Asthon et Storey. Il possède non-seulement l'avantage de pouvoir mesurer la puissance développée par une seule course de la machine, avec autant d'exactitude que l'indicateur ordinaire et d'enregistrer cette puissance aussi exactement que si elle avait été déduite des calculs, mais encore, ce qui est beaucoup plus important, cette mesure et cet enregistrement se font durant une période entière de travail, quelles que soient les variations qui aient pu affecter le régime de la machine; on peut donc lire la puissance développée pendant une période quelconque.

L'*Indicateur continu* est représenté planche 12, la figure 1 étant la vue de face et la figure 2 la vue postérieure. L'appareil consiste en un petit cylindre avec son piston A, semblable à ceux d'un indicateur ordinaire, sauf cette différence que les deux extrémités sont en communication par un tuyau séparé avec les extrémités du cylindre à vapeur de la machine. La tige B du piston est reliée par son sommet à un ressort ordinaire à boudins C, qui est comprimé ou détendu selon que le piston se trouve au-dessus ou au-dessous du milieu de sa course. La tige porte un long pignon D, terminé par une roue pleine G (fig. 3 et 4) dont le bord est adouci et arrondi; cette roue, qui a 3 pouces de diamètre, est appelée *roue intégrante;* le système du pignon et de la roue est emmanché fou sur la tige du piston de l'indicateur et maintenu dans le sens de la hauteur par les deux colliers E, E. Le bord de la roue G est constamment en contact avec la face plate verticale d'un disque circulaire H, de 3 pouces 1/2 de diamètre, monté sur un arbre court; ce disque est pressé constamment contre la roue intégrante par un petit ressort à spirales J (fig. 2), qui agit contre l'extrémité de l'arbre porte-disque; la pression de ce ressort est réglée par une vis; elle est suffisante pour que la motion de la roue H soit transmise intégralement à la roue G, sans glissement de la part de celle-ci. Le mouvement d'une pièce choisie dans la machine est communiqué à l'arbre qui porte le disque H, de sorte que ce disque tourne alternativement dans un sens et dans l'autre; la roue G reçoit du disque un mouvement de rotation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui est proportionnel à la distance du point de contact de la roue G au centre du disque soit en dessus, soit au-dessous de ce centre.

Les figures 5 et 6 montrent les méthodes employées pour transmettre le mouvement au disque. Dans la figure 5, une barre L, fixée à une pièce dépendant de la machine et en relation avec la marche du piston, conduit par frottement une roue M dont le bord est en caoutchouc ; la barre est pressée contre ce bord par le levier et la poulie N. L'axe de la roue M porte un pignon qui engrène avec le pignon K fixé sur l'arbre du disque (fig. 1 et 2).

Dans la figure 6 une corde ou une courroie S part de la machine et vient s'enrouler sur une poulie P fixée sur l'arbre du disque ; cette corde ou courroie est supportée par les poulies-guides Q, Q.

On peut employer d'autres moyens pour transmettre le mouvement à l'arbre du disque, tels que la crémaillère R montrée dans la figure 7, ou la barre à spirales T (fig. 8) supportée à ses deux extrémités et recevant un mouvement de rotation par le bloc glissant U.

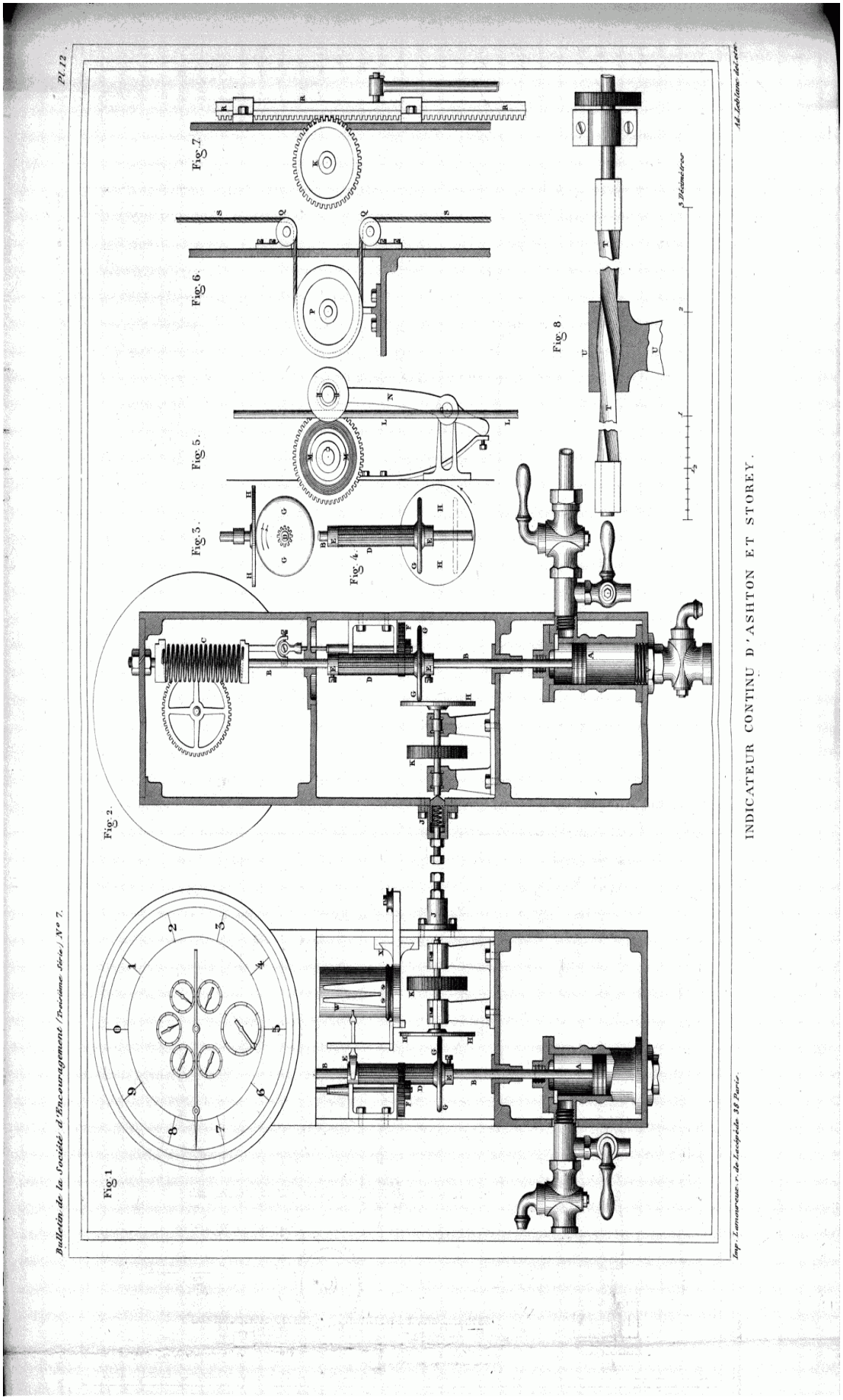
Quand il n'y a pas de pression sur le piston de la machine et, par suite, sur celui de l'indicateur, le point de contact de la roue G se trouve au centre du disque, ainsi qu'on le voit dans la figure 1 ; c'est le point zéro de l'instrument ; dans cette position le mouvement du disque H n'exerce aucune influence sur la roue G (1). Mais, quand la pression vient agir sur le piston de l'indicateur, la roue G s'élève ou s'abaisse relativement au centre du disque suivant l'énergie de la pression, énergie qui est mesurée par la compression ou l'extension du ressort C. Supposons la machine en mouvement ; le disque H recevra un mouvement de rotation qu'il communique à la roue intégrante G (fig. 3 et 4), et par celle-ci à l'index de l'instrument. L'étendue du mouvement ainsi donné, durant n'importe quelle fraction de la course, est proportionnelle à la pression de la vapeur sur le piston de l'indicateur pendant la portion de course considérée, puisque la quantité d'après laquelle la roue intégrante est conduite par le disque est directement proportionnelle à la distance à laquelle cette roue s'est élevée au-dessus du centre du disque ou abaissée au-dessous de ce même centre, et que cette distance n'est autre que la compression ou l'extension du ressort de l'indicateur.

Lorsque la course ascendante est terminée et que la course descendante commence, le disque sera mû dans une direction opposée (fig. 4), et, si la vapeur agissant sur le piston pressait dans la même direction que précédemment, la roue intégrante et l'index reviendraient sur leurs pas. Mais, comme la vapeur agit sur le côté opposé du piston à chaque fin de course, la roue intégrante sera mue du côté opposé du centre

(1) Tant qu'on ne relèvera pas d'indications, il serait bon de desserrer la vis qui fait appuyer le disque contre la roue, afin d'éviter l'usure de cette dernière sur un point de sa circonférence.

E. V.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du disque, de sorte qu'elle continuera son mouvement dans le même sens que pour la course ascendante (fig. 3). L'étendue de ce mouvement sera, comme tout à l'heure, proportionnelle à la pression, et par conséquent viendra s'ajouter à celui indiqué pour le demi-tour précédent. On voit donc que l'on enregistre ainsi continuellement les efforts exercés sur le piston de la machine, et que la position de l'index donne la somme de ces efforts. L'indication sur le cadran est constamment d'accord avec les courses successives de la machine; le piston de l'indicateur subissant les mêmes influences que le piston de la machine, la puissance indiquée est le compte *net* de la puissance développée jusqu'au moment où on fait la lecture du cadran.

Pour la graduation de l'index, voici le procédé qui a été suivi :

Prenons un ressort tel que la pression qu'il subit soit égale à un pouce pour 25 livres de pression (1), par *pouce circulaire* de la surface du piston à vapeur; la roue intégrante aura son point de contact à un pouce de distance du centre du disque, lorsque l'on aura dans le cylindre de la machine une pression de 25 livres par pouce circulaire; si le rayon de cette roue est d'un pouce, une révolution du disque correspondra à un tour de la roue intégrante. Si nous prenons une poulie dont la circonférence développée soit telle qu'une révolution complète du disque soit opérée pour chaque pied de course de la machine, une révolution de la roue intégrante représentera la motion du piston de la machine sous une pression de 25 livres par pouce circulaire, pendant un pied de la course, ou une puissance de 25 pieds-livres pour chaque pouce circulaire de la surface du piston. Dans l'instrument actuellement en usage, les différents renvois de mouvement à l'index du cadran sont disposés de façon que chaque unité du cadran correspond à 100 pieds-livres par pouce circulaire de la surface du piston.

Le travail total fait par une machine, durant n'importe quelle période, est enregistré en pieds-livres et peut être transformé directement en chevaux-vapeur, en multipliant simplement le nombre indiqué sur le cadran durant la période de travail par 1 000 et par le carré du diamètre du cylindre de la machine exprimé en pouces. La moyenne de la puissance développée, durant la période de temps considérée, sera obtenue en divisant le nombre total de pieds-livres provenant des deux produits ci-dessus par le nombre de minutes durant lequel le compteur aura été en action et aussi par 33 000, nombre de pieds-livres auquel correspond le cheval-vapeur pendant une minute.

Ces deux calculs peuvent être mis sous cette forme concise pour le travail total et le travail moyen pendant n'importe quelle période :

$1\,000\ (N - n)\ d^2 =$ travail total en pieds-livres.

$$\frac{1\,000\ (N-n)\ d^2}{33\,000\ m} = \frac{(N-n)\ d^2}{33\ m} =$$ la moyenne de la puissance développée en che-

(1) Nous rappelons que 1 pied anglais = 0m,304, 1 pouce = 0m,025 et 1 livre = 0k, 453.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vaux effectifs. Dans ces formules $d =$ le diamètre du piston de la machine exprimé en pouces; $n =$ la lecture faite sur le compteur au commencement de la période d'observations; $N =$ le nombre accusé par le compteur à la fin de la période; $m =$ le nombre de minutes écoulées entre les deux lectures (1).

Pour rendre plus promptes les consultations, lorsque l'indicateur continu est employé constamment pour la même machine ou pour des machines de mêmes dimensions, un index séparé peut être monté sur le cadran pour montrer, à n'importe quel moment, la puissance de la machine en chevaux-vapeur, en observant simplement le mouvement de l'index pendant une minute. Pour arriver à ce résultat, il est seulement nécessaire que la roue sur laquelle cet index est placé soit proportionnelle au carré du diamètre du cylindre de la machine, afin que la graduation sur le cadran des chevaux-vapeur puisse représenter le produit du compte total de pieds-livres par pouce circulaire du piston de la machine, multiplié par le carré du diamètre du cylindre en pouces et divisé par 33 000.

En fermant le robinet qui communique avec l'une des extrémités du cylindre et ouvrant un petit robinet qui permet librement l'accès de l'air sur le piston, on transforme l'indicateur continu en indicateur à simple effet, et on peut ainsi recueillir les données relatives au travail accompli par une seule des extrémités du cylindre. En ouvrant le robinet fermé précédemment et fermant celui qui est ouvert, on a les données pour l'autre extrémité du cylindre. Les tuyaux qui relient l'indicateur au cylindre sont faits aussi courts et aussi directs que cela est possible. Pour la facilité des réparations et du nettoyage intérieur de l'indicateur, le fond est formé d'un bouchon en bronze V (fig. 2), du diamètre du cylindre. Ce bouchon traverse la boîte qui contient l'instrument; il peut être aisément enlevé, et l'on peut ensuite sortir la tige avec le piston, après avoir préalablement démonté le ressort C et les deux colliers E; on peut ainsi changer la roue G, quand on le reconnaît nécessaire.

La fermeture des orifices du tiroir, avant la fin de la course du piston, produit une sorte d'effet de coussin due à la compression de la vapeur détendue par la face-avant du piston; cet effet se traduit sur la roue intégrante par un retour sur le chemin qu'elle parcourait; l'étendue de ce mouvement à reculons est proportionnelle à la perte de pouvoir occasionnée par la compression. Dans le cas d'une machine sans condensation, avec l'indicateur relié seulement avec l'une des extrémités du cylindre, la roue intégrante ne viendrait pas en contact avec le centre du disque durant la course de retour de la machine; elle s'en tiendra à une distance proportionnelle à la contre pression qui s'oppose au mouvement du piston de la machine; l'effet produit sera donc que la

(1) La flexion et l'extension du ressort, tarées d'après la pression par pouce circulaire au lieu de l'être comme à l'ordinaire d'après la pression par pouce carré, n'ont pour but que de supprimer le facteur $\frac{\pi}{4} = 0{,}7854$, lors de l'évaluation de la surface du piston. E. V.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

roue intégrante et l'index se mouvront en sens contraire du moment précédant la contre-pression, et à une distance du centre proportionnée à la perte de pouvoir due à la contre-pression.

L'instrument peut aussi être construit de façon qu'on puisse s'en servir comme d'un indicateur ordinaire, soit pour relever des courbes à chaque extrémité du cylindre séparément, soit une courbe aux deux extrémités conjointement. Le baril tournant W (fig. 1) avec un papier enroulé est porté sur un petit support qui glisse dans une rainure pratiquée en X, sur le côté de la boîte de l'indicateur; le fil conducteur est relié à la pièce de la machine que l'on a choisie à cet effet, et le crayon traceur est porté par le collier supérieur E, fixé sur la tige du piston. Après avoir pris une courbe, on enlève le baril et son support; on change le papier si l'on désire prendre une autre courbe.

Dans le cas d'une machine à vapeur louée à terme, l'indicateur continu fournit le seul moyen de déterminer exactement la moyenne de la puissance développée pendant la durée de son fonctionnement, en déduisant cette moyenne de l'enregistrement du travail accompli, méthode qui est infiniment préférable à celle des moyennes déduites de quelques courbes isolées. De même pour une machine marine en motion pendant un gros temps, les informations enregistrées donneront des moyennes beaucoup plus correctes qu'en relevant des courbes isolées, courbes qui devraient être d'autant plus nombreuses que le voyage serait plus long. L'instrument est aussi applicable au cylindre à air d'une machine soufflante, pour indiquer le poids d'air fourni par la machine dans un temps donné, quelles que soient, du reste, les variations de la pression de l'air ou de la vitesse de la machine pendant ce temps.

Une légère modification permettrait de l'appliquer à la mesure du travail accompli par une turbine, durant n'importe quel temps, et sous toutes les conditions de variations de pression et de vélocité.

Un autre usage utile de l'instrument consiste dans la détermination de la puissance nécessaire pour la motion des laminoirs appliqués à des confections diverses, aucun moyen n'ayant jusqu'ici été trouvé convenable pour la mesure d'efforts aussi variés.

Deux des premiers indicateurs continus ont été employés à cet usage, l'un sur la machine d'un laminoir à fers divers, dans le sud du comté de Galles, et l'autre dans une fabrique de tôles et de tubes en cuivre, près Manchester. Durant une période de plus de douze mois ils ont été en activité et ont fourni des informations très-intéressantes, montrant de combien la puissance développée variait en raison de la nature du travail accompli.

En examinant les résultats fournis pendant un temps quelconque, l'indicateur continu fournit les moyens de se former un jugement correct sur la manière dont une machine a été conduite pendant la période entière; il permet aussi de comparer les différentes qualités de combustibles employés, ainsi que la valeur des multiples moyens de lubrification.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'exemple suivant, relatif à l'application d'un de ces instruments au mesurage de la puissance développée par une machine à vapeur destinée à faire mouvoir une pompe de grandes dimensions, dans le voisinage de Manchester, montre l'utilité pratique des données enregistrées par rapport à la façon dont une machine exerce son travail. Le travail de cette pompe consistait à élever, à une hauteur de 16 pieds, l'eau prise dans une rivière. La tige du piston à vapeur portait la tige de la pompe; cette pompe a un piston plongeur d'environ 44 pouces de diamètre et une course de 9 pieds. Par l'action de la vapeur sous le piston de la machine, concurremment avec un vide sur la face supérieure du piston, le piston de la pompe est élevé et l'eau s'introduit dans le corps de pompe; une portion de la vapeur passe alors du dessous du piston sur le dessus, au moyen d'une valve équilibrée, et le piston à vapeur avec sa tige, ainsi que le piston plongeur et sa tige, agissent par leur propre poids pour élever l'eau contenue dans le corps de pompe jusqu'au réservoir.

Après avoir attaché l'instrument à la machine à vapeur, on observa qu'il fallait vingt-cinq courses doubles pour faire parcourir à l'index une unité du cadran, unité qui, dans ce cas, représentait 2 000 pieds-livres par pouce circulaire de l'aire du piston de la machine. L'index se mouvait en avant pendant toute la période de la course ascendante; mais il n'en était plus de même pour la période descendante, l'index marchait à reculons, accusant ainsi une portion de travail nuisible, provenant de ce qu'une portion de la vapeur était maintenue inutilement sous le piston à vapeur pour arrêter la descente du piston plongeur. L'instrument montra ainsi clairement que les différentes pièces étaient trop pesantes, leur poids excessif exigeant plus de vapeur pour les élever que pour fournir une quantité de travail correspondant à celui nécessaire pour le déplacement du volume d'eau fourni par un coup de piston. Cet excès de poids fut déterminé par la marche en arrière de l'index sur le cadran. En comparant le nombre de révolutions de la roue intégrante durant le mouvement en arrière de l'index, avec le nombre de révolutions accomplies pendant son mouvement en avant, la perte d'effet utile pouvait être mesurée. On trouva que ce nombre était dans la proportion de 3 à 10, ce qui montre que 3/10 du pouvoir de la vapeur étaient dépensés inutilement, premièrement en élevant un poids plus considérable qu'il n'était nécessaire, et ensuite en restreignant sa descente; les 7/10 du pouvoir étaient seuls dépensés utilement pour élever l'eau et surmonter les divers frottements de la machine.

Comme vingt-cinq doubles courses de la machine étaient requises pour un travail total de 2 000 pieds-livres par pouce circulaire, le travail accompli pendant une course était égal à 80 pieds-livres; la longueur de la course étant de 9 pieds, la pression moyenne effective sur le piston était de $8^{liv.},9$ par pouce circulaire. La pression effective étant seulement les 7/10 de la pression totale, cette dernière s'élevait à $12^{liv.},7$ par pouce circulaire, et la perte de pression est représentée par la différence entre ces deux valeurs; elle est égale à $3^{liv.},8$ par pouce circulaire. La pression totale aurait dû être équivalente à la charge de l'eau élevée concurremment avec le poids mort des pièces, etc., plus les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

frottements de la machine; la pression perdue aurait dû être équivalente au poids mort des tiges, moins les frottements de la machine. La hauteur d'élévation de l'eau étant de 16 pieds, la charge d'eau était de $5^{liv.},4$ par pouce circulaire, et il s'ensuit, d'après le compte de la pression totale, que le poids mort des pièces s'élevait à $5^{liv.},4$ par pouce circulaire et les frottements de la machine à $5^{liv.},7$ par pouce. Le piston à vapeur ayant 44 pouces de diamètre ou 1 936 pouces circulaires de surface, la pression perdue, à raison de $3^{liv.},8$ par pouce, montrait un excès de poids mort égal à 7 357 livres ou à 3 1/4 tonnes, sur celui nécessaire pour contre-balancer la charge de l'eau.

Pendant que le compteur était fixé à cette machine, on releva de nombreuses courbes avec un indicateur, au moyen desquelles on détermina le travail par la voie ordinaire; les résultats obtenus furent trouvés très-concordants; de petits écarts, tantôt en plus, tantôt en moins, furent observés pour chacun des modes d'opération. Chacune des circonstances de l'action de la vapeur dans le cylindre pendant une course entière était distinctement montrée par le compteur, et la période de compression de la vapeur, à la fin de la course, était accusée par un soudain retour de la roue intégrante qui renversait son mouvement au commencement de la course de retour de la machine. Au lieu de vingt-cinq doubles courses pour faire parcourir à l'index une unité correspondant à 2 000 pieds-livres, il est arrivé quelquefois que le nombre de coups s'est élevé à vingt-huit et même trente-quatre. Les causes de ces différences n'étaient autres que les changements de niveau du lit de la rivière au moment des observations. Les chiffres donnés par le compteur étaient d'une telle exactitude, que l'on pouvait en déduire la hauteur de l'eau aux différents moments.

L'extension de l'usage de ce compteur sur les bâtiments à vapeur et sur d'autres grandes machines a pleinement démontré la confiance que l'on pouvait avoir dans les chiffres qu'il permet de recueillir, et aussi dans la solidité et la durée de sa construction. La régularité de son travail est prouvée par les résultats obtenus sur la *Sibéria,* navire de la compagnie Cunard, durant deux voyages d'aller et de retour de Liverpool à New-York; la traversée a été de neuf jours dans chaque cas; la machine se composait de deux cylindres ayant 62 pouces de diamètre et 3 pieds 6 pouces de course.

		INDICATIONS TOTALES DU COMPTEUR par jour (1).			CHEVAUX EFFECTIFS		
		Plus basses.	Plus hautes.	Moyennes.	Plus bas.	Plus haut.	Moyennes.
1er voyage.	aller.	3,520	3,795	3,667	567	612	588
	retour.	3,578	3,751	3,595	555	628	601
2e voyage.	aller.	3,548	3,722	3,678	566	592	585
	retour.	3,400	3,610	3,510	500	608	574

(1) Les intervalles entre les lectures faites sur le compteur n'étaient pas exactement d'un jour; il y avait environ une mesure de variations dans chaque cas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le cas d'une machine à deux cylindres, pour être assuré de l'exactitude des résultats enregistrés, il faudrait un compteur par cylindre. Cependant la dépense d'un second compteur peut être évitée ; et des résultats sensiblement exacts en pratique peuvent être obtenus en reliant le cylindre d'un seul compteur à chacun des cylindres de la machine par des tuyaux convenables ; on mesurerait ensuite le travail exercé dans chacun des cylindres par intervalles. Du travail total accompli par les deux cylindres, relevé sur le même index, on en conclurait la part afférente à chacun d'eux, d'après une proportion dont le rapport ne changerait pas, tant que l'on ne modifierait pas les conditions d'allure et de travail de la machine. Afin de pouvoir déterminer cette proportion, le travail serait mesuré séparément pour chacun des cylindres, pendant deux périodes de même durée, et en maintenant toutes choses égales d'ailleurs pendant ces périodes. Le travail total des deux cylindres peut ensuite être déterminé à n'importe quel autre moment, en mesurant le travail dû à un seul cylindre d'après les nombres du compteur et ajoutant celui qui correspond à l'autre cylindre.

M. Ashton a exhibé quelques spécimens de compteurs. L'un d'eux conduit, suivant le mode employé jusqu'ici, par une latte de fer sur laquelle porte une poulie garnie de caoutchouc sur les bords, et l'autre suivant la dernière transmission employée, à l'aide d'une crémaillère ; puis, suivant l'usage, une discussion critique s'est engagée entre les assistants sur le sujet de la lecture qui venait d'être faite. En voici le résumé :

Le président demande quelles ont été les observations faites sur la durée de la roue intégrante, toute usure de la roue devant se traduire par une perturbation dans les résultats recueillis, il désire connaître quel est le métal que l'on a employé pour sa confection.

M. Ashton répond que le bord arrondi de la roue est la seule partie qui soit susceptible d'usure ; il montre une des premières roues faites ; elle est en bronze ordinaire de canon et elle a servi, pendant un fonctionnement de quinze mois, jour et nuit ; elle porte un petit plat sur son pourtour au lieu d'une partie arrondie ; l'usure résultant de ce plat est de moins de 1/300 de pouce ; son rayon originel étant 1 pouce 1/2, l'usure n'est donc que de 1/450 partie du rayon primitif. L'erreur résultant de cette usure est de moins de 1/4 p. 0/0 ; elle nécessiterait une correction de 1 cheval pour chaque 450 chevaux indiqués. La roue peut être changée en quelques minutes ; si on ne l'a pas fait, c'est qu'on n'en a pas reconnu la nécessité. L'acier, la fonte, le fer forgé ont été essayés pour le disque rotatif portant contre la roue intégrante, mais on emploie maintenant, pour la fabrication de ces deux objets, du métal de cloche, qu'on laisse aussi dur que le comporte l'obligation de les tourner avant leur mise en usage. On a grand soin de ne jamais graisser ces deux objets, leur position, à l'abri dans une boîte, les défend contre tout graissage par inadvertance.

Le président demande quelle est la pression nécessaire pour que la roue ne glisse pas sur le disque.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Ashton répond que la pression exercée par le ressort est assez petite, et qu'elle est suffisante pour assurer l'entraînement de la roue ; il ne pense pas que la pression excède 1/4 de livre. L'agencement adopté, à cet effet, remplit très-bien son but ; il n'y a pas lieu de chercher à le modifier.

M. J. Robinson demande si les flexions sont bien égales au bout d'un certain temps d'usage pour des charges données, s'il ne faut pas une charge plus grande pour faire fléchir le ressort des mêmes quantités aux derniers moments de la compression ou de l'extension.

M. Ashton réplique que, dans les limites d'allongement et de raccourcissement demandés à ces ressorts, les essais ont démontré qu'ils étaient proportionnels à la charge totale appliquée.

M. Cowper fait observer que ce ressort étant de la même nature que celui employé pour les indicateurs ordinaires, il n'y a pas plus de raison pour que les résultats fournis par le compteur soient entachés d'erreur de ce chef que pour les premiers instruments (1).

M. F. J. Bramwell pense qu'il serait fort utile que ces compteurs fussent en usage pour toutes les classes de machines et spécialement pour les machines marines, parce que l'on pourrait ainsi connaître le nombre de chevaux développés pendant un voyage entier. La consommation totale de charbon pourrait être alors divisée par le nombre total de chevaux obtenus durant la course entière ; la moyenne, ainsi déduite, serait beaucoup plus exacte que celle déterminée pendant des essais de courte durée faits sur le mille mesuré, dans des conditions anormales pour des traversées ordinaires ; le véritable degré d'économie réalisé par les différents systèmes de machines serait ainsi promptement évalué. Il suppose que l'usage de cet instrument se répandra rapidement lorsqu'il sera mieux connu.

M. J. B. Fenby suggère qu'il serait bon d'installer l'instrument de telle sorte qu'il indiquât immédiatement la quantité de travail nuisible accompli sans s'assujettir à l'observation assidue du mouvement de la roue intégrante, et rien que par l'étendue du mouvement de l'index dans sa marche à reculons ; sans une telle attention, une machine peut être considérée comme ayant accompli un travail dont le total sera indiqué par les unités parcourues sur le cadran, tandis qu'en réalité elle en a exercé un plus grand en accomplissant inutilement une portion de son propre travail (2).

---

(1) A condition qu'on vérifiera de temps à autre, comme pour les indicateurs, la charge exacte correspondant à une flexion donnée du ressort. E. V.

(2) Il nous paraît très-simple de réaliser avec l'indicateur continu l'enregistrement de tout travail fait dans le sens inverse de celui qui donne la somme de travail utile. La roue intégrante, et, par suite, l'index marchant dans ce cas en sens inverse de leur rotation pendant une fraction de la course du piston, il suffirait d'armer l'arbre qui porte l'index d'un appendice qui ne fonctionnerait que lors de la marche en arrière de cet arbre ; la somme des marches ainsi effectuées serait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Ashton répond que l'indicateur continu a pour objet d'enregistrer le travail utile fait par la machine et que la portion inutile du travail n'est pas mesurée par l'index. Dans toute machine sans condensation (1), il y a une certaine perte de puissance due à la contre-pression lors de l'émission de la vapeur, et dans ce cas, comme dans tous les autres cas de perte de puissance, la valeur de cette perte peut être mesurée par l'indicateur continu en relevant le travail sur chacune des extrémités du cylindre séparément ; le mouvement de la roue intégrante sera ainsi bien vu et sera noté pour chacune des fins de course du piston. Avec l'indicateur correspondant aux deux extrémités du cylindre, l'effet de la contre-pression est déduit par l'instrument lui-même ; le piston de l'indicateur étant dirigé par la pression effective dans le cylindre, il s'ensuit que les résultats recueillis donnent le compte *net* de travail effectif accompli par la machine.

M. G. D. Hughes considère l'invention de l'indicateur continu comme très-utile, mais il trouve qu'il y a un point bien délicat, c'est celui de s'assurer si la roue intégrante ne glisse pas sur le disque ; il demande si l'on a comparé les résultats obtenus avec l'emploi de l'indicateur continu pour relever des courbes, avec ceux déterminés au moyen de courbes relevées avec un indicateur ordinaire, et s'il a y eu identité dans les résultats du calcul.

M. Ashton répond que la condition essentielle du bon fonctionnement gît dans

---

totalisée par un cadran du même genre, mais moins étendu que celui placé sur la face-avant de l'instrument ; le second cadran pourrait être placé sur l'arrière de la boîte. Le travail total se composerait de la somme des chiffres accusés par le cadran A' et celui A.

On pourrait obtenir beaucoup plus simplement l'étendue de la marche en arrière de l'index, en munissant ce dernier d'une pointe mobile qui ne laisserait de trace sur le cadran que pendant le retour de l'index sur ses pas ; il va sans dire qu'on n'obtiendrait ainsi d'indications exactes que pendant un tour complet du cadran, attendu qu'au second tour les indications se confondraient et que, dans un certain nombre de tours, les traces précédentes formeraient une circonférence complète.

Il n'est pas nécessaire d'ajouter que l'enregistrement sur le cadran-arrière serait obtenu soit par un rochet, un mouvement excentrique, etc. La mesure exacte de l'étendue embrassée par ces mouvements serait loin d'être dépourvue d'intérêt ; elle fournirait des données qui permettraient de contrôler la régulation, et de la modifier si on en reconnaissait la nécessité.

Il nous semble aussi qu'il serait préférable que l'indicateur agît toujours par compression pour chacune des extrémités des cylindres, au lieu d'agir par compression pour l'une d'elles, et par extension pour l'autre ; il suffirait évidemment que la tige du piston portât une rondelle fixe remplissant l'intervalle qui séparerait deux ressorts d'égale tension ; cependant l'effet des chocs de la rondelle sur ces ressorts influencerait peut-être davantage les indications de l'instrument que les inégalités lors de la compression ou de l'extension. L'expérience le démontrerait.

En résumé, nous estimons que cet instrument tel qu'il est fabriqué doit être très-utile. E. V.

(1) On pourrait dire : dans toute espèce de machines en général, la contre-pression est moindre dans une machine à condensation, mais elle n'en existe pas moins. E. V.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'abstention de tout graissage entre le disque et la roue intégrante ; que le contact est suffisamment maintenu par le petit ressort à hélice, et qu'il est inutile de se préoccuper de tout autre mode d'action ; que, sous ce petit effort, la roue intégrante tourne sans glissement. Relativement aux diagrammes, le premier indicateur continu que l'on a construit a été essayé tout récemment en concurrence avec un indicateur Richard ; ce dernier avait un ressort dont la flexion était d'un pouce pour 24 livres de pression par pouce carré, le ressort de l'indicateur continu fléchissant de la même quantité pour une pression de 25 livres par pouce circulaire, et qu'en tenant compte de ces différences les résultats obtenus ont été identiques.

M. E. B. Marten dit qu'il a, tout récemment, appliqué l'indicateur continu à une machine destinée à la motion d'un laminoir dans le voisinage de Stourbridge ; que cet instrument agit d'une façon très-satisfaisante. Il donne des informations exactes relativement au travail fourni par la machine, travail qu'il n'avait pas été possible d'obtenir jusqu'ici avec une pareille exactitude. On a établi que le travail moyen nécessaire était moindre que celui déduit des courbes d'indicateur relevées à la façon ordinaire et de temps en temps, suivant les circonstances du fonctionnement de la machine. Il est, en vérité, très-difficile de déterminer la force absolue en chevaux-vapeur pour une machine de laminoir par un autre moyen que celui d'une indication constante, à cause des changements incessants qu'éprouve la machine dans sa vitesse. Pendant un essai de 30 minutes de durée avec l'indicateur continu, la puissance moyenne développée fut trouvée égale à 115 chevaux ; la moyenne déduite de courbes isolées pendant les mêmes 30 minutes donnait 163 chevaux. Pendant un second essai de même durée, la moyenne par l'indicateur continu fut de 124 chevaux ; la plus haute observation recueillie au moyen de l'indicateur ordinaire s'élevait à 325 chevaux, et la plus basse à 89 chevaux ; la moyenne était donc de 207 chevaux, quantité beaucoup plus considérable que celle réellement développée. Dans un tel cas, les diagrammes pris avec un indicateur ordinaire ne permettent de mesurer exactement le travail accompli que pendant la seule course qui correspond à l'un des diagrammes, ce qui est tout à fait insuffisant pour la détermination du travail moyen.

M. Barton estime que les résultats donnés par l'indicateur continu sont très-valables, et fort intéressants pour toutes sortes de travaux où la charge varie dans des proportions aussi grandes.

Il dit qu'il n'a éprouvé aucune difficulté pour relier l'instrument à la machine, que le disque était simplement conduit par une courroie fixée contre la tige du piston, cette courroie passant sur une poulie montée sur l'arbre du disque, et que, pour la maintenir suffisamment tendue, on avait suspendu un poids à l'extrémité libre de la courroie.

M. E. A. Cowper mentionne qu'il y a déjà eu des applications du principe de la roue intégrante et du disque pour fournir des indications continues ; qu'elles ont été faites par le professeur Moseley pour mesurer le travail de la machine Cornish, qui mène la pompe des *East London Water-Works*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Ashton répond que la roue intégrante et le disque sont connus depuis fort longtemps ; mais il croit que l'on n'a jamais fait usage de la propriété que possède l'agencement qu'il a réalisé, de marcher toujours dans le même sens, par suite du déplacement du point de contact de la roue intégrante au-dessus ou au-dessous du centre du disque, lorsque celui-ci change le sens de la rotation, propriété qui permet d'obtenir une indication continue de la puissance totale développée.

M. A. Alexander croit que, jusqu'à présent, la roue intégrante ne s'est pas promenée d'un côté à l'autre du centre du disque, qu'elle fonctionne toujours du même côté du centre.

Il suppose qu'une roue intégrante a été employée par Morin dans son dynamomètre enregistreur.

M. A. Cowper demande quel est le prix d'un instrument.

M. Ashton répond que le coût d'un instrument est d'environ 20 liv. sterl., sans l'addition du baril pour relever des courbes ordinaires, et que cette addition élève environ de 3 liv. sterl. le prix total de l'instrument. Il y a maintenant (27 avril 1871) trente de ces compteurs en usage.

Le président fait observer que la question de priorité de l'invention est en dehors des attributions de l'Institution et qu'il est toujours possible que quelques esprits se rencontrent dans la même voie ; il pense que, pour le moment, aucune installation de ce genre n'a été proposée pour un usage général. Il incline à penser que l'on ne saurait élever, contre l'usage de l'instrument tel qu'il est confectionné, que des objections provenant d'une théorie raffinée, mais qu'elles sont de peu d'importance pour la pratique. L'usure de la roue intégrante, par exemple, est montrée inappréciable par la pratique ; qu'il en est de même des légères différences que peut présenter la résistance du ressort de l'indicateur quand il est considérablement comprimé ou allongé, le diamètre de l'hélice et, conséquemment, l'élévation de la charge étant légèrement accrus lors de la compression, et légèrement diminués lorsque le ressort s'allonge. L'indicateur continu lui paraît presque parfait théoriquement et *tout à fait parfait* pratiquement ; il le considère comme un excellent instrument. Il propose un vote de remercîments à MM. Storey et Ashton pour leur mémoire, vote qui est accordé séance tenante.

NÉCROLOGIE.

NOTICE SUR M. LE CHATELIER, PAR M. CALLON, INSPECTEUR GÉNÉRAL DES MINES,

Membre du Conseil.

Aux pertes multipliées et bien douloureuses que le corps des ingénieurs des mines avait faites depuis moins de deux ans (Combes, Delaunay, Descos, Sauvage, Audibert)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

viennent s'ajouter, dans le cours du même mois, celles de deux autres ingénieurs qui n'étaient plus, il est vrai, dans le cadre du service actif, mais que le corps doit être fier de revendiquer comme siens, et qui tous deux ont laissé, dans les directions diverses qu'ils ont suivies, une trace durable de leurs travaux.

L'un est Burdin, depuis longtemps retraité comme ingénieur en chef des mines, ancien professeur de mécanique et d'exploitation des mines à l'École des mineurs de Saint-Étienne, dont le nom restera associé à la vulgarisation des roues hydrauliques dites *turbines,* qui, à raison de leurs propriétés spéciales et de leurs facilités d'appropriation aux circonstances de chute les plus variées, jouent aujourd'hui un rôle des plus importants dans l'utilisation industrielle des moteurs hydrauliques.

L'autre est Le Chatelier, inspecteur général des mines, en retraite depuis moins de dix-huit mois, dont le nom n'a pas moins de notoriété, non-seulement dans la grande industrie des chemins de fer, qu'il a en quelque sorte vue naître, et au développement de laquelle il a puissamment concouru, mais, en outre, dans une multitude d'industries diverses, au service desquelles il a su mettre sa haute intelligence, son étonnante capacité pour le travail et la variété, en quelque sorte encyclopédique, de ses connaissances.

Celui qui écrit ces lignes a été son camarade de promotion à l'École polytechnique ; il est entré avec lui à l'École des mines ; c'est avec lui encore qu'il a fait son voyage d'instruction comme élève ingénieur. Les relations d'amitié qui en sont résultées se sont continuées jusqu'aux derniers jours.

Il l'a donc suivi dans toute sa carrière, et en venant aujourd'hui faire connaître, dans ses principaux détails, une existence si bien remplie, et rendre ainsi à un ami bien cher un hommage justement mérité, il espère répondre au sentiment général du corps qui a compté Le Chatelier parmi ses membres, et en même temps proposer aux jeunes ingénieurs qui débutent dans la carrière un exemple rare à imiter.

Le Chatelier, né à Paris le 20 février 1815, est mort le 10 novembre 1873, après une courte maladie qui, jusqu'au dernier moment, n'a pas laissé soupçonner l'issue fatale qu'elle devait avoir et que ne pouvaient faire prévoir ni son âge, ni sa santé encore robuste.

Il était inspecteur général des mines, en retraite depuis le 16 juin 1872, membre de la Société des agriculteurs de France, membre honoraire du conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, officier de la Légion d'honneur et de l'ordre de Léopold, commandeur de l'ordre de Charles III, chevalier de l'ordre de François-Joseph.

Le Chatelier avait fait à Paris, au collége Rollin, de brillantes études, couronnées, l'année de son entrée à l'École polytechnique, par un succès peu commun, le premier prix de mathématiques spéciales et le second prix de physique au concours général. Il fut admis, en 1834, à l'École polytechnique dans un rang distingué, et entra à l'École des mines en 1836. Il y fit ses études complètes en deux ans seulement, et, à la suite,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un seul voyage d'instruction de sept mois, dans le nord de la France, en Belgique et en Allemagne.

Ce voyage avait lieu à une époque où l'industrie des mines et la métallurgie étaient en grande voie de développement et de progrès. Aussi les sujets d'études ne manquèrent pas au jeune ingénieur.

Il vit dans le Pas-de-Calais les recherches par sondages, qui se faisaient pour trouver le prolongement du bassin houiller du département du Nord, recherches qui furent alors infructueuses, mais qui devaient être reprises, quelques années plus tard, avec un éclatant succès. En Belgique il visita les nombreuses usines à fer nouvellement créées ou en voie de création ; au Hartz les premières échelles mécaniques, ou Fahrkunst, et les premiers emplois des câbles en fils de fer au service de l'extraction, en remplacement des câbles en chanvre ou des chaînes.

L'emploi de l'air chaud, inventé quelques années auparavant en Écosse pour les hauts fourneaux, commençait à jouer un rôle important dans la métallurgie.

Pour la préparation mécanique, on commençait à douter que le vieux type d'atelier établi suivant une formule unique, et consistant en un bocard et quelques tables dormantes, fût le dernier mot de l'art, et des dispositions nouvelles étaient déjà introduites ou à l'étude au Hartz, en Silésie, etc.

En Saxe, Plattner créait les méthodes au moyen desquelles le chalumeau devenait, dans certaines conditions, un instrument propre aux analyses quantitatives comme aux aux analyses qualitatives, etc.

Le Chatelier étudia toutes ces choses avec l'entrain, l'activité au travail, la facilité d'assimilation, la curiosité d'esprit, la promptitude de coup d'œil dont il fit toujours preuve par la suite.

Un objet nouveau qui se présentait à lui était immédiatement compris, une explication donnée était saisie dès les premiers mots ; et l'on peut dire véritablement de lui qu'il semblait plutôt se souvenir qu'apprendre.

Le résultat de ce long voyage fut, pour la part de Le Chatelier, la composition de quatre mémoires qui obtinrent les honneurs de l'insertion aux *Annales des mines*, où ils furent, à l'époque, remarqués et appréciés.

Ce travail terminé, Le Chatelier fut envoyé en résidence ordinaire à Angers avec le titre d'aspirant, et fut nommé ingénieur ordinaire de seconde classe le 1er juin 1841.

Bien que la résidence d'Angers n'eût, au point de vue industriel, qu'une importance très-secondaire, Le Chatelier sut s'y distinguer et montrer, dès le début, ce qu'on pouvait attendre de lui, même dans des fonctions modestes, avec un champ d'action en apparence très-limité.

Grâce au laboratoire annexé au bureau de l'ingénieur ordinaire d'Angers, il étudia très-complétement les houilles des bassins de la Vendée et les minerais de fer des environs de Segré, exploités par les anciens, qu'il signala à l'attention des maîtres de forge, et auxquels des travaux récents de recherches semblent donner aujourd'hui une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

importance assez sérieuse. Il fit un travail sur les eaux corrosives employées souvent, dans les mines et les carrières, à l'alimentation des chaudières à vapeur. Son mémoire fut approuvé par la commission centrale des machines à vapeur, inséré aux *Annales des mines,* et enfin tiré à part et envoyé aux préfets avec une circulaire administrative en date du 12 octobre 1842.

Peu de temps après la rédaction de ce mémoire, il fut chargé officiellement d'étudier la préparation et l'emploi des étoupilles de Bickford, ou fusées de sûreté, récemment importées d'Angleterre, et qui depuis lors sont devenues d'un usage si étendu pour le tirage à la poudre, dans les mines, les carrières et les travaux publics.

A cette occasion, des expériences furent faites, sur ses indications, dans les carrières d'ardoises des environs d'Angers, et le rapport qu'il rédigea à la suite de ces expériences fut imprimé à plusieurs reprises et servit longtemps de guide aux personnes qui adoptèrent l'emploi de ces fusées. Il est mentionné dans le *Traité d'exploitation* de M. Combes qui a paru en 1844.

Enfin il contribua fortement, par ses conseils, à inaugurer, dans les carrières d'Angers, l'emploi des câbles en fil de fer, fabriqués par les procédés qu'il avait observés en Allemagne et qui venaient d'être importés en France. Ce fut le point de départ de la fabrication des câbles métalliques dans la ville d'Angers, industrie aujourd'hui très-développée et très-florissante.

Signalé par ces différents travaux à l'attention de l'Administration, il fut rappelé à Paris en 1842, pour être attaché, sous les ordres de M. Juncker, au service des carrières. Il le seconda d'une manière très-active dans le travail de réorganisation de ce service important laissé plusieurs années en souffrance, et sa collaboration fut très-appréciée par cet excellent ingénieur.

Cependant un service ordinaire, quelque chargé qu'il pût être, ne devait pas suffire à l'activité et au besoin de travail de Le Chatelier.

C'était à ce moment que la grande industrie des chemins de fer, après de trop longues controverses, allait enfin prendre chez nous un essor sérieux.

A la fin de 1842, nous n'avions encore que 600 kilomètres de lignes, en tronçons isolés dans la Loire, le Nord, l'Alsace, le Gard et l'Hérault, etc... ; de Paris on n'allait encore en chemin de fer qu'à Saint-Germain, Versailles et Corbeil.

Mais les lignes de Rouen et d'Orléans étaient en construction et devaient être ouvertes l'année suivante ; les pouvoirs publics, après de longs et sérieux débats, venaient de promulguer la loi de 1842, et il était évident qu'il s'ouvrait de brillantes perspectives aux ingénieurs capables qui se décideraient à entrer dans cette voie nouvelle.

Le Chatelier ne pouvait manquer de le comprendre. Il demanda donc et il obtint, en 1843, de passer du service des carrières au service du contrôle, et il y resta jusqu'à la fin de 1845, saisissant, avec l'ardeur et l'entrain qu'il mettait à tous ses travaux, les occasions d'étudier les questions, alors nouvelles, que soulevaient le tracé, la construction et l'exploitation des chemins de fer. Dans cet intervalle, en 1844, M. Legrand,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

alors sous-secrétaire d'État des travaux publics, lui donna la mission d'aller étudier sur place, en Allemagne, les mêmes questions. L'Allemagne avait alors sur nous une grande avance. Ainsi, au moment de la mission donnée à Le Chatelier, elle comptait 2 830 kilomètres de chemins de fer en exploitation, tandis que nous n'en avions encore que 876. On comprend quelle était, dans ces conditions, l'importance de la mission donnée à Le Chatelier. Il la remplit en quelques semaines, en septembre et octobre 1844.

Ses études furent résumées dans un volume très-compact, très-rempli de faits, qui parut en 1845, sous le titre de *Chemins de fer d'Allemagne*. L'ouvrage donne la description statistique complète du réseau allemand, et, pour chaque ligne, le système d'exécution, le tracé, la voie, les stations, le matériel, les frais d'établissement, l'exploitation et le produit de l'exploitation.

Il serait difficile de donner plus de renseignements sous une forme aussi brève ; il eût été plus difficile encore de mettre moins de temps pour les recueillir.

C'était, en effet, un trait saillant de l'esprit et du caractère de Le Chatelier, de voir rapidement les choses par lui-même, et d'obtenir promptement la sympathie et la confiance des personnes avec lesquelles il entrait en relation ; de manière qu'on ne lui célait rien, et qu'on était, au contraire, empressé de répondre à toutes ses questions toujours nettes et bien posées, et même d'aller, sur ce point, au devant de ses désirs.

Ces qualités lui furent souvent très-utiles, et c'est à elles, ainsi qu'à son excellente mémoire et à sa remarquable facilité à se représenter, *à voir*, en quelque sorte, tout ce qu'on lui décrivait, qu'il dut la masse énorme d'informations qu'il avait acquises sur une multitude de sujets, en ne faisant que des déplacements relativement rares et de peu de durée.

En 1846, jugeant, en quelque sorte, son stage terminé, il demanda un congé pour prendre un rôle actif d'ingénieur de chemins de fer.

De 1846 à 1848, il fut successivement chargé d'organiser le service du matériel sur le chemin de fer du Nord ; puis l'exploitation et la traction sur le chemin de fer du Centre.

Rentré dans le service du contrôle, sous les ordres de M. Bineau, il fut chargé spécialement du chemin de fer de Paris à Chartres, et contribua à en préparer l'exploitation.

Dans le même temps, selon son habitude constante de mener de front, avec ses occupations principales, des travaux spéciaux d'une espèce ou d'une autre, il fit, avec M. E. Gouin, l'habile constructeur, des expériences intéressantes sur les locomotives en mouvement.

A ces expériences il en ajouta d'autres qui lui sont exclusivement personnelles, à la suite desquelles il fit paraître la brochure intitulée : *Étude sur la stabilité des machines locomotives en mouvement*. Paris, 1849.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'objet de cette étude est le suivant :

On sait que, dans une machine quelconque en mouvement, les diverses pièces de la machine, indépendamment des forces extérieures qui sont appliquées au système, sont soumises à des réactions mutuelles dues aux forces d'inertie développées sur tous les points matériels dont le mouvement n'est pas actuellement rectiligne et uniforme.

On conçoit que la force d'inertie soit généralement d'autant plus grande, pour un point matériel donné, que sa masse, sa vitesse et son accélération sont plus grandes.

En particulier, dans une locomotive qui circule d'un mouvement uniforme sur une voie, les points matériels qui tournent avec les essieux des roues sont tous animés par une certaine force centrifuge, et toutes ces forces ne s'annulent pas si l'axe de l'essieu n'est pas un axe principal de rotation passant par le centre de gravité ; d'un autre côté, les pièces animées d'un mouvement alternatif, comme, par exemple, le piston et sa tige, réagissent sur le bouton de la bielle qu'ils conduisent, avec une force variant d'intensité et de sens, selon la valeur et la direction de leur accélération actuelle.

Toutes ces forces, dues à l'inertie, variables d'un instant à l'autre en direction ou en grandeur, ou à la fois en grandeur et en direction, peuvent être calculées, et l'on reconnaît que, dans une locomotive allant à grande vitesse, elles peuvent prendre des valeurs numériques très-comparables aux forces extérieures qui sont en jeu sur la machine.

On conçoit, d'une manière générale, que ces forces, considérées dans leurs composantes horizontales et leurs composantes verticales, puissent donner des couples tendant à produire des oscillations autour de trois axes rectangulaires, l'un vertical, les deux autres horizontaux, l'un parallèle et l'autre transversal à la voie ; d'où résultent les mouvements parasites connus sous le nom de mouvement de lacet, de roulis et de galop, ainsi que des pressions variables entre les rails et les jantes des roues.

Le Chatelier a cherché à calculer les contre-poids à fixer sur les roues pour faire disparaître, du moins en partie, les effets de ces forces, au grand avantage de la douceur de marche de la machine, ainsi que de la conservation et de l'uniformité d'usure des roues des machines et des rails de la voie.

L'idée, comme on le voit, était fort simple, et elle s'était déjà produite antérieurement soit en Allemagne, soit en Angleterre.

C'est ce que Le Chatelier prend soin d'indiquer lui-même dans sa brochure. Mais il ne paraît pas que son importance eût attiré, jusqu'alors, l'attention des ingénieurs.

Le Chatelier est le premier, en France, qui l'ait traitée d'une manière étendue et explicite, quoique encore incomplète et peut-être un peu trop élémentaire. Depuis lors, elle a été reprise par diverses personnes, notamment en 1852, par M. Yvon Villarceau (*Théorie de la stabilité des machines locomotives en mouvement*), d'une manière plus complète, et avec un appareil scientifique plus rigoureux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais Le Chatelier a eu certainement le mérite de l'initiative en France, et cet autre mérite, essentiel au point de vue pratique, d'être le premier, tant en France qu'à l'étranger, à poser la question dans des termes et avec les développements propres à fixer l'attention de tous les hommes spéciaux.

Cet effet fut obtenu, non-seulement grâce au développement avec lequel il traita la question dans sa brochure, mais aussi grâce à l'influence légitime qui s'attachait déjà à son nom, à l'étendue de ses relations avec les ingénieurs français et étrangers, et enfin à l'action personnelle très-marquée qu'il exerçait toujours sur les personnes avec lesquelles il entrait en communication sur un sujet donné.

En fait, si la pratique des contre-poids, recommandée par lui, est devenue actuellement universelle, c'est principalement à lui que l'honneur doit en être attribué. Je crois que cette conclusion est généralement admise en France, et elle ne paraît pas l'être moins à l'étranger.

Voici, en effet, ce que lui écrivait, dès janvier 1852, un ingénieur autrichien des plus distingués, M. d'Engerth :

. . . . . « Bien que M. Haswell, chef des ateliers de construction de Vienne, ait « pris, en 1847, un brevet d'invention pour la même application, on n'y aurait pas « mis assez d'importance, si l'on n'avait appris, par votre ouvrage, la grande utilité « des contre-poids adaptés aux roues motrices.

« C'est donc principalement, depuis cette publication, que l'on a généralement « adopté ladite méthode, et il y a déjà cent treize nouvelles machines sorties des ate- « liers du chemin de fer de Glognitz, qui font le service sur les diverses lignes de l'Au- « triche. Plusieurs de ces machines sont employées par le chemin de fer de l'État, et « l'expérience a donné les plus heureux résultats; surtout la marche de cesdites ma- « chines est d'une régularité parfaite.

« Monsieur, nous nous acquittons d'un devoir vivement senti, en vous faisant les « remercîments les plus empressés pour la publication de votre estimable ou- « vrage. . . . . »

Ce qui précède montre le rôle important que joua Le Chatelier pendant cette première période de trois ans, où il quitta l'Administration pour se consacrer au service des compagnies de chemins de fer.

Mais, en 1849, Bineau devint ministre des travaux publics, et ce fut Le Chatelier que le nouveau ministre désigna pour le remplacer dans la direction du contrôle des chemins de fer du Nord, de l'Est et de l'Ouest, dont il cessait d'être chargé.

Le Chatelier fit ainsi fonction d'ingénieur en chef jusqu'au 23 mai 1850, où il fut nommé ingénieur en chef de seconde classe.

En sa qualité d'ingénieur du contrôle, il prit une part importante à la préparation des mesures administratives adoptées pour la prolongation des concessions de chemins de fer, et à l'étude du projet de loi sur les commissaires de surveillance administrative.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il fut nommé, en 1852, membre de la commission centrale des machines à vapeur, à laquelle il ne cessa d'appartenir jusqu'à sa mort, et secrétaire du comité consultatif des chemins de fer.

En dehors de ses fonctions courantes d'ingénieur du contrôle, il remplit en 1851, en Angleterre, une mission semblable à celle qu'il avait remplie, quelques années auparavant, en Allemagne. Les résultats de cette mission sont consignés dans un rapport au ministre des travaux publics, qui fut inséré aux *Annales des mines* (1er volume de 1852). Ce rapport contribua essentiellement, entre autres choses, à vulgariser en France l'emploi des éclisses, système favorable à la douceur de la locomotion, et, par conséquent, à la conservation du matériel roulant, ainsi qu'à celle de la voie.

La même année 1851, Le Chatelier publia, en collaboration avec MM. Flachat, Petiet et Polonceau, l'ouvrage intitulé : *Guide du mécanicien chauffeur des locomotives*, qui obtint le plus grand succès, fut considéré comme un ouvrage classique sur la matière et eut une seconde édition en 1859.

Tels furent les travaux de Le Chatelier dans la période qui s'étend de 1849 au 1er juin 1855. A cette dernière époque, il quitta de nouveau le service de l'Administration, et prit un congé qui devait se prolonger jusqu'au 1er octobre 1868.

Toutefois il ne rompit pas absolument toute attache avec l'Administration. Il continua, en effet, d'être un membre assidu et autorisé de la commission centrale des machines à vapeur. S'il donna, en 1856, sa démission de membre du comité consultatif des chemins de fer, il fut, bientôt après, nommé membre du comité consultatif des arts et manufactures. Il participa, en outre, occasionnellement, au travail de diverses commissions spéciales.

Mais, en dehors de l'Administration, ces treize années, de 1855 à 1868, ouvrirent pour lui une ère nouvelle, dans laquelle il put enfin donner à ses éminentes facultés tout leur essor.

Indiqué par sa notoriété comme ingénieur, il fut choisi pour être le conseil technique d'une puissante société financière, le Crédit mobilier, dans l'administration de laquelle se trouvaient des hommes éminents qui l'avaient vu à l'œuvre et avaient su l'apprécier, de 1846 à 1849, et d'autres qui étaient ses amis personnels.

Pendant treize ans, sans d'ailleurs avoir à s'occuper de la partie financière des opérations, il fut, au point de vue technique, le conseiller écouté d'une société qui se proposait d'entreprendre et qui entreprit en effet, soit par ses propres ressources, soit de concert avec des capitalistes groupés par son initiative, un vaste ensemble d'opérations embrassant, en quelque sorte, l'Europe entière.

Pour ne parler que des chemins de fer, qui constituent la spécialité dont Le Chatelier eut surtout à s'occuper, il faut citer le chemin de fer du Midi en France, ceux du nord de l'Espagne et de Cordoue à Séville, les chemins de fer de l'État autrichien, et enfin les chemins de fer russes.

La participation de Le Chatelier à ces grandes affaires s'exerça sous des formes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

variées. Tantôt, comme pour les chemins de fer autrichiens, il eut d'abord à étudier les bases sur lesquelles la compagnie, formée de capitalistes autrichiens et français, pouvait accepter la cession que lui faisait le gouvernement autrichien, et il devint, après la cession faite, le conseil technique du comité de Paris ; tantôt, comme pour le chemin de fer du Midi, il fut, avec M. E. Flachat, le conseil de la compagnie ; tantôt, comme avec le nord de l'Espagne, il fut le véritable directeur de l'exploitation, etc.

Quelle que fût la mission, et quel que fût même le nombre de ces missions dont il se trouva simultanément chargé, Le Chatelier se montra toujours à la hauteur de la situation, sut suffire à tout, et on le vit, dans la même journée, rédiger un rapport à présenter à une assemblée générale d'actionnaires, et discuter avec un ingénieur du matériel, quelque détail minutieux de la construction d'une locomotive. Telles étaient sa puissance de travail, ainsi que la souplesse et l'élasticité de son esprit.

Pendant treize ans, il soutint sans relâche ce lourd fardeau, fournissant chaque jour, sans apparence de fatigue, une somme de travail qui aurait suffi à absorber les facultés de plusieurs hommes moins fortement trempés qu'il ne l'était.

En 1868, toutes ces grandes affaires auxquelles il avait participé étaient terminées, il songea à se retirer du Crédit mobilier et à rentrer dans le corps.

Il y rentra, en effet, mais sans reprendre le service ordinaire. Il fut chargé d'une mission scientifique, consistant *à étudier les procédés alors usités en France et à l'étranger pour la marche à contre-vapeur des machines locomotives, ainsi que la méthode due à M. Siemens pour la production directe de l'acier et du fer fondu sur la sole d'un four à réverbère.*

En d'autres termes, il continua, avec une attache officielle, à s'occuper d'études qui, dès longtemps, avaient attiré son attention.

Pour ne parler d'abord que de la contre-vapeur, tous les ingénieurs de chemins de fer connaissent l'importance pratique qu'elle a prise, et tous savent aussi à quelle polémique prolongée a donné lieu la question de priorité, entre Le Chatelier et un autre ingénieur attaché à l'exploitation du chemin de fer du nord de l'Espagne, alors que Le Chatelier en avait la haute direction.

Il ne me paraît pas qu'il soit opportun de revenir ici sur cette polémique, qui a, comme il arrive le plus souvent en pareille matière, laissé le débat au même point qu'à l'origine, en ce sens que chacun des deux adversaires a continué de maintenir sa prétention à la priorité.

Je veux, entre deux hommes aussi honorablement posés, admettre une égale bonne foi de part et d'autre.

Mais, en tous cas, quel qu'ait pu être le *Papin* de cette nouvelle application de la vapeur, dont l'idée a été émise en 1865, on peut bien dire qu'en fait c'est Le Chatelier qui en a été le *Watt,* et le *Watt* entièrement désintéressé.

C'est, en effet, grâce à ses communications que l'idée, qui n'avait pas d'abord bien

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réussi sur le chemin de fer du nord de l'Espagne, à l'occasion duquel elle s'était produite, s'est promptement répandue sur le réseau français.

Au chemin de la Méditerranée, on arrivait immédiatement à la rendre pratique, et, dès le 24 décembre 1866, une note étendue, rédigée par M. Marié, ingénieur en chef du matériel et de la traction, en recommandait l'emploi, et son instruction du 12 juin suivant prescrivait dans le plus grand détail toutes les règles à suivre dans cet emploi pour modérer la vitesse des trains.

Au chemin de fer du Midi, le 7 du même mois de décembre, le conseil d'administration autorisait les premiers essais de l'appareil.

Des études du même genre se poursuivaient également sur les lignes d'Orléans, par les soins de M. Forquenot, qui arrivait, avant la fin de 1868, à la forme définitive sous laquelle le système est appliqué sur cet important réseau.

L'idée de la contre-vapeur est, du reste, très-simple, comme le sont souvent des idées très-fécondes.

De tout temps, on savait que, en renversant l'admission dans une machine locomotive en marche, les pistons, au lieu de recevoir le travail moteur de la vapeur venant de la chaudière et s'échappant ensuite à la cheminée, aspiraient l'air de la cheminée et le refoulaient dans la chaudière; recevant ainsi un travail résistant qui venait, soit sur les pentes en déduction du travail moteur de la gravité, soit quand il fallait ralentir ou arrêter, en atténuation de la demi-force vive possédée par le train. Mais avec ce système on avait un prompt échauffement et un grippement des surfaces frottantes, une rapide augmentation de pression dans la chaudière et bientôt la suspension des appareils Giffard servant à l'alimentation. L'usage du renversement de la distribution était donc peu pratiqué, jamais pour un long temps ou dans les circonstances normales, mais tout au plus accidentellement, dans quelques cas exceptionnels, par exemple lorsqu'un obstacle inattendu se présentait sur la voie, obligeant le mécanicien à user de toutes ses ressources pour arrêter son train le plus promptement possible.

M. de Bergue avait bien proposé, pour éviter une partie des inconvénients signalés plus haut, d'aspirer, non pas l'air chaud et souillé de cendres et de fumée de la cheminée, mais de l'air pur pris au dehors, et de le refouler, non plus dans la chaudière, mais dans un réservoir d'air maintenu à une pression déterminée.

Cette disposition retardait, mais n'empêchait pas finalement l'échauffement et le grippement; car l'échauffement résultait du seul fait de la compression de l'air frais porté de la pression atmosphérique ordinaire à une pression de 10 à 12 atmosphères et plus, comme celle qu'il fallait avoir pour opposer aux pistons une résistance suffisante.

L'idée de la contre-vapeur consiste essentiellement à amener, à l'aide de tuyaux munis de robinets, à la base de l'échappement ou dans la boîte du tiroir, *un mélange approprié d'eau et de vapeur venant de la chaudière*, ou même, plus simplement, *de l'eau de la chaudière,* qui forme dans le tuyau d'échappement, en revenant à une pression peu supérieure à la pression atmosphérique, le mélange indiqué. Ce mélange

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doit être, dans l'échappement, en quantité telle, qu'on voie un *panache* de vapeur humide sortir par le haut de la cheminée. On est alors certain que les pistons aspirent, non de l'air, mais une atmosphère artificielle formée de vapeur sursaturée, analogue à de l'eau pulvérisée. Dès lors toutes les difficultés disparaissent; il n'y a plus ni grippement ni échappement.

D'abord l'influence fâcheuse des cendres sur les surfaces frottantes est écartée. En outre, on doit concevoir que cette eau pulvérisée se vaporise, en partie, pendant la période d'aspiration, en enlevant de la chaleur aux masses métalliques du cylindre et des organes de la distribution, et que la partie restée liquide serve à lubrifier les surfaces, ou agisse encore, pendant la période de compression, en tempérant l'échauffement que cette compression et les frottements tendent à produire. On peut donc, dans ces conditions, *avec de la vapeur en quantité suffisante et suffisamment chargée d'eau*, prolonger en quelque sorte indéfiniment l'emploi de la contre-pression.

Il en résulte la possibilité de s'en servir en toute occasion, notamment dans les chemins de fer à profil accidenté, pour descendre les fortes pentes sur une longueur aussi grande qu'on le voudra. C'est un frein très-puissant, toujours prêt à fonctionner, sans les usures qu'entraînent les freins qui fonctionnent par frottement, surtout si l'on va jusqu'à caler les roues.

Tel est, en peu de mots, le système, très-simple en principe, qui est aujourd'hui employé partout, et que les ingénieurs les plus expérimentés regardent comme étant *à peu près indispensable* (quelques-uns même sont encore plus affirmatifs) pour l'exploitation des tracés accidentés, présentant des pentes prononcées et d'un grand développement en longueur.

C'est ainsi qu'on l'emploie, par exemple, sur les pentes du Cantal (chemin de fer d'Orléans), de la Lozère (chemin de la Méditerranée), du plateau de Lannemezan (chemin de fer du Midi), du Brenner et du Sömmering (chemin de sud de l'Autriche, etc.)

Outre cet avantage principal et essentiel, le système peut encore, quand les injections se font, comme le pratique M. Forquenot au chemin d'Orléans, sous la coquille du tiroir, améliorer la marche directe en adoucissant les frottements des tiroirs et pistons par injections d'eau, ou la marche sur les faibles pentes, à régulateur fermé, par injection de vapeur.

En ce moment le nombre des machines munies des appareils à contre-vapeur, établis d'ailleurs par les divers ingénieurs avec quelques variantes qui ne changent rien au principe, est déjà, pour les six grands réseaux, de 3 627, sur un nombre total de 5 571 machines, et il croît encore rapidement.

On voit, par ce chiffre de 3 627 machines, quel service a été rendu à la grande industrie des chemins de fer par ce dispositif très-simple, qui met aux mains du mécanicien un moyen très-puissant et toujours prêt pour modérer sa vitesse en toutes circonstances.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous croyons que cette opinion sur l'importance de l'invention est universelle ; nous en trouvons la confirmation dans ce fait qu'à la fin de 1871 un congrès des ingénieurs des chemins de fer allemands tenu à Hambourg a recommandé l'appareil à contre-vapeur comme frein de secours, et comme se prêtant parfaitement soit à régulariser la vitesse des trains sur les longues et fortes rampes, soit à arrêter les trains dans les stations. Nous en trouvons une nouvelle et plus éclatante confirmation dans le diplôme d'honneur qui a été accordé à Le Chatelier, sur le rapport du jury international à l'Exposition universelle de Vienne.

Quant à l'autre terme de la mission scientifique donnée, en 1868, à Le Chatelier, je sais avec quel intérêt il s'en occupait ; mais la mort est venue le surprendre avant qu'il eût rien publié sur la matière. Je n'ai donc aucun détail à faire connaître sur ce sujet, me reposant avec confiance sur M. Siemens, pour faire, au moment opportun, la juste part qui revient dans l'importante question métallurgique qu'il étudie, à un collaborateur digne de lui et dont il savait apprécier la haute valeur.

Les détails qui précèdent nous conduisent jusqu'au 16 juin 1872, date de la nomination de Le Chatelier au grade d'inspecteur général. A la même date, il prit sa retraite, motivée, non par la fatigue et le besoin de repos, mais par la surdité dont il était affecté et qui lui aurait rendu assez difficile de suivre, avec le détail nécessaire, les délibérations du conseil général des mines, auxquelles son nouveau grade l'appelait à prendre part. Il renonça donc au service administratif comme il avait renoncé, en 1868, à ses positions industrielles actives. Il se considéra comme arrivé au moment du repos. Mais c'était un repos comme Le Chatelier pouvait en prendre, un repos qui ressemblait singulièrement à ce que beaucoup d'hommes trouveraient une existence fort occupée et fort laborieuse.

Nous ne l'avons vu, en effet, jusqu'ici que dans son double rôle, tantôt d'ingénieur du corps des mines, tantôt d'ingénieur de compagnies de fer, et sa carrière entière, depuis son début jusqu'à sa retraite, comprend ainsi cinq périodes successives de 1839 à 1846, de 1846 à 1849, de 1849 à 1855, de 1855 à 1868, et enfin de 1868 à 1872.

Nous avons vu par quels services chacune de ces périodes a été signalée, et nous pouvons bien dire que leur ensemble suffirait à remplir la carrière de plusieurs hommes distingués. Ce ne fut pas tout cependant, et l'on n'aurait qu'une idée incomplète de ses travaux si l'on se bornait aux détails qui précèdent.

En dehors du cercle de ses obligations professionnelles, son infatigable activité trouvait encore à s'exercer dans les directions les plus variées, et l'on pourrait dire que dans le cours de sa carrière active, et même depuis sa retraite, il n'est presque aucune question industrielle importante à laquelle il n'ait touché. Nous ne pourrions, sans allonger outre mesure cette notice, songer à en faire une énumération même à peu près complète, et nous nous bornerons à en citer quelques-unes.

En 1848 et 1849, frappé des inconvénients que présentait, surtout pour les trains

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rapides, l'emploi de combustibles contenant une quantité de cendres ou trop grande ou trop variable, il fit organiser, pour le chemin de fer du Nord, un service régulier d'incinérations, tant pour les houilles que pour les cokes, et il inaugura le système des traités pour fournitures de combustibles, dans lesquels sont stipulées des teneurs normales de cendres, avec primes ou amendes par unité de teneur en moins ou en plus.

Ce système, très-favorable à la régularité du service et très-acceptable pour les compagnies houillères, si les primes sont calculées d'une manière suffisamment large et avec une échelle croissante, est aujourd'hui très-adopté.

En 1856, son attention ayant été éveillée par un mémoire important de M. Jacquot, il décida des capitalistes de ses amis à se mettre des premiers en ligne pour les recherches par sondages qui s'entreprirent alors, sur une grande échelle, dans le département de la Moselle, sur le prolongement du bassin houiller de Sarrebrück. Après un sondage heureux, il fit foncer un puits par le procédé Kind et Chaudron.

Ce fut la première application réussie de ce procédé en France.

Ce puits fut le second, par ordre de date, qui arriva au charbon, et il est aujourd'hui au premier rang sous le rapport de la production et du bénéfice.

C'est par le même procédé que seront foncés les puits actuellement projetés par la société qui a groupé les principales concessions accordées par le gouvernement français, depuis que le pays nous a été enlevé à la suite de la malheureuse guerre de 1870.

Il fit faire également en divers points, soit pour le Crédit mobilier, soit sous ses auspices, tant en France qu'en Espagne et dans le midi de la Russie, des reconnaissances ou des recherches par sondages qui eurent des succès variés, mais dont quelques-unes eurent pour conséquence la création de houillères d'une certaine importance.

Pourvu de connaissances très-étendues et très-complètes en chimie, quoique se livrant peu par lui-même aux exercices du laboratoire, il collabora successivement avec un grand nombre de personnes distinguées (MM. H. Sainte-Claire Deville, Paul Morin, Jacquemart, Messonnier, Brivet, Dony, etc.), et le contingent abondant d'idées neuves et souvent heureuses, qu'il apportait pour sa part dans l'œuvre commune, était fort apprécié de ces divers collaborateurs.

C'est ainsi qu'il concourut à étendre l'emploi et les applications de l'aluminium et du bronze d'aluminium.

C'est ainsi qu'il participa à une série d'études diverses ayant pour objet l'utilisation de la bauxite, espèce de minerai de fer dans lequel une grande partie du peroxyde de fer est remplacée par de l'alumine qui lui est isomorphe.

Cette matière, considérée comme une source abondante d'alumine, peut être utilisée comme matière éminemment réfractaire, ou servir à fabriquer industriellement de l'aluminate de soude, qui, traité à son tour par l'acide carbonique, donne de l'alumine pure. De là toute une série de fabrications chimiques nouvelles, et notamment celle de la matière première propre à la fabrication de l'aluminium.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il en résulta la création d'une industrie spéciale, exploitée aujourd'hui en grand avec succès.

C'est encore ainsi que, conduit à s'occuper de la fabrication du sel marin dans le midi de la France, on lui dut les indications les plus utiles sur une quantité de fabrications annexes, notamment sur celle de la potasse extraite des eaux mères des salines, sur celle de la magnésie extraite du chlorure de magnésium, sur la nitrification artificielle par courant d'air forcé, etc., etc.

Ces diverses recherches, et notamment celles qu'il entreprit spécialement avec M. Jacquemart, sur diverses applications industrielles des sels d'alumine, l'amenèrent à penser que le sulfate d'alumine pourrait être employé à l'épuration des eaux d'égout, et il entrevit là une solution à la grande question que poursuit, en ce moment, la ville de Paris, celle de se débarrasser des eaux d'égout sans infecter les eaux et les rives de la Seine, en aval des points où les égouts collecteurs y versent ces eaux, et subsidiairement en recueillant plus ou moins complétement les matières utiles à l'agriculture que renferment ces eaux.

Dans sa pensée, l'alumine agit en produisant une sorte de collage qui précipite les matières tenues en suspension avec lesquelles elle forme des espèces de *laques*. Elle précipite, en partie, l'acide sulfurique et diverses substances azotées, et par conséquent elle donne à la masse précipitée une valeur réelle comme engrais. La masse liquide qui surnage est limpide, inodore, et, bien qu'elle contienne encore des matières organiques, elle ne semble pas apte, probablement par suite de la présence d'un peu de sulfate d'alumine en excès, à subir des décompositions ultérieures, et par conséquent elle peut être, après filtration, envoyée à la rivière sans inconvénient pour la salubrité publique. Telles sont, du moins, les conclusions qui se déduisent d'une longue suite d'analyses exécutées par M. Durand-Claye au laboratoire de l'École des ponts et chaussées, suivant un programme arrêté entre lui et Le Chatelier.

Une note de Le Chatelier, publiée dans le *Bulletin* de la Société d'encouragement, a fait connaître, avec les détails que comporte un avant-projet, la manière dont il comprenait l'application de son système à la ville de Paris.

En ce moment, la préférence semble acquise à un système plus satisfaisant en principe, en ce qu'il supprime les frais d'épuration et met en jeu la totalité des matières organiques contenues dans les eaux. Il consiste à appliquer directement les eaux d'égout à l'arrosage et à les renvoyer à la rivière après qu'elles ont été débarrassées de leurs matières organiques par l'action de la végétation, ou par le fait du filtrage à travers le terrain soumis à cet arrosage. On peut bien croire que c'est là, en effet, la solution finale de la question. Mais il faut craindre, avant d'y arriver, bien des difficultés de détail.

Pourra-t-on disposer d'une surface suffisante, à portée des points où seront amenées les eaux ?

Trouvera-t-on tous les propriétaires unanimes à utiliser ces eaux, ce qui supposera

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

souvent une transformation complète de leur culture, et probablement une immigration notable sur le territoire à arroser ?

Que diront les propriétaires non cultivateurs, ceux qui auront des puits pour leurs besoins personnels, etc. ?

Faudra-t-il, pour éviter ces difficultés, recourir à une expropriation en masse, et les pouvoirs publics y consentiront-ils, etc., etc. ?

Voilà bien des questions qui peuvent retarder l'application du système de l'arrosage, et peut-être devra-t-on revenir au système de l'épuration, soit comme mesure provisoire, soit même comme mesure partielle, mais définitive, servant de complément utile au système principal dans certaines circonstances données, par exemple lorsque la saison ou des pluies prolongées ne permettraient pas l'emploi à l'arrosage de la totalité des eaux fournies par les égouts.

Sans prétendre traiter ici plus à fond la question qui est actuellement entre les mains des hommes compétents, on peut penser que le système de Le Chatelier, étudié d'ailleurs avec le soin qu'il mettait à toutes choses, est très-rationnel et susceptible d'application utile dans des conditions et sur une échelle données.

C'est ce qui nous a conduit à en dire ici quelques mots.

Nous voyons, par ce qui précède, que les questions agricoles le préoccupaient comme les questions de l'industrie manufacturière et de celle des transports.

Il s'en occupait encore d'une autre manière plus directe.

Au moment où se construisait le chemin de fer de Bayonne à Bordeaux, prévoyant que l'ouverture de cette ligne à travers les landes allait vivifier un pays si longtemps déshérité, il acheta en pleine lande un domaine assez étendu, donnant ainsi, un des premiers, un exemple qui eut beaucoup d'imitateurs par la suite; par là il contribua efficacement, pour sa part, à une transformation qui frappe les yeux de toutes les personnes qui circulent sur la ligne et ont autrefois parcouru le pays par la voie de terre.

Il se livra, sur ce domaine, à des plantations de pins et à des essais de cultures variées ; et toujours sur la brèche, là où il voyait quelque amélioration possible, il publia, peu de temps avant sa mort, une étude sur les moyens préventifs à employer pour combattre le fléau redoutable auquel sont exposées les plantations du pays, celui de la propagation des incendies.

Récemment aussi, il avait acheté, de compte à demi avec un de ses amis, à l'ouest de Bordeaux, dans une partie nouvellement desséchée des Landes, une propriété qu'il se proposait, après en avoir achevé l'assainissement, d'amender au moyen d'engrais dont il avait, d'avance, étudié la nature, en soumettant la terre dont il s'agissait à de nombreuses analyses. Il est mort au moment où, ayant complété ses études, il allait mettre la main à l'œuvre. Cette entreprise était devenue pour lui, dans les derniers temps, une œuvre de prédilection. Il s'en occupait encore sur les lieux quelques semaines avant sa mort.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Telles ont été les directions nombreuses et variées dans lesquelles s'est exercée l'activité d'esprit de Le Chatelier. Toutes les grandes questions industrielles l'intéressaient. Il n'en était aucune qu'il ne pût aborder, et toutes celles auquelles il a touché conservent l'empreinte de sa puissante personnalité.

Mais ce n'est pas tout encore : en dehors de ses occupations principales et de toutes celles qu'il se donnait par surcroît, Le Chatelier trouvait encore le loisir d'intervenir officieusement dans une foule de questions de toute nature. Ses relations personnelles, extrêmement étendues en France et à l'étranger, ses connaissances variées, la confiance qu'inspiraient la justesse et la promptitude de son coup d'œil multipliaient les correspondances et les visites, et la foule était grande de ceux qui venaient lui soumettre un projet, le consulter sur une difficulté, etc.

On était sûr de trouver toujours, auprès de lui, non-seulement un accueil bienveillant ou cordial, mais encore quelque indication utile.

Son esprit toujours prêt, toujours libre au milieu des occupations les plus graves, se mettait immédiatement à la question qui lui était soumise ; il la saisissait dans son ensemble, en distinguait la portée, en appréciait les difficultés ; et aussitôt, grâce à la rare fécondité de son imagination, se développaient devant son interlocuteur les aperçus les plus variés, les rapprochements les plus lumineux, soit sur les applications possibles de quelque procédé nouveau, soit sur les divers moyens qu'il apercevait de vaincre une difficulté donnée.

Ceux qui ne l'ont pas vu dans ces occasions ne connaissent pas un des traits les plus caractéristiques de cet homme éminent à tant d'égards.

Ajouterai je, enfin, que chez lui les qualités du cœur étaient à la hauteur de celles de l'intelligence. C'est ce que savent bien les nombreux amis qu'il avait su se faire, dès l'École polytechnique, où il en comptait autant que de camarades de promotion, et, plus tard, dans les nombreuses occasions qu'il a eues, soit en France, soit à l'étranger, d'être en contact avec des hommes en état de l'apprécier.

C'est ce que savent mieux encore ceux qui, comme moi, ont pu pénétrer dans son intimité et le voir au milieu des siens, une fois qu'il avait déposé le fardeau des affaires, et que, fuyant le monde où il aurait pu trouver l'accueil le plus distingué, il appartenait tout entier à sa famille.

Il laisse, après lui, une veuve inconsolable et six enfants (cinq fils et une fille), auxquels il aurait été si utile, à tous égards, au début de leur carrière, et qui font en lui une perte irréparable.

Mais, élevés sous les yeux et par les soins tendres et éclairés d'une femme qui peut être justement regardée comme le parfait modèle de la mère de famille chrétienne, il est permis d'espérer que les fils se montreront dignes de leur père.

On peut bien dire, pour les deux aînés, sortis de l'École polytechnique dans un rang distingué et actuellement élèves-ingénieurs, l'un à l'École des mines, l'autre à l'École

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des ponts et chaussées, qu'ils donnent déjà plus que des espérances ; et il ne reste qu'à demander aux plus jeunes de marcher sur les traces de leurs aînés.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Renseignements statistiques sur la fabrication du papier. — Il résulte de documents récemment publiés qu'il existerait, tant en Europe qu'en Amérique, 3 960 fabriques de papier, employant 80 000 hommes et 180 000 femmes, sans compter 100 000 personnes s'occupant exclusivement du commerce des chiffons. De ces fabriques sortiraient annuellement 1 809 millions de livres de papier (819 477 tonnes), dont moitié affectée à l'impression, un sixième à l'écriture, et les deux sixièmes restants à l'empaquetage et autres destinations.

Les États-Unis, avec 3 000 machines, passent pour produire, chaque année, 200 000 tonnes de papier; ce qui, pour une population de 28 000 000 d'âmes, met la consommation annuelle, par tête, à 16 livres (7 kil.,25). Voici quelle serait la consommation moyenne, par tête, dans les principaux États de l'Europe :

Angleterre.	11,5	livres. . . .	5 kil.,20.
Allemagne.	8,0	— . . .	3 ,60.
France.	7,0	— . . .	3 ,15.
Italie.	3,5	— . . .	1 ,55.
Espagne.	1,5	— . . .	0 ,70.
Russie.	1,0	— . . .	0 ,45.

(Journal of the Society of arts.)

Mode de préparation de la laque du Japon. — On imite parfaitement, en Hollande, la laque du Japon en la préparant comme suit : on prend de la gomme copal de Zanzibar, et l'on en prépare un vernis que l'on colore avec de l'encre de Chine. On passe plusieurs couches de ce vernis sur l'objet qui doit en être recouvert, et, avant qu'il ne durcisse, on y empâte les plaques en nacre ou toute autre substance destinées à l'ornementation. On met ensuite l'objet au four, puis on applique une nouvelle couche, et, lorsqu'elle est bien sèche, on polit la surface avec la pierre ponce de manière à faire disparaître les crevasses produites par la dessiccation ; enfin on termine par un polissage au tripoli. *(Ibid.)*

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

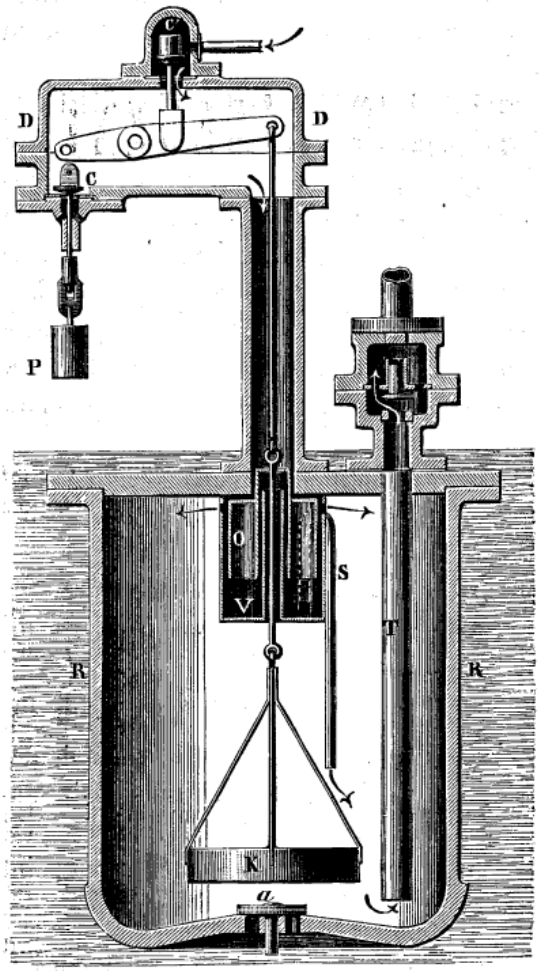
RAPPORT *fait par* M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur la* POMPE HYDROPNEUMATIQUE *de* M. G. JARRE, *à Ornans* (*Doubs*).

Messieurs, M. Jarre, membre de la Société d'encouragement, a soumis à l'appréciation du Conseil un appareil de son invention qu'il appelle *pompe hydropneumatique*. Cette machine, comme l'indique son nom, est destinée à l'élévation de l'eau et fondée sur l'emploi de l'air comprimé. La substitution de cet intermédiaire aux transmissions métalliques perdrait, sans doute, beaucoup de son intérêt dans des conditions simples d'installation. Mais l'auteur propose particulièrement son système pour des cas où le moteur qu'il s'agit d'utiliser a dû être, pour des raisons supérieures, installé sur un point qui se trouve séparé du réservoir par des obstacles compliqués et impossibles à éviter. La transmission pneumatique et la circulation de l'eau établissant une continuité entièrement fluide entre le moteur et le point d'émergence, ce dispositif présentera évidemment une grande souplesse pour s'adapter au milieu des conditions les plus difficiles.

L'ensemble de l'appareil, que la figure ci-après représente en section verticale, comprend : 1° une pompe de compression dont la commande est prise soit sur un moteur d'usine, soit sur un moulin à vent avec réservoir de régularisation, soit sur tel récepteur que l'on voudra imaginer, suivant les circonstances ; 2° un distributeur D ; 3° un réservoir R plein alternativement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'air et d'eau. Pour diminuer l'espace nuisible, le distributeur devra être installé aussi près que possible du réservoir, mais hors de l'eau.



Au réservoir R sont adaptés, d'une part, un clapet *a* s'ouvrant de dehors en dedans pour l'introduction de l'eau de la source ; en second lieu, le tuyau d'ascension T, qui prend l'eau près du fond ; et enfin un tube destiné à amener, en temps utile, l'air du distributeur D.

Ce distributeur lui-même présente trois orifices. L'un d'eux débouche dans le tube de communication dont il vient d'être question ; un second C′ amène l'air de la pompe, et un dernier C, auquel correspond un contrepoids P, permet l'échappement dans l'atmosphère.

Les deux clapets C et C′ sont manœuvrés ensemble par un même balancier, de telle sorte qu'en tout temps l'un des deux soit ouvert et l'autre fermé, pour qu'il n'existe jamais de communication entre la compression et l'extérieur. Ce balancier s'incline alternativement dans les deux sens.

Dès lors, au moment où le réservoir R achève de se remplir, C′ s'ouvrant et C se refermant, comme on l'a supposé sur la figure, l'air comprimé, que la pompe n'a pas cessé, pendant la fermeture de C′, de condenser dans une capacité intermédiaire, remplit le distributeur et vient agir sur l'eau du réservoir R qu'il refoule dans le tube d'ascension. Quand R est vidé, le balancier doit basculer en sens inverse ; C′ se ferme, et la pompe n'en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tretient plus la pression ; C s'ouvre, et le fluide s'échappe dans l'atmosphère; Le clapet du tube d'ascension retombant dès lors par son poids, l'eau déjà élevée ne peut reculer, et le clapet de fond *a* cédant à la pression de la source, le réservoir R se remplit de nouveau. Il ne reste plus qu'à faire connaître l'organe ingénieux qui assure, d'une manière automatique, le basculement du balancier aux instants convenables.

Au débouché du tube de communication dans le réservoir se trouve adapté un vase V ouvert par le haut et fermé, dans le bas, par un fond annulaire au milieu duquel s'élève un bout de tuyau également ouvert à la partie supérieure. Celui-ci est coiffé par un flotteur O. Un siphon S débouche par sa petite branche au fond du vase V, et par la grande à un niveau inférieur dans la capacité R. Le point le plus élevé de ce siphon se trouve un peu au-dessous des ouvertures du vase V. A travers le tube central passe une tringle qui suspend au balancier le flotteur O, ainsi qu'une caisse pleine d'eau K servant de lest. Expliquons le fonctionnement de cet appareil en supposant, pour commencer, l'eau à bas dans le réservoir R.

Il faut admettre que, dans l'établissement du projet, on ait eu égard à cette condition essentielle que les cinq quantités suivantes forment une série numériquement décroissante :

1° La somme des poids du flotteur O et du lest K plongés dans l'air;

2° La somme du contre-poids P et de la pression *effective* que l'air comprimé exerce sur le clapet C quand il est fermé ;

3° La somme des poids du flotteur O plongé dans l'air et du lest K immergé ;

4° Le contre-poids P seul ;

5° La somme des poids du flotteur O et du lest K immergés tous les deux.

Au commencement, le flotteur et le lest étant émergés, leur poids est prépondérant d'après l'hypothèse, et entraîne le balancier de manière à fermer C', à ouvrir C et à déterminer l'échappement de l'air qui vient, dans la période antérieure, de refouler l'eau jusqu'au bas du réservoir. Par cette chute de pression, *a* s'ouvrira, et l'eau commencera à s'élever dans le réservoir. Lorsque le lest K se trouve immergé, le flotteur O ne l'est pas encore; ce qui suffit toujours, d'après l'hypothèse, pour vaincre le contre-poids qui se trouve seul de l'autre côté, le clapet C ayant été ouvert. Quand le niveau atteindra le sommet du siphon S, celui-ci, subitement amorcé, remplira le vase V et immergera le flotteur O. Dès lors, le contre-poids P, devenu le plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lourd, entraînera le balancier vers la gauche, fermant l'échappement et admettant dans le distributeur l'air comprimé, dont la pression sur le clapet C vient dorénavant renforcer le contre-poids P. Le clapet de fond *a* sera refoulé par cette pression, et l'eau de la source, déjà entrée dans le réservoir, n'aura d'autre issue que le tuyau d'ascension T. Lorsque son niveau atteignant l'extrémité de la branche la plus courte du siphon S, celui-ci, toujours amorcé, aura vidé le vase V, le flotteur reprendra son poids intégral; mais, comme le lest K est encore immergé et que le contre-poids P est renforcé de la pression sur le clapet C, le balancier restera maintenu dans la position d'après les hypothèses, et l'écoulement de l'eau continuera sans perturbation. Lorsque enfin le lest K se trouve dégagé, le poids de la branche de droite du balancier a repris la valeur prépondérante; il bascule vers la droite, et tout recommence.

On peut reprocher à ce mécanisme qu'en faisant ainsi agir l'air comprimé par lui-même en guise de piston pour refouler l'eau il se trouve nécessairement amené à une pression mesurée par la hauteur du tuyau d'ascension augmentée des pertes de charge qui s'y développent; et celles-ci seront importantes à cause de la complication des conduites, qui est grande d'après l'hypothèse même : tandis que dans les machines ordinaires où le fluide moteur est employé à faire mouvoir un premier piston relié, par des intermédiaires solides, à un autre piston de refoulement, on peut, avec quelques atmosphères de pression, élever l'eau, dans les mines par exemple, à des hauteurs pour ainsi dire indéfinies. Il est clair que pour de grandes élévations l'objection aurait assez de force pour écarter l'application du système; mais, dans des conditions modérées, l'auteur estime, et il y a lieu de le lui accorder, que cette cause de perte sera compensée par deux avantages : en premier lieu le fait de la suppression des transmissions solides dont la complication pourrait les rendre inexécutables; et, dans le cas de leur réalisation possible, la suppression des frottements que produiraient leurs nombreuses articulations au prix d'une grande perte de travail.

On remarquera que les vases V et O sont ouverts, détail qui a son importance; sans quoi ils risqueraient d'être déformés par les alternatives de pression auxquelles ils se trouvent soumis. La gelée n'aura pas de prise sur les organes, pourvu qu'on observe les précautions les plus simples. On aperçoit, enfin, peu de chances de dérangement; et, par le fait, l'auteur annonce que plusieurs appareils de ce genre fonctionnent déjà, depuis près de deux ans, à l'usine d'Ornans (Doubs), sans avoir motivé de réparations ni subi de chômage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le plus récent, par suite le mieux étudié de ces appareils, est établi d'après les données suivantes que je citerai pour mieux fixer les idées :

1° Conduite d'air :

Longueur de la conduite d'air depuis la pompe de compression jusqu'au réservoir	150m
Diamètre intérieur de cette conduite	0m,02
Nombre de coudes arrondis à angle droit répartis le long de cette conduite d'air	23
Pression de l'air au moment de l'échappement, évaluée en mètres d'eau	11m
Pression de l'air en arrière du clapet C' d'admission dans le distributeur pendant la fermeture de ce clapet	15m

2° Conduite d'eau :

Longueur de la conduite d'eau du réservoir à l'émergence	50m
Diamètre intérieur de cette conduite	0m,04
Nombre de coudes à angle droit répartis le long de cette conduite d'eau	9
Nombre de robinets intermédiaires produisant des étranglements	2
Débit par minute, en litres	75lit
Vitesse dans la conduite d'eau, en mètres, par seconde	1m,30
Hauteur de refoulement	

D'après ces données, on voit que la perte de charge est d'environ 5 mètres ou presque de moitié. Il est évident qu'elle serait singulièrement atténuée si l'on augmentait notablement le calibre de la conduite d'eau. La vitesse diminuerait alors en raison inverse du carré du diamètre, et les résistances à peu près en raison inverse du carré de la vitesse, c'est-à-dire de la quatrième puissance du diamètre.

Tel est, Messieurs, l'appareil élévatoire qui a été soumis par M. G. Jarre à votre examen. Il a paru à votre comité des arts mécaniques présenter une application utile et ingénieuse de l'air comprimé, d'un emploi commode et économique dans beaucoup de cas, et décisif dans quelques autres. Votre comité vous propose, en conséquence, de féliciter M. Jarre de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport, avec un dessin à l'appui, dans le *Bulletin* de la Société.

Signé HATON DE LA GOUPILLIÈRE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 12 *décembre* 1873.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE.

RAPPORT *fait par* M. le comte DU MONCEL, *au nom du comité des arts économiques, sur le* TÉLÉGRAPHE AUTOGRAPHIQUE *de* M. D'ARLINCOURT, *rue de la Bruyère*, 3, *à Paris.*

Messieurs, dans un précédent rapport (1) j'ai résumé, en quelques mots, l'historique des télégraphes autographiques et exposé le principe sur lequel ils sont fondés, je n'y reviendrai donc pas en ce moment; je rappellerai seulement que, dans ce système télégraphique, les interruptions et les fermetures du courant transmis étant excessivement nombreuses et très-rapprochées, il devient nécessaire, pour ne pas employer une source électrique trop énergique, ce qui entraînerait, à plusieurs points de vue, de graves inconvénients, d'agir par l'intermédiaire de relais électro-magnétiques. Or comment obtenir, par l'intermédiaire d'un appareil de ce genre, les effets les plus rapides possibles? Telle est la question qui a préoccupé depuis longtemps ceux qui s'occupent des applications de l'électricité, et qui semble avoir été résolue d'une manière complétement satisfaisante dans le relais de M. d'Arlincourt, aujourd'hui adopté par les diverses administrations télégraphiques, et qui, quoique pouvant s'adapter à tous les autres systèmes télégraphiques aujourd'hui en usage, constitue l'une des parties les plus importantes de l'appareil autographique qui vous a été présenté.

1° *Relais.* — Le relais de M. d'Arlincourt est constitué par un électro-aimant dont la culasse, c'est-à-dire la traverse qui en réunit les deux branches, porte deux appendices de fer entre lesquels oscille la palette-armature destinée à déterminer les contacts locaux. C'est, comme on le voit, une disposition inverse des électro-aimants ordinaires, car, dans ces derniers, l'action électro magnétique s'effectue par l'intermédiaire des pôles libres, tandis que dans l'électro-aimant d'Arlincourt elle se produit aux points de jonction des noyaux magnétiques avec la traverse. D'un autre côté, la palette-armature se trouve elle-même polarisée par son contact avec le pôle d'un aimant permanent énergique. Or voici ce qui résulte de cette disposition :

(1) Voy. le rapport sur le télégraphe autographique de M. *Meyer*, *Bulletin* de 1873, 2e série, t. XX, p. 377.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au moment du passage du courant à travers l'électro-aimant, il se détermine sur les appendices de fer aux extrémités des bobines, du côté de la culasse, des polarités opposées à celles développées aux extrémités libres, et ces polarités provoquent une attraction de la palette dans le sens qui convient aux réactions échangées de part et d'autre; mais, au moment de l'interruption du courant, le magnétisme des pôles libres venant à envahir les appendices de fer par suite de la diffusion de ces polarités sur chaque moitié du fer de l'électro-aimant, il se produit un mouvement inverse de l'armature qui succède, immédiatement et sans qu'il soit besoin d'une action antagoniste postérieure, à celui qui avait été d'abord provoqué, et qui rappelle, par conséquent, la palette à sa position initiale. De plus, si la palette est maintenue, par suite d'un réglage convenable, dans la position en rapport avec l'action du courant, celui-ci ne la fera pas bouger au moment des transmissions; mais, au moment des interruptions, il n'en sera plus de même, et le renversement de polarité dont nous avons parlé précédemment aura pour effet de provoquer une légère répulsion, qui ne pourra être durable, car le courant d'induction prenant alors naissance, et qui se trouvera être de même sens que le courant transmis, tendra à faire revenir la palette à sa position primitive. Dans ce cas, cette palette aura donc accompli une oscillation entière, qui sera excessivement rapide, puisque les deux causes qui la déterminent sont pour ainsi dire instantanées.

Cette réaction particulière, à laquelle M. d'Arlincourt a donné le nom de *coup de fouet*, a été habilement utilisée par lui dans son relais pour décharger la ligne à chaque interruption du courant, et augmenter par là la rapidité des transmissions, surtout avec le système dit de *translation*. En conséquence, son appareil se compose, pour chaque côté de la ligne, de deux électro-aimants, l'un agissant comme relais rapide, l'autre agissant comme déchargeur de la ligne, et les armatures de ces deux électro-aimants sont polarisées par un même aimant en fer à cheval, qui les porte articulées sur ses deux branches.

Le relais de M. d'Arlincourt, grâce à cette combinaison, a pu réaliser le tour de force de faire fonctionner directement son télégraphe autographique de Paris à Marseille, à travers une résistance de 1 250 kilomètres; d'établir la translation entre Londres et Marseille, sans autre relais que l'appareil décrit précédemment, installé à Paris; enfin, de faire communiquer directement Saint-Pétersbourg avec Pesth, par l'intermédiaire d'un seul relais éta-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bli à Constantinople. Ce sont, comme on le voit, des résultats très-remarquables.

2° *Télégraphe autographique.* — Le télégraphe autographique de M. d'Arlincourt appartient au système électro-chimique; mais il est d'une grande simplicité, très-sûr dans ses effets, et la régularisation du synchronisme est obtenue par un système nouveau et des plus ingénieux.

Dans ce système, le mouvement du mécanisme moteur est régularisé, non-seulement par une lame vibrante, comme dans l'appareil Hughes, mais encore par une seconde lame formant diapason avec la première, et qui est libre dans ses mouvements. Comme dans un diapason, les vibrations sont isochrones, quelle que soit leur amplitude, elles tendent à maintenir le mouvement qui les provoque dans des limites telles que le temps des oscillations reste le même, que ces oscillations soient rectilignes ou circulaires, et, comme la tige libre force celle qui est embridée par le moteur de vibrer à l'unisson avec elle, elle maintient l'action régulatrice et joue en quelque sorte le rôle de compensateur. De plus, à chaque tour accompli par les cylindres récepteur et transmetteur, il se produit mécaniquement un arrêt, et l'appareil est tellement disposé que ces cylindres ne peuvent entrer en mouvement après cet arrêt que quand ils sont dans une position parfaitement identique aux deux stations, mais le mouvement du moteur n'est pas arrêté pour cela.

Or il résulte de cette disposition plusieurs avantages très-importants, d'abord celui de ne pas nécessiter le réglage du synchronisme des deux appareils en correspondance, puisqu'il s'effectue de lui-même à chaque tour des cylindres transmetteur et récepteur; en second lieu, de ne pas continuer inutilement une transmission quand un dérangement se produit, car l'appareil transmetteur s'arrête aussitôt que son correspondant ne peut plus fonctionner; enfin, de permettre une correspondance interrompue lorsqu'elle s'échange à travers une ligne qu'on utilise momentanément à d'autres transmissions.

Comme dispositif, cet appareil ressemble un peu à celui de M. Backwell, mais il est infiniment plus perfectionné et il marche d'une manière très-satisfaisante.

En raison des résultats si importants obtenus par M. d'Arlincourt, et surtout des perfectionnements remarquables apportés par lui aux relais, la commission vous prie, Messieurs, de décider que des remercîments lui soient adressés pour son intéressante communication, et que le présent rapport soit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inséré au *Bulletin*, avec les dessins détaillés de son appareil à relais translateur.

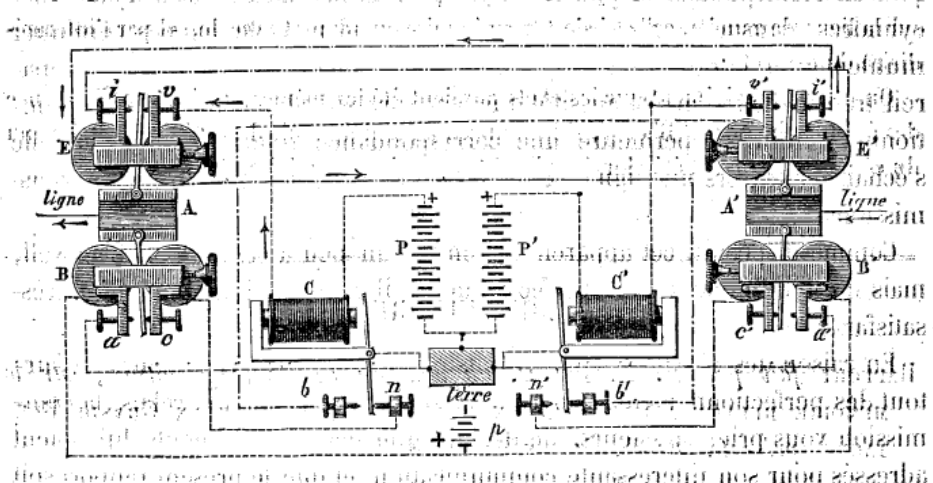
Signé TH. DU MONCEL, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 13 *juin* 1873.

DÉTAILS DU RELAIS TRANSLATEUR DE M. D'ARLINCOURT.

On a vu, dans le rapport ci-dessus, que dans le relais de M. d'Arlincourt l'effet magnétique provoqué par l'action du courant fait place à un effet diamétralement opposé aussitôt que le courant est interrompu, lequel effet, pour un réglage convenable de l'armature par rapport à sa distance des pôles de l'aimant, peut n'être qu'instantané et donner lieu, par conséquent, à une oscillation complète de cette armature, pour une simple rupture de circuit. C'est cette oscillation qui a été utilisée pour décharger la ligne après chaque émission de courant, et elle a permis au relais translateur de M. d'Arlincourt de fournir les effets qui ont été annoncés et que nul autre avant lui n'avait pu produire.

Le relais translateur de M. d'Arlincourt se compose de deux systèmes de doubles relais, un pour chaque côté de la ligne, et chacun d'eux correspond à un électro-aimant parleur, qui joue en même temps le rôle de relais local; de sorte que, par le fait, un appareil de ce genre comporte six relais, deux agissant comme translateurs, deux autres comme déchargeurs des lignes et les deux derniers comme récepteurs auditifs et en même temps comme relais locaux. Les relais translateurs et les relais déchargeurs sont disposés exactement de la même manière, et c'est un même aimant fixe qui polarise leur armature; ils sont, en conséquence, placés l'un derrière l'autre,



comme l'indique la figure ci-dessus. L'aimant en fer à cheval est en A et A',

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'électro-aimant du relais translateur en E E′, l'électro-aimant du déchargeur en B B′; les relais locaux ou parleurs sont en C et C′ à la suite des deux autres.

Les communications électriques sont indiquées sur la figure en lignes ponctuées, et l'on distingue en P, P′, *p* les piles de ligne et la pile locale.

Les deux bouts de la ligne, à gauche et à droite de la station où est installé l'appareil, sont reliés métalliquement aux aimants polariseurs A, A′ et, par l'intermédiaire des armatures qui y sont fixées et des contacts *i* ou *i*′, ils peuvent communiquer avec le sol après avoir traversé l'un ou l'autre des relais translateurs E, E′; et, comme de la réaction produite par celui-ci résulte la fermeture du circuit correspondant à l'une ou l'autre des piles de ligne P et P′, le courant de cette pile se trouve envoyé sur la ligne comme si celle-ci constituait un circuit local. Toutefois, comme ce courant traverse le parleur C ou C′ correspondant, et que celui-ci, en réagissant comme relais local, ferme le courant de la pile locale *p* à travers l'un ou l'autre des relais déchargeurs B ou B′, celui-ci, en fonctionnant, a pour effet de mettre à la terre le bout de la ligne qui, un instant auparavant, se trouvait mis en contact avec la pile de ligne P ou P′.

Dans la figure, le courant est supposé venir du côté de droite de la station, et, pour peu qu'on suive le sens des flèches, on ne tarde pas à reconnaître qu'après s'être dirigé en A′ il regagne le relais E par l'armature du relais E′ et le contact *i*′, pour s'écouler ensuite en terre par l'intermédiaire de l'armature du parleur C′, qui est reliée à la plaque de terre et qui touche alors la vis *b*′. L'armature de E touche alors le contact *v*, et le courant de la pile P, après avoir traversé le parleur C, le contact *v*, arrive à l'aimant A, qui le dirige sur la ligne, du côté gauche de la station. Sous l'influence de ce courant, le parleur C ferme en *n* le circuit local de la pile *p*, qui fait réagir le déchargeur B en provoquant *le coup de fouet* de son armature sur le contact *a*; de sorte que, pendant un instant très-court qui a suivi presque instantanément l'émission du courant sur la ligne de gauche, celle-ci s'est trouvée mise en rapport avec le sol par l'intermédiaire du contact *a*.

On comprend aisément que les effets auraient été les mêmes, mais sous l'influence des électro-aimants E′ B′ et C′, si le courant, au lieu de venir du côté droit, était venu du côté gauche; c'eût été alors les piles P′ et *p* qui eussent été en jeu.

(D. M.)

AGRICULTURE.

RAPPORT *fait par* M. F. BELLA, *au nom du comité d'agriculture, sur le* MÉMOIRE RELATIF A L'EXPORTATION DES ORGES FRANÇAISES EN GRANDE-BRETAGNE, *présenté par* M. GIBSON-RICHARDSON.

Messieurs, M. Gibson-Richardson, justement préoccupé de l'insuffisance

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de plus en plus marquée de la production de l'orge en Angleterre, s'est avisé du grand avantage qui résulterait, pour la France comme pour la Grande-Bretagne, de l'extension, chez nous, de la culture de l'orge propre à la fabrication de la bière, et de l'exportation de ce produit.

Déjà il a présenté à la Société centrale d'agriculture de France une première note, qui a été imprimée, et dont il offre un exemplaire à notre Compagnie, pour démontrer que les orges françaises peuvent trouver et trouvent déjà un débouché avantageux chez les brasseurs et les malteurs anglais, et qu'il serait facile, en demandant à l'Angleterre de bonnes semences de l'orge dite *Chevalier*, de généraliser une exportation qui doit être très-profitable à notre agriculture.

M. Gibson-Richardson a fait plus encore. Procédant avec la largeur de vues, l'esprit pratique et la générosité qui distinguent d'une manière si remarquable le peuple anglais, et qui, après nos désastres, se sont imposés à notre gratitude, il a réuni, avec l'aide et le concours de quelques-uns de ses compatriotes, des quantités considérables de semences d'orge et il les a données à la Société centrale d'agriculture pour être gratuitement distribuées aux cultivateurs français qui voudraient les essayer.

Aujourd'hui c'est à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale que s'adresse M. Gibson-Richardson pour trouver de nouveaux appuis. Dans une note qui prouve une connaissance approfondie des faits économiques et statistiques, il fait valoir les circonstances qui tendent à démontrer que nous sommes admirablement placés pour accomplir les progrès auxquels il convie l'agriculture française.

Je dois résumer ici ses arguments : « Nous avons 37 000 000 d'habitants, « tandis que l'Angleterre n'en a que 31 817 000, et ce dernier nombre com- « porte chez nos voisins une proportion beaucoup plus forte d'enfants et « d'adultes non travailleurs, puisque les naissances, chez eux, sont de « 35 pour 1 000 et les décès seulement de 22,50 pour 1 000, tandis qu'en « France les naissances ne représentent que 26,35 et les décès montent à « 23,72 pour 100. »

Dans le Royaume-Uni il y a donc relativement moins de travailleurs, et ils ont à nourrir beaucoup plus de personnes ne travaillant pas qu'il y en a en France; nous pourrions donc tout à la fois accroître notre production et notre exportation agricoles plus que cela n'est possible chez nos voisins.

M. Gibson-Richardson trouve des arguments non moins péremptoires dans l'étendue relative des terres que chacun des deux pays consacre à la nourri-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ture de ses habitants. L'Angleterre n'y emploie que 1 566 000 hectares, tandis que la France a près de 12 000 000 d'hectares employés à son alimentation ; un cinquième de sa superficie, tandis que nos voisins en ont quatre fois moins relativement. Quelle mine féconde de richesse si, par une culture meilleure, la France élevait le produit moyen de ses immenses étendues et voulait exporter les excédants qui en seraient la conséquence vers l'Angleterre, toujours prête à les payer à hauts prix !

M. Gibson-Richardson fait très-judicieusement observer combien la culture de l'orge, dont il plaide si bien la cause, s'allie favorablement à celle des racines qui, récoltées souvent tard et difficilement en automne, laissent trop peu de temps pour la préparation des blés d'hiver. Il esquisse à grands traits les relations obligées qui unissent toutes les productions agricoles et tous les progrès. Il insiste sur l'énorme quantité de jachères mortes que l'agriculture française doit s'appliquer à utiliser, et il voit dans l'extension de la culture de l'orge l'élément essentiel qui doit favoriser la substitution des racines aux jachères mortes.

Ces observations n'ont qu'un tort, c'est de faire abstraction des conditions qui dominent l'industrie agricole de la France et l'ont faite ce qu'elle est, malgré tous les efforts des particuliers et de l'État.

Ce sont ces conditions qui font l'énorme différence signalée par M. Richardson entre l'accroissement de la population en France et en Angleterre, et qui hâtent la dépopulation des campagnes françaises que signalent toutes nos statistiques. Or c'est la rareté et la cherté de la main-d'œuvre qui entravent de la manière la plus fâcheuse les progrès de notre agriculture. Nous avons plus de travailleurs ruraux que l'Angleterre, mais la division de la propriété rurale, le morcellement et l'éparpillement des champs qui la constituent, ont pour conséquence fatale d'énormes pertes de temps et l'impossibilité, dans le plus grand nombre de cas, de suppléer à la main-d'œuvre qui manque de plus en plus par le travail des machines. On peut dire que du parcellement de nos champs il résulte que les transports ruraux sont dix fois plus considérables qu'ils ne le seraient si les champs étaient réunis autour de l'habitation comme cela existe dans la majeure partie de l'Angleterre ; qu'il y a, par conséquent, dix fois trop d'allées et de venues, dix fois trop d'usure des chemins et des véhicules ; sans compter que, bien souvent, l'absence des chemins et le manque de véhicules obligent nos petits cultivateurs à faire leurs transports à bras d'homme.

Et ce ne sont pas seulement les bras qui manquent à l'industrie rurale

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

française pour suivre les bons conseils de M. Gibson-Richardson; ce sont aussi les chefs d'industrie intelligents, parce que chez nous ce sont précisément les ruraux instruits, capables, intelligents, qui quittent les campagnes pour la ville, emportant avec eux leur part de capitaux et procurant bientôt après aux capitaux de leurs proches des placements commodes autant qu'avantageux dans les valeurs industrielles.

Il faudrait un volume pour déduire toutes les conséquences de notre état social, conséquences qui peuvent se résumer ainsi : tout, en France, tend vers les villes, les intelligences, les capitaux et les bras.

Pour relever les produits moyens évidemment très-insuffisants de la production agricole, il faudrait un excédant de matières fécondantes correspondant à cet accroissement; ces matières ne peuvent être que les produits de la consommation des denrées agricoles. Or ces denrées sont, en quantité de plus en plus considérable, consommées dans les villes, qui s'accroissent sans cesse, et c'est dans les égouts que se perdent une majeure partie des détritus de cette consommation.

Tout concourt donc à retarder le progrès que M. Gibson-Richardson sollicite avec juste raison, et ce n'est pas à la France seule qu'en bonne justice il devrait le recommander, car la Grande-Bretagne elle-même, si intelligente, si laborieuse et si riche, pèche aussi par l'insuffisance de production qui nous est implicitement reprochée. Ce n'est pas seulement par les céréales que se montre cette insuffisance, mais aussi par les bestiaux que nourrissent les cultures de racines et les herbages dont l'agriculture anglaise est si justement fière. Comme nous le fait judicieusement observer M. Gibson-Richardson, elle doit transformer ses terres arables en prairies, que le climat favorise d'une manière toute particulière; ces prairies, elle les fait pâturer par les animaux les plus perfectionnés; cependant elle manque de viande, de laitage, de chevaux, comme elle manque de blé et d'orge.

C'est qu'il y a des lois générales qui président au développement de l'industrie agricole, lois peu connues encore, quoique leurs effets soient anciens comme le monde et qu'elles aient transformé en déserts bien des pays qui, comme la campagne romaine, ont été illustrés par les plus grandes et les plus riches capitales.

Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que, depuis un certain nombre d'années, l'avoine est plus chère relativement que l'orge, et que les cultivateurs français ont moins d'avantages à cultiver cette dernière céréale de printemps que la première.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Unissons donc nos remercîments à ceux que la Société centrale d'agriculture de France a déjà adressés à M. Gibson-Richardson pour son active et généreuse intervention dans une discussion qui tend au bien-être de la France et de l'Angleterre. Nous sommes d'accord avec lui sur les avantages qu'il y aurait à mieux faire, à produire davantage, à remplacer les jachères par des racines et à accroître les échanges internationaux; nous ne nous faisons pas d'illusion sur les possibilités de ces changements qui sont éminemment désirables, car ils seraient le signe de la repopulation rurale et de l'accroissement de puissance, de prospérité et de sécurité dans notre pays.

En conséquence, le comité d'agriculture a l'honneur de vous proposer d'adresser des remercîments à M. Gibson-Richardson pour son intéressant mémoire (1), et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin*.

Signé F. BELLA, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 25 juillet 1873.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. HOMBERG, *au nom du comité des arts économiques, sur le* GUIDE DU TAILLEUR *de* M. BONDON, *rue Sainte-Anne,* 64, *à Paris.*

Messieurs, vous avez renvoyé à votre comité des arts économiques la première partie d'un ouvrage intitulé le *Guide du tailleur*, que son auteur, M. Bondon, a soumis à votre examen.

Il y a un demi-siècle environ qu'un tailleur émérite, M. Chevallier, frappé des inconvénients que présente la méthode, en usage chez ses confrères, pour prendre la mesure des vêtements, méthode qui se borne à prendre quelques dimensions principales, d'où, par voie de proportion, se déduisent toutes les autres, se livra à de longues études pour perfectionner son art.

La conformation humaine étant très-variée, la méthode proportionnelle,

(1) Un extrait de ce mémoire a été inséré au procès-verbal du 9 mai 1873. Voy. *Bulletin* de 1873, 2e série, t. XX, p. 551.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui ne tient aucun compte des accidents particuliers qu'on rencontre chez la plupart des individus, ne peut donner que des vêtements assortis aux différentes tailles, mais peu ajustés aux formes qu'ils doivent revêtir. Si donc, ne se contentant pas des vêtements que l'on peut trouver dans les magasins de confection, on tient à être mieux habillé, le tailleur, qui n'a basé sa coupe première que sur la méthode proportionnelle, est obligé, après vous avoir essayé votre vêtement, de se livrer à de nombreuses retouches, toujours longues et difficiles, quelquefois même impossibles.

Après de longs tâtonnements, M. Chevallier, vers 1835, inventa et publia, sous le titre le *Progrès du tailleur,* une nouvelle méthode basée sur des données anatomiques, d'après laquelle, tenant compte, dans la première coupe même, des différentes conformités des divers individus, on peut éviter les retouches, causes inévitables de pertes de temps et d'étoffe, et souvent insuffisantes pour obtenir une parfaite confection du vêtement.

M. Bondon, élève de Chevallier, n'a fait, comme il l'avoue lui-même dans les prolégomènes de son guide pratique du tailleur, qu'exposer, en la simplifiant et en la complétant, la méthode inventée par son maître.

Le *Progrès du tailleur*, publié par M. Chevallier, laisse, en effet, beaucoup à désirer. Ce livre, écrit par un praticien distingué, mais fort étranger à la littérature, est diffus, sans clarté et sans méthode; il contient de nombreuses répétitions, est volumineux et, partant, d'un prix élevé.

M. Bondon a cherché, au contraire, à mettre dans son œuvre le plus de clarté possible, en faisant précéder les prescriptions pratiques qu'il donne à ses confrères de quelques notions anatomiques. Son ouvrage doit être divisé en trois parties peu volumineuses, mais illustrées de beaucoup de dessins qui rendent ses préceptes plus faciles à saisir.

Chaque partie ne se vend que 6 francs; le prix de l'ouvrage entier ne sera donc que de 18 francs, et il contiendra toutes les connaissances utiles aux tailleurs et aux coupeurs, qui, malheureusement aujourd'hui, forment deux classes distinctes d'ouvriers.

M. Bondon n'a encore publié et ne vous a soumis que la première partie de son œuvre, celle relative aux membres abdominaux, c'est-à-dire celle qui comprend la confection des pantalons, culottes et guêtres.

Déjà, cependant, ses confrères lui ont donné une marque de leur estime, en le nommant prud'homme de leur corporation.

Votre comité, Messieurs, pense qu'en cherchant à vulgariser, en la simplifiant et la complétant, la méthode de M. Chevallier qui a reçu l'approbation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un grand nombre de tailleurs de Paris, M. Bondon a entrepris une œuvre utile à l'industrie du tailleur, et il a l'honneur de vous proposer :

1° De l'encourager dans la tâche qu'il a entreprise ;

2° De le remercier de sa communication ;

3° D'insérer le présent rapport dans votre *Bulletin*.

Signé HOMBERG, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 26 *avril* 1874.

EXPOSITION DE VIENNE.

LA GRANDE INDUSTRIE CHIMIQUE A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE VIENNE EN 1873, PAR M. LAMY (*fin*),

Membre du Conseil (1).

§ III. — *Industrie du chlore.*

D'importants progrès sont à signaler dans la fabrication du chlorure de chaux. On est parvenu à régénérer assez économiquement le bioxyde de manganèse converti en chlorure, et des essais sérieux tendent même à supprimer cette coûteuse matière première.

Régénération du peroxyde de manganèse, par M. Weldon. — La pensée de régénérer ou d'utiliser les résidus est aussi vieille que la fabrication du chlore elle-même. Mais jusqu'à présent ce but n'a pas été complétement atteint. Toutefois, parmi les procédés proposés et expérimentés, il en est un qui a pris une grande extension depuis l'exposition dernière ; c'est le procédé qui est désigné sous le nom de son auteur, M. Weldon. Il est fondé sur ce fait que le protoxyde de manganèse précipité par la chaux du chlorure préalablement dépouillé de fer s'oxyde plus ou moins complétement, ou se transforme partiellement en peroxyde, sous la double influence d'un courant d'air chauffé à 50 degrés, et d'un excès de chaux. La même quantité de manganèse sert, pour ainsi dire, indéfiniment, sauf une perte de 10 pour 100 environ. La quantité d'acide chlorhydrique employée est près d'un tiers plus

---

(1) Voy. Cahier de juillet 1874, p. 329.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grande que celle qui est nécessaire pour la décomposition du manganèse par le procédé ordinaire.

Les idées théoriques sur lesquelles est basé le procédé Weldon sont peut-être discutables : l'existence du manganite de chaux, au moins dans les conditions du travail courant, n'étant nullement démontrée; mais ce qui est certain, c'est qu'en Angleterre, où l'acide chlorhydrique n'a presque pas de valeur commerciale, le procédé adopté par un assez grand nombre d'usines donne des résultats très-satisfaisants.

J'ajoute que, l'année dernière, M. Weldon a proposé, comme perfectionnement, de substituer la magnésie à la chaux, de manière à pouvoir régénérer cette base par la calcination, à basse température, du chlorure de magnésium; seulement l'économie est peut-être plus apparente que réelle, si l'on tient compte du prix de main-d'œuvre, et surtout du combustible nécessaire pour la régénération.

Procédé Deacon. — Au lieu de chercher à régénérer le peroxyde de manganèse, M. Deacon le supprime, et lui substitue un autre oxyde pouvant se revivifier dans des conditions complétement différentes. En principe, dans cette nouvelle méthode, on fait réagir le gaz chlorhydrique sortant des fours à décomposition du sel, et une quantité d'air convenable, sur du sulfate de cuivre chauffé de 400 à 500 degrés, par l'intermédiaire de larges surfaces rugueuses ou poreuses en terre cuite. L'acide chlorhydrique est partiellement décomposé, et on obtient un courant continu de chlore, avec une quantité constante, très-minime d'ailleurs, d'oxyde de cuivre, lequel se régénère indéfiniment dans les appareils de production, sans manipulations secondaires ou accessoires.

Pour surface d'action, M. Deacon a adopté des boules ou des billes en terre cuite qui ont été imprégnées préalablement d'une dissolution saturée de sulfate de cuivre. Elles sont placées dans des cylindres en fonte, et maintenues, autant que possible, à une température voisine de 450 degrés. L'acide chlorhydrique des fours à sulfate, avec une quantité d'air convenable, est aspiré par un ventilateur à travers les cylindres à décomposition. L'acide non décomposé est condensé à la manière ordinaire; la vapeur d'eau en excès est absorbée dans une tour à coke mouillé par de l'acide sulfurique; enfin le chlore est dirigé dans les chambres qui renferment la chaux hydratée en couches minces. Seulement, comme ce gaz est dilué dans un volume, au moins triple d'air ou plutôt d'azote, on a dû donner une très-grande surface de développement à ces chambres, et opérer par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

absorption méthodique pour arriver à un degré chlorométrique suffisamment élevé. La grandeur même de ces chambres est d'une installation coûteuse. L'absorption serait plus facile, partant le procédé plus applicable, dans le cas où on se proposerait de fabriquer du chlorure liquide ou du chlorate de potasse.

Une autre difficulté est celle de maintenir sensiblement constante la température qui est nécessaire au succès comme à l'économie du procédé. Cette température ne peut guère sortir des limites de 400 et 500 degrés. Au-dessous ou au-dessus, les réactions sont incomplètes, et de plus, dans le cas de l'excès de température, du cuivre est volatilisé et perdu à l'état de bichlorure. Ajoutons enfin que, d'après les premiers essais faits en grand à Widnes, les surfaces actives semblent perdre de leur efficacité avec le temps, soit à cause des poussières ferrugineuses et autres entraînées par le courant gazeux, soit à cause de l'entraînement du cuivre lui-même, lorsque la température atteint le point de volatilisation du bichlorure.

Le procédé de M. Deacon a été publié, pour la première fois, dans un mémoire lu par l'auteur à l'Association britannique le 15 septembre 1870. Un second mémoire, plus complet que le premier et plus spécialement consacré à un essai d'explication théorique, a paru, en septembre 1872, dans le *Journal of Chemical Society*.

Il ressort de ces publications que M. Deacon considère l'action du sulfate de cuivre, en particulier, comme une action de *présence* ou *catalytique*, expression malheureuse qui a été trop souvent acceptée comme explication véritable d'un phénomène qu'on ne sait expliquer, en dispensant de toute recherche plus attentive ou plus approfondie. M. Deacon, je me hâte de le dire, n'est pas un de ces chimistes à se contenter d'un mot; aussi a-t-il cherché une explication aux phénomènes si curieux qu'il a, le premier, observés, et en a-t-il donné une théorie extrêmement ingénieuse sans doute, mais qui ne satisfera pas tous les chimistes. Sans vouloir l'exposer ou la discuter ici, j'en dirai pourtant quelque chose.

M. Deacon admet, comme une conséquence de ses nombreuses observations, que la *surface* et non la *masse* de la substance est la mesure de l'action; par suite, que cette action est purement mécanique et nullement chimique, dans le sens qu'on attribue généralement à cette expression. C'est donc en *choquant* le sulfate de cuivre que le mélange d'acide chlorhydrique et d'air se décompose. « Ainsi, dit M. Deacon, l'activité d'une molécule du sel de cuivre dépend de la rapidité avec laquelle le mélange arrive et les produits de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la décomposition s'en vont. Non qu'il y ait création de force, mais, pour me servir des paroles de Bunsen, l'action catalytique n'est pas équivalente à une quantité illimitée de travail ; seulement, pour chaque décomposition effectuée, une quantité équivalente de force est absorbée, exactement comme, dans le cas d'un poids entraîné par un corps qui tombe, il y a une dépense de force équivalente au travail produit. »

Entre autres observations qui servent de base à sa théorie, M. Deacon admet l'inaltérabilité, à peu près absolue, du sel de cuivre. Il a remarqué que du sulfate de cuivre pur, même après une action continuée pendant six mois, ne contient que de simples traces de chlore, et que, si le sulfate est décomposé en présence de la brique, c'est que celle-ci contient probablement une base qui se combine avec l'acide sulfurique.

Cette observation tendrait à faire supposer que le sel de cuivre n'agit bien réellement que par sa présence ; d'où l'hypothèse que la décomposition est due au choc des molécules du mélange gazeux contre les molécules du sulfate. Or une telle supposition n'est pas admissible, ainsi qu'il résulte de nombreuses expériences que j'ai entreprises, sur la même question, depuis le commencement de l'année 1872 (1). Voici, en effet, quelques-uns des résultats que j'ai obtenus, en opérant à la température constante de l'ébullition du soufre, 440 degrés.

Le sulfate de cuivre pur, en petits cristaux, perd d'abord toute son eau de cristallisation, puis, peu à peu, lentement, son acide sulfurique. La proportion de sous-sulfate, d'oxyde et de chlorures formés augmente avec la durée de l'action, laquelle est, dès lors, de même nature que celle de l'oxyde ou d'un chlorure de cuivre placé directement dans le tube à décomposition ; de sorte qu'il est assez probable que c'est un oxychlorure qui est comme la base de la série de combinaisons et de décompositions qui s'accomplissent d'une manière continue. La richesse en chlore de l'oxychlorure augmente, quand l'acide chlorhydrique prédomine dans le mélange gazeux ; elle diminue et peut être réduite à des traces, quand c'est au contraire l'oxygène qui prédomine. C'est aussi dans ce dernier cas que l'on obtient les plus grands rendements en chlore. Ainsi, pour des mélanges renfermant depuis 60 jusqu'à 5 volumes d'acide chlorhydrique pour 100 d'air, j'ai obtenu depuis 15 jus-

(1) *Bulletin* de la Société d'encouragement, t. XVIII, p. 442. — *Bulletin* de la Société chimique, t. XVIII, p. 242, et t. XX, 2.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'à 95 pour 100 de chlore. Le phénomène est d'ailleurs beaucoup plus complexe qu'on ne pourrait le croire à priori.

Qu'il me soit permis d'indiquer encore quelques résultats, qui ne sont peut-être pas sans intérêt au point de vue pratique. Dans les mêmes conditions de température, de vitesse et de composition du mélange d'acide chlorhydrique et d'air, les oxydes de fer, de manganèse et de chrome donnent un rendement moindre de près de moitié environ que le cuivre. Mais à des températures plus élevées, au rouge faible, le rendement de ces oxydes s'élève jusqu'à 50 et même 70 pour 100. L'oxyde de manganèse donne un peu plus de chlore que le fer, et son emploi serait préférable à cause de la moindre volatilité de son chlorure. En tout cas, comme il suffit d'imprégner des fragments de brique avec des résidus de chlorure de manganèse impur, la substance active pourrait être renouvelée à peu de frais. La question principale serait celle du combustible. L'oxyde de fer, soit seul, soit disséminé dans la brique, la meulière, la ponce, la bauxite, enfin les résidus de pyrite grillée peuvent être également employés, sans que l'on ait à se préoccuper de la perte de la matière première. La petite quantité de chlorure de fer qui peut distiller n'a aucune importance. La pyrite grillée se conserve longtemps, et, comme elle a l'avantage d'être d'abord désulfurée dans la réaction, elle acquiert plus de valeur comme minerai de fer.

Procédé de M. Kuhlmann. — J'aurai passé en revue les procédés les plus nouveaux proposés pour la régénération du manganèse, en mentionnant encore une méthode récemment essayée par M. Kuhlmann. Dans cette méthode, on commence par éliminer le fer du chlorure impur de manganèse au moyen de la craie en poudre, et on traite le chlorure purifié par la chaux. Ensuite, sur le protoxyde précipité et lavé avec beaucoup de soin, on fait agir un mélange de bioxyde d'azote et d'air ou des vapeurs nitreuses, pour transformer ce protoxyde en nitrate de manganèse. Enfin ce dernier est chauffé à une température qui ne dépasse pas 200 degrés, et décomposé en bioxyde d'azote et acide hyponitrique, lesquels peuvent servir à la régénération d'une quantité pour ainsi dire illimitée de peroxyde.

Le produit final obtenu renferme jusqu'à 88 pour 100 de bioxyde pur, c'est-à-dire possède un degré de pureté qu'atteignent bien rarement les oxydes naturels. Mais je dois faire observer que la méthode de M. Kuhlmann, à l'abri de tout reproche au point de vue théorique, présente, en pratique, une difficulté sérieuse, le lavage efficace et économique du protoxyde hydraté de manganèse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Utilisation des résidus de manganèse dans la métallurgie. — Les procédés divers de régénération du bioxyde de manganèse pourraient perdre une partie de leur importance, par suite de l'utilisation possible des oxydes artificiels de ce métal dans la production des fontes manganésées pour l'acier Bessemer. Déjà, en vue de cette application, M. Kuhlmann a installé, dans ses usines, une méthode de traitement des résidus de la fabrication du chlore. Après avoir été neutralisés et dépouillés de leur fer par de la craie en poudre, ces résidus sont décomposés par la chaux. Le protoxyde mis en liberté est ensuite soumis à un lavage méthodique, puis égoutté, séché à l'air libre, et finalement calciné dans un four à réverbère.

Dans ce travail, il importe de n'employer que de la craie et de la chaux exemptes, le plus possible, de phosphates, parce que ceux-ci s'ajoutant aux phosphates renfermés dans les oxydes de manganèse naturels ne peuvent être que difficilement éliminés et, par suite, deviennent préjudiciables à la bonne qualité de l'acier.

Du reste, s'il se confirme, comme semblent le prouver quelques expériences en grand faites à l'usine de Terre-Noire et au chemin de fer du Nord, que le phosphore peut, à l'exclusion du charbon, jouer le même rôle que celui-ci, et donner de bons aciers, on aura beaucoup moins à se préoccuper de l'existence des phosphates dans l'oxyde de manganèse artificiel.

§ IV. — *Industrie de la potasse.*

Sels de Stassfürt et de Kalusz. — Dans l'industrie de la potasse, le progrès le plus important à signaler, c'est le développement considérable qu'a pris l'exploitation des sels de Stassfürt, étendue, dans ces dernières années, à la couche salifère de Kalusz, en Galicie. Voici des nombres extraits du catalogue officiel, rédigé avec soin par la Commission de l'Exposition allemande.

En 1861, la première fabrique, fondée par le docteur Frank fournit, en sel brut de potasse (sel de déblai), 2 360 tonnes. En 1862, quatre fabriques préparèrent 20 400 tonnes. En 1867, il y avait seize fabriques produisant annuellement 167 500 tonnes. Enfin, dans l'année 1872, la production de trente-trois fabriques a atteint le chiffre énorme de 514 200 tonnes. L'industrie de Stassfürt et de Leopoldshall emploie actuellement 4 100 ouvriers, dont 1 100 mineurs, et 1 500 chevaux-vapeur pour la force motrice ou le chauffage des dissolutions. Les produits manufacturés principaux sont : le chlorure de potassium, dont la teneur varie de 98 à 80 pour 100, et dont la production, en 1872,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'est élevée à 50 000 tonnes ; les engrais potassiques plus ou moins mélangés de sulfate de magnésie et de sel marin, dont la fabrication, créée en quelque sorte par l'industrie de Stassfürt, a atteint 62 500 tonnes; le sulfate de soude (7 500 tonnes) obtenu par la double décomposition du chlorure de sodium et du sulfate de magnésie, à une basse température, par le procédé Balard; environ 19 000 tonnes de sulfate de magnésie brut ou cristallisé et de chlorure de magnésium ; un peu d'acide borique extrait de la boracite, et enfin 35 000 kilog. de brome. Ce dernier, qui, en 1865, n'était employé que dans un but exclusivement scientifique et coûtait environ 60 fr. le kilog., est devenu un article presque courant à l'état de composés bromés pour les besoins de la médecine et des arts, et ne coûte plus aujourd'hui que 12 fr. le kilog. Il faut remarquer aussi que le prix des chlorures de potassium, qui était, au commencement de la fabrication, de 25 à 30 fr. les 100 kilog., n'est plus, maintenant, que de 10 à 12 francs.

De l'immense production de l'industrie de Stassfürt, l'Allemagne ne consomme que 30 pour 100 environ, et exporte les 70 pour 100 restants, plus particulièrement en Angleterre, en France, en Belgique et aux États-Unis.

Les produits naturels ou élaborés des mines et des fabriques de Stassfürt, Leopoldshall et de Kalusz étaient représentés, à l'Exposition, par de nombreux et beaux échantillons, tous de nature à donner une haute idée de la richesse de ces mines et des méthodes de séparation appliquées dans ces fabriques. Cependant il reste encore des progrès importants à réaliser dans la conversion économique du chlorure de potassium en carbonate de potasse. Cette conversion se fait par le procédé Leblanc, avec quelques précautions de détails que les fabricants tiennent secrètes ; mais, en France comme à l'étranger, elle ne donne pas, sans difficultés, des rendements aussi satisfaisants que la transformation correspondante du chlorure de sodium en carbonate de soude.

A côté de la colossale production des sels minéraux de potasse, les autres sources de cet alcali ne présentent qu'un intérêt secondaire. Il en est une, pourtant, les *salins*, provenant de l'évaporation des vinasses de betteraves, dont l'importance croît avec le développement de la production du sucre. Depuis 1865, cette production a doublé en Europe (1), et la quantité de

(1) En 1865, la production du sucre de betteraves a été de 550 000 tonnes environ ; elle s'est élevée à 1 140 000 tonnes dans la campagne de 1872-73 : la France seule entrant dans cette somme pour le chiffre de 408 000 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sels de potasse, carbonate, chlorure et sulfate qu'elle fournit aux arts dépasse actuellement 20 000 tonnes. Elle atteindra, dans un avenir peu éloigné, la production de la potasse par les cendres de végétaux, laquelle, du reste, ne peut que diminuer avec la cherté croissante des bois.

Sels de potasse des eaux mères de la Méditerranée. — Comme source minérale de potasse, et avant la découverte des gisements allemands, l'on exploitait déjà, comme on sait, les eaux mères des salines sur les bords de la Méditerranée. Les belles recherches de M. Balard et les travaux persévérants de M. Merle et de ses collaborateurs avaient assuré, sur le salin de Giraud à la Camargue, le succès de l'industrie des eaux mères, lorsque ce succès se trouva tout à coup compromis par la découverte des gisements de Stassfürt.

La nature, en effet, avait réalisé à Stassfürt l'immense travail de concentration des masses d'eaux salines que l'on devait mettre en mouvement à l'usine Giraud pour obtenir des dépôts semblables. Mais M. Merle et ses collaborateurs ne se laissèrent pas abattre par cette concurrence si inattendue et si écrasante. Ils redoublèrent d'efforts pour améliorer les conditions de la fabrication. Des procédés nouveaux pour l'extraction du chlorure de potassium furent imaginés ; on s'affranchit des dépenses de concentration à feu nu et des inconvénients que cette opération entraîne ; on parvint à supprimer presque complétement la main-d'œuvre par la création d'appareils mécaniques aussi ingénieux que puissants. Enfin, aujourd'hui, après dix années d'études et d'efforts, l'industrie des eaux mères, à la Camargue, paraît établie dans des conditions qui permettent à M. Merle et Cie de soutenir la concurrence avec les chlorures prussiens.

En considération des nombreux et incessants efforts de M. Merle pour créer, améliorer des industries nouvelles, ou développer toutes les parties de sa fabrication, le jury lui a décerné un grand diplôme d'honneur.

§ V. — *Industrie de l'iode.*

Depuis 1867, les fabricants se sont surtout préoccupés de trouver les moyens d'accroître la richesse des soudes brutes provenant de l'incinération des varechs, et de rendre plus économiques ou plus salubres les procédés d'extraction de l'iode et du brome. Sous ce double rapport, on doit citer les efforts persévérants de M. Cournerie à Cherbourg, et de M. Tissier au Conquet.

L'incinération des soudes brutes de varechs, telle qu'elle se pratique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aujourd'hui d'une manière à peu près exclusive, prête beaucoup à la falsification, et donne lieu à une notable déperdition d'iode. Aussi a-t-on essayé, en France comme en Angleterre, de substituer, au mode d'incinération pratiqué, la distillation en vase clos, à une température insuffisante pour volatiliser l'iode, avec production de gaz combustibles et de matières goudronneuses susceptibles d'être utilisées. Dans le Finistère et le Morbihan en particulier, on a construit, en 1869 et en 1872, des fours clos et continus pour distiller les goëmons secs, et d'autres fours à calcination également continue, semblables à des fours coulants à chaux pour utiliser les goëmons verts pendant toute l'année. Mais ces tentatives ne peuvent être encore considérées que comme un pas vers la solution du problème de la production économique des soudes de varechs. Sur plusieurs points de nos côtes, en effet, durant l'hiver, les tempêtes apportent fréquemment, de la haute mer, des masses considérables de varechs dits d'*échouage*, les plus riches en iode, et ces richesses, faute de moyens faciles et économiques pour les utiliser, ne peuvent être recueillies avant que le flot les ait remportées ou qu'elles aient été détruites par la putréfaction sur les grèves.

Dans le traitement des soudes brutes de varechs, on s'est appliqué à perfectionner les appareils d'extraction de l'iode, parce que, depuis l'abaissement considérable du prix des chlorures de potassium, celui de l'iode, par une conséquence naturelle, a dû sensiblement s'élever. Dans quelques usines, on a essayé de nouveau, mais sans succès, de supprimer l'emploi, toujours délicat et non sans inconvénient au point de vue de la salubrité, du chlore gazeux. Les autres oxydants par lesquels on a voulu remplacer ce gaz ont donné des rendements moins satisfaisants ; et en somme, aujourd'hui, le procédé par le chlore gazeux, tel qu'il a été appliqué, pour la première fois, en 1834, par M. Cournerie, est encore celui auquel on donne la préférence.

Les neuf usines, composant l'union française des fabricants d'iode et des autres produits extraits des varechs, emploient, annuellement, 12 000 tonnes de soude, ou plus exactement de *potasses* brutes, provenant de l'incinération de 204 000 tonnes de varechs verts, lesquels représentent le travail de plus de 10 000 personnes employées à ramasser, cueillir, sécher et incinérer ces varechs.

Les produits principaux des usines sont : 50 000 kilog. d'iode pur, dont les deux tiers sont vendus à l'état d'iodure de potassium ; 4 000 kilog. de brome, dont la presque totalité est transformée en bromure ; 2 000 000 kilog. de chlorure de potassium ; 2 400 000 kilog. de salpêtre provenant de la trans-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

formation directe et de la conversion de ce chlorure; 720 000 kilog. de sulfate de potasse, et, enfin, 1 800 000 kilog. de sel marin, sans parler des quelques millions de marcs ou résidus fournis à l'agriculture comme engrais.

Avec la France, l'Angleterre est le seul pays de l'Europe qui livre de l'iode au commerce. Sa production annuelle, de 60 000 kilog. environ, est supérieure à celle de la France, surtout à cause de la richesse plus grande de ses goëmons.

Quant à l'extraction de l'iode des eaux mères provenant du raffinage du nitrate de soude du Chili, elle n'a pas tenu les espérances que l'on avait conçues, et cette source nouvelle d'iode n'a fourni, jusqu'à ce jour, que des quantités insignifiantes de ce corps, un à deux milliers de kilogrammes environ.

Dans les autres industries des grands produits chimiques, alun, chromates, céruse, prussiates, acides nitrique, carbonique, oxalique, tartrique, etc., très-imparfaitement représentées, d'ailleurs, dans la section française, il a pu se produire quelques améliorations depuis 1867, mais aucune assez saillante pour avoir fixé l'attention du jury.

Nous avons remarqué, pourtant, les beaux prussiates et tartrates de l'Autriche, les grands blocs d'alun de M. de Lamine (Belgique), obtenus par la sulfatisation artificielle des schistes alumineux des anciennes *terrisses* de Saint-Nicolas, enfin de superbes échantillons d'alun fabriqué avec de l'alumine extraite d'un phosphate naturel, récemment découvert aux Indes occidentales, mais sur lequel nous n'avons pu obtenir de renseignements suffisants pour juger de l'importance de son gisement ou de son exploitation, comme source nouvelle d'acide phosphorique et d'alumine.

Relativement à la fabrication des eaux gazeuses, je ne puis passer sous silence, à côté des appareils à fabrication continue et à compression mécanique de MM. Hermann Lachapelle et Cazaubon, les appareils de M. J. Matheus, très-grand fabricant de New-York, qui étaient exposés pour la première fois en Europe. Ces appareils, qui ont été en Amérique l'objet de rapports les plus favorables, n'avaient, en réalité, de remarquable que la grandeur de leurs dimensions et le luxe de leur construction. Ils sont à pression climique, avec deux cylindres saturateurs fixes, et ne peuvent donner qu'une eau irrégulièrement saturée, suivant les époques du tirage. Ils présentent, en outre, tous les dangers qu'on a justement reprochés aux producteurs dans lesquels se développe une pression qui n'est guère moindre, à chaque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

opération, de 7 à 8 atmosphères. Enfin ils rappellent complétement le modèle d'appareils de même nature qui fut exposé, à Londres, en 1862, par M. Berjot, pharmacien, à Caen.

Je terminerai en citant le modèle d'un appareil perfectionné par M. Van Hœcht, de Bruxelles, pour l'application du sulfure de carbone à l'extraction des matières grasses des déchets de toute nature. Dans les anciens appareils construits par M. Deiss en 1856, les ouvriers opéraient le chargement et le déchargement à la pelle, et se trouvaient ainsi exposés à respirer trop longtemps les vapeurs chaudes et malsaines qui se dégageaient des résidus traités. M. Van Hœcht s'est attaché à perfectionner le mode d'extraction au triple point de vue de l'économie, de la salubrité, et des dangers résultant de l'extrême inflammabilité du sulfure de carbone. Avec le nouvel appareil, cet industriel a traité, dans son usine de Bruxelles, pendant les trois dernières années, environ 9 000 000 kilog. de déchets gras de toute espèce, et en a retiré plus de 1 000 000 kilog. de graisse. Un appareil du même système, capable de travailler journellement 1 2000 kilog. de matières grasses, fonctionne dans le grand établissement de peignage et lavage de laines de MM. Isaac Holden et fils, à Croix, près de Roubaix.

VITICULTURE.

MÉMOIRE SUR LES MOYENS DE COMBATTRE L'INVASION DU PHYLLOXERA, PAR M. DUMAS.

« La marche envahissante du Phylloxera et le peu de succès obtenu jusqu'ici par l'application des moyens employés pour s'y opposer excitent les craintes les plus vives parmi les propriétaires de vignobles. On fait parvenir à l'Académie ou à quelques-uns de ses membres des questions incessantes pour obtenir l'indication d'un remède à ce grand mal ou du moins une appréciation de la valeur des procédés proposés par diverses personnes. Ces circonstances m'ont décidé à présenter à la Société d'agriculture et me déterminent à communiquer à l'Académie, non le résultat d'expériences qui ne seront terminées que dans quelques mois, mais l'expression de mon sentiment personnel. Je suis convaincu, en l'état des études qui s'accomplissent, que l'invasion du Phylloxera sera maîtrisée, qu'il n'y a pas lieu de désespérer de nos vignobles, mais qu'il faut, pour venir à bout de leur ennemi, une action d'ensemble qu'il eût été utile de concerter plus tôt, mais qu'il faut, du moins, concerter cette année. Pour faciliter les études préparatoires nécessaires, je soumets à l'Académie des appareils et des mé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

thodes que chacun pourra mettre à profit pour apprécier les moyens de destruction annoncés chaque jour comme propres à combattre le fléau.

« Le Phylloxera a deux existences : l'une souterraine, sous forme aptère, infiniment nuisible, pendant laquelle il semble possible de l'atteindre, puisqu'il est fixé sur les racines de la vigne ; l'autre aérienne, sous forme ailée, où il est à peu près insaisissable, et pendant laquelle, d'ailleurs, son action consiste plutôt à préparer un nouveau champ d'exploitation pour les générations futures de sa race qu'à faire œuvre malfaisante par lui-même.

« C'est donc à poursuivre le Phylloxera dans les profondeurs du sol qu'il convient de s'appliquer.

« Les moyens qui se présentent à l'esprit dans ces conditions et d'après les résultats acquis se réduisent à trois : le noyer, l'ensabler, l'empoisonner.

« Pour noyer le Phylloxera, il faut avoir à sa disposition de grandes masses d'eau, et il suffit, lorsqu'on est favorisé sous ce rapport, de mettre à profit les indications de M. L. Faucon.

« S'il s'agissait de l'ensabler, les résultats positifs que M. Lichstenstein signale aujourd'hui même pourraient rendre inutiles les considérations que je regardais comme opportunes sur ce sujet.

« Je retiens, cependant, le conseil que j'adressais aux propriétaires de vignes voisins des contrées que le Phylloxera occupe : enfouir au pied de chaque cep, dans une cavité creusée exprès et traversée par des racines, quelques litres de sable pur où puissent se développer des radicelles, qui seront ainsi mises à l'abri du Phylloxera. La vigne résistera à leur aide et donnera au vigneron le temps nécessaire pour attendre les remèdes qui lui seront conseillés plus tard et pour les appliquer.

« Quand on se propose d'empoisonner le Phylloxera, on est conduit à opérer, au moyen de gaz dont la formation serait provoquée sur place, à proximité des racines, ou par des vapeurs lourdes que leur densité permettrait d'y amener spontanément.

« *Sulfhydrate d'ammoniaque.* — L'hydrogène sulfuré, dont la densité diffère peu de celle de l'air, l'ammoniaque, qui est plus légère que l'air, sont les deux gaz qu'on a essayé de faire naître à proximité des racines. Ces deux gaz, pris séparément, peuvent, surtout le premier, exercer sur le Phylloxera une action toxique ; mais, tandis que séparés ils sont peu propices, en raison de leur légèreté spécifique, leur réunion, qui donne naissance au sulfhydrate d'ammoniaque, mérite une attention spéciale. Il y a longtemps que j'ai constaté que les remèdes auxquels on a reconnu quelque efficacité, vidanges, eaux du gaz, sulfures, contiennent ou font naître du sulfhydrate d'ammoniaque. J'ai donc conseillé d'essayer et je conseille maintenant d'employer le sulfhydrate d'ammoniaque. Lorsqu'on l'obtient par l'action réciproque du sulfure de potassium et du sulfate d'ammoniaque, il faut les mélanger à équivalents égaux, c'est-à-dire 55 de sulfure de potassium pour 66 de sulfate d'ammoniaque réels. En raison

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'action oxydante que l'air exerce sur le sulfure de potassium, il est bon de mettre ce dernier en léger excès, ainsi que l'indique M. Marès.

« Le mélange contient alors la potasse et l'azote, éléments nutritifs pour la vigne, le soufre, dont l'action tonique sur ce végétal est bien connue, et il produit, peu à peu, du sulfhydrate d'ammoniaque dont la vapeur est assez lourde pour rester dans les fissures du sol, assez soluble et même assez déliquescente pour les imprégner, et trop vénéneuse pour que le Phylloxera puisse en être entouré impunément.

« Cependant, si les conditions économiques le rendent nécessaire, le sulfure de sodium, à la dose de 39 de sulfure pour 66 de sulfate d'ammoniaque, pourra être utilisé de la même manière, et l'on devra même essayer les sulfures de calcium et de baryum en quantités proportionnelles.

« Faisant abstraction de l'azote et de la potasse, toujours indispensables dans les engrais qu'on emploie pour la culture de la vigne, ce que je conseille consiste donc à produire lentement du *sulfhydrate d'ammoniaque* près des racines au moyen d'un sulfure alcalin mêlé au sulfate d'ammoniaque, à équivalents égaux, non comme aliment pour la vigne, mais comme poison pour le Phylloxera.

« *Sulfure de carbone.* — Parmi les vapeurs qui tuent les insectes, le sulfure de carbone, d'un usage habituel dans les laboratoires de Zoologie, avait naturellement fixé l'attention de notre confrère, M. le baron Thénard. Les essais auxquels on s'est livré sur ses indications auraient réussi, je n'en doute pas, si l'on avait tenu compte des considérations suivantes.

« La densité de la vapeur du sulfure de carbone était au moins triple de celle de l'air, elle s'écoule le long des fissures du sol et peut atteindre les racines les plus profondes. Son point d'ébullition étant placé à 48 degrés, sa tension est considérable ; il s'évapore très-rapidement à la température ordinaire, et surtout dans un sol échauffé par le soleil du Midi en été. En faisant couler du sulfure de carbone dans des trous pratiqués autour d'un cep de vigne, on obtient donc une production instantanée de vapeurs toxiques trop abondantes, pouvant nuire à la fois à l'insecte et à la vigne, et dont l'effet trop peu durable ne préviendrait pas un retour offensif de la part des Phylloxeras du voisinage.

« Il y aurait profit à diminuer la volatilité du sulfure de carbone et à rendre ainsi son action, à la fois, plus lente et plus durable. Or il n'est pas difficile d'y parvenir, comme je l'ai indiqué depuis longtemps à mes collègues de la Commission ou aux personnes que la question intéresse.

« Le sulfure de carbone s'unit aux huiles, aux graisses, aux résines, aux goudrons, aux savons. Allié à ces substances, et spécialement aux savons huileux ou résineux à base de potasse, il peut perdre une partie si importante de sa tension que le danger de son maniement diminue et qu'au lieu de se dissiper en vapeurs, en quelques minutes, il exige des journées pour disparaître. Il sera donc possible, à l'aide de quelques tâton-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nements, de saisir la limite où il est encore mortel pour le Phylloxera et où il n'est plus nuisible à la vigne.

« Il ne suffit pas de tuer l'insecte, il faut, avant tout, respecter la vigne. Tuer l'insecte n'est pas difficile, les moyens toxiques abondent ; mais, avant d'en conseiller l'emploi, il convient de s'assurer que la vigne n'en souffrira pas.

« Je conseille donc aux personnes qui veulent essayer d'attaquer le Phylloxera au moyen de vapeurs toxiques de faire d'abord tous les essais nécessaires pour s'assurer que ces vapeurs ne nuisent pas aux plantes et spécialement à la vigne.

« L'Académie permettra que j'entre dans quelques détails pour faire comprendre ma pensée.

« Lorsqu'on a essayé de mettre en pratique le procédé conseillé par notre confrère M. Thénard, on a percé trois trous autour d'un cep de vigne, et dans chacun d'eux on a fait couler 50 grammes de sulfure de carbone, par-dessus lesquels on a tamponné la cavité. Or, en fournissant 150 grammes de sulfure de carbone par cep, on développait presque instantanément environ 50 litres de sulfure de carbone en vapeur; comme les racines de la vigne se répandent dans un espace de 1 mètre cube à peu près, et que le vide de ce sol représente 350 litres, l'atmosphère entourant les racines se composait, dès que le sulfure de carbone avait fourni sa vapeur, de 6 volumes d'air pour 1 volume de sulfure de carbone, c'est-à-dire de 300 litres de l'un et de 50 de l'autre.

« Qu'un tel mélange ait tué les Phylloxeras, cela ne saurait surprendre ; mais que la vigne en ait été réellement offensée elle-même, on pouvait peut-être s'y attendre. En tous cas, on va voir combien la dose était exagérée.

« Nous n'avons pas le *Phylloxera vastatrix* à Paris ; j'ai donc employé d'autres insectes, mais en les variant, les résultats ont été assez conformes pour que l'on ait le droit de les considérer comme applicables à l'ennemi de la vigne.

« 1° Dans un mélange contenant 9 d'air et 1 de vapeur de sulfure de carbone, les mouches sont tuées en trente secondes.

« 2° Avec 24 d'air et 1 de sulfure, une minute suffit.

« 3° Avec 33 d'air et 1 de sulfure, elles succombent au bout de deux minutes et demie.

« 4° Avec 75 d'air et 1 de sulfure, elles essayent de voler, retombent sur le dos et périssent après sept ou huit minutes.

« 5° Avec 114 d'air et 1 de sulfure, elles sont très-affaiblies dès les premières minutes, et mortes au bout d'une demi-heure.

« 6° Avec 254 d'air et 1 de sulfure de carbone, les mouches essayent de voler, mais battent des ailes, s'assoupissent dans une sorte de coma, et se laissent tomber mortes, au bout de cinq quarts d'heure.

« On voit que nous sommes loin de ce mélange de 1 de vapeur de sulfure de carbone et 6 d'air essayé d'abord, et qu'après l'avoir délayé de quarante fois son volume d'air ordinaire il reste encore beaucoup trop meurtrier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

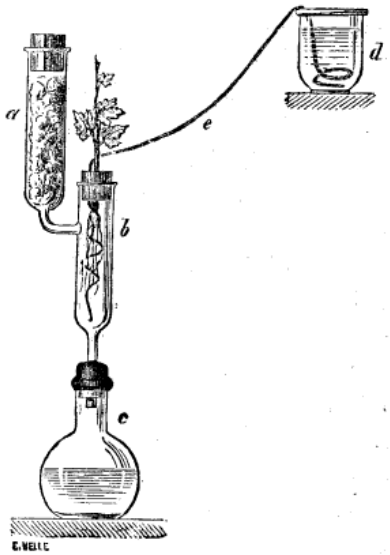
« Il n'est pas nécessaire, en effet, de tuer le Phylloxera en une heure, pourvu qu'on le tue. Je suis convaincu qu'on pourrait délayer bien davantage l'atmosphère empoisonnée et qu'elle conserverait assez d'activité pour faire périr le Phylloxera en vingt-quatre heures, par exemple. Avec de telles précautions, la vigne pourrait lui résister, si j'en juge par comparaison.

« *Necator*. — Il était donc nécessaire d'avoir un moyen prompt et sûr de soumettre à des essais réguliers les substances toxiques volatiles proposées pour faire périr le Phylloxera. C'est ainsi que j'ai été conduit à disposer l'instrument que je mets sous les yeux de l'Académie. Il se compose de deux larges tubes parallèles communiquant entre eux par un tube plus étroit. Le plus élevé contient quelques bourres de coton, l'autre renferme les insectes sur lesquels on veut éprouver l'effet d'une substance toxique donnée. On ferme l'ouverture supérieure du tube qui contient les insectes, on verse dans l'autre quelques gouttes du liquide, objet de l'expérience, et l'on observe les effets de la vapeur qui, en raison de sa densité, s'écoule et descend dans l'espace occupé par les insectes.

Fig. 1.



Fig. 2.



« Si l'on verse une seule goutte de sulfure de carbone dans le tube supérieur *a* (*fig.* 1), les mouches que le tube inférieur *b* contient manifestent bientôt leur malaise, mais ne sont mortes qu'au bout d'un quart d'heure ou vingt minutes. Ce temps paraît nécessaire pour que le mélange d'air et de vapeur qui s'écoule dans l'instrument se soit réglé ; mais dès lors, si on laisse tomber une mouche dans le tube inférieur, elle est foudroyée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« M. Rommier, qui a fait, dans le laboratoire hospitalier de notre confrère M. Thénard, une étude sérieuse des alcalis du goudron de houille, a bien voulu se mettre à la disposition de la Commission et préparer pour les expériences qu'elle poursuit une quantité considérable de ces matières, voisines de l'ammoniaque par leurs propriétés chimiques et par leur innocuité sur les plantes, mais très-vénéneuses pourtant à l'égard des animaux.

« Dix gouttes des alcalis du goudron étant versées dans l'appareil, les mouches succombent au bout de deux heures. Ces alcalis sont donc toxiques, mais moins actifs que le sulfure de carbone.

« Parmi les autres corps capables de fournir des vapeurs denses que j'ai été conduit à essayer, je me borne à signaler le pétrole.

« Les habitants du Midi l'emploient déjà avec succès pour se débarrasser des insectes, et l'ensemble de ses propriétés l'indique comme pouvant être mieux toléré par la vigne que les autres carbures huileux. Lorsque j'entretenais de cet objet la Société centrale d'agriculture, notre confrère M. Boussingault nous fit connaître que ses souvenirs venaient confirmer mes prévisions, et qu'en effet, à Lobsann, dans sa propriété, où l'on exploite une mine de bitume, le sable bitumineux ne paraît point nuire à la végétation.

« Dix gouttes d'huile de pétrole dans l'appareil ont fait un peu moins d'effet que la même quantité des alcalis du gaz de la houille. Au bout de deux heures, les mouches tombées dans un profond engourdissement n'étaient pas tout à fait mortes; elles n'ont pas tardé à succomber.

« Ainsi, le sulfure de carbone est de beaucoup le plus actif des trois liquides ; viennent ensuite les alcalis de la houille, le pétrole, etc.

« Je ne mentionne qu'en passant le chloroforme, l'éther sulfurique, les éthers des alcools condensés. Tous ces corps agissent avec plus ou moins de promptitude et à doses plus ou moins élevées. Il ne peut en être question. Toutefois, le mercaptan mériterait une étude spéciale.

« Le petit appareil que je place sous les yeux de l'Académie n'a pas seulement pour objet de mettre l'observateur en mesure de reconnaître quelles substances volatiles agissent sur le Phylloxera et à quelles doses il est nécessaire et suffisant d'en faire emploi : il peut également donner le moyen d'étudier sur les plantes l'action de ces mêmes substances.

« Que l'on dispose, en effet (*fig.* 2), une plante dont les racines plongeant dans le tube inférieur *b* y soient lubrifiées par un filet d'eau transmis par quelques brins de fil *e* faisant siphon, tandis que les feuilles sont exposées à l'air libre, les vapeurs circuleront autour des racines pendant tout le temps nécessaire ; on pourra s'assurer si la plante résiste, si elle souffre, enfin si elle meurt.

« Lorsqu'une plante sera incapable de résister à l'action des vapeurs, soit à cause de leur nature propre, soit en raison de leur quantité, le procédé devra être rejeté ou modifié.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« *Sulfocarbonates alcalins.* — Il m'a semblé qu'on pouvait trouver une substance chimique propre à favoriser la végétation de la vigne et capable de fournir peu à peu le poison au Phylloxera. Les sulfocarbonates de potassium ou de sodium sont dans ce cas.

« Ces sels sont formés de sulfures de potassium ou de sodium, unis au sulfure de carbone.

« Ils attirent vivement l'humidité de l'air : le sel de potassium, surtout, qui est déliquescent au plus haut degré.

« Mis en contact avec un acide, en présence de l'eau, ils abandonnent instantanément de l'hydrogène sulfuré et du sulfure de carbone.

« L'alun exerce sur eux la même réaction, et il suffit de broyer l'un de ces sels avec un peu d'alun, pour voir apparaître l'hydrogène sulfuré et le sulfure de carbone.

« L'acide carbonique lui-même décompose les sulfocarbonates alcalins et donne naissance à des carbonates, en dégageant de l'hydrogène sulfuré et du sulfure de carbone.

« Le sulfocarbonate de potassium présente donc un ensemble de propriétés remarquables, au point de vue qui nous occupe. Il est déliquescent et, par conséquent, il pourra se maintenir dans le sol et se glisser partout sous forme liquide. S'il rencontre de l'acide carbonique, il produira autour de lui une atmosphère renfermant de l'hydrogène sulfuré et du sulfure de carbone. La respiration même du Phylloxera, source d'acide carbonique, déterminera, au besoin, l'apparition de deux poisons capables de le faire périr, l'insecte devenant ainsi l'agent de sa propre destruction. Ce sel offre le sulfure de carbone sous forme solide, non inflammable, point volatil, par conséquent transportable et maniable, et ne reprenant ses qualités propres qu'au moment où il y a lieu de les mettre à profit.

« Enfin le sulfocarbonate de potassium, par la potasse qu'il forme en se décomposant, portera à la vigne un des éléments qui lui sont le plus nécessaires.

« Quant à présent, la préparation du sulfocarbonate de potassium est une opération de laboratoire ; mais, si des essais, qui sont en cours d'exécution, étaient favorables, il est permis d'espérer qu'un produit qu'on peut obtenir avec du charbon, du soufre et et de la potasse ne serait ni trop difficile à réaliser par l'industrie, ni trop cher.

« En résumé :

« Le *sulfhydrate d'ammoniaque*, engendré lentement sous terre, au voisinage des racines de la vigne, constitue le poison le plus sûr pour atteindre le Phylloxera sans nuire à la vigne. On l'obtient en mêlant, sur place, des équivalents égaux d'un sulfure alcalin et de sulfate d'ammoniaque.

« Le *sulfure de carbone* fournit des vapeurs d'une incontestable efficacité, dont il est indispensable, toutefois, de modérer la production, en associant à cette substance des matières qui en diminuent la tension, et spécialement des savons résineux ou hui-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leux à base de potasse, dont l'action nuisible au Phylloxera serait mise à profit dans les moments pluvieux, le sulfure de carbone ayant agi lui-même par les temps secs.

« Le *sulfocarbonate de potassium*, enfin, offre un ensemble de propriétés faites pour attirer l'attention particulière des personnes qui demandent aux agents chimiques des moyens de destruction pour le Phylloxera.

« Mais je considère comme un devoir de signaler à la vigilance des propriétaires de vigne et à celle de l'autorité la recherche et la destruction de tout cep sur lequel se manifestent des signes de la présence du Phylloxera. Lorsque la maladie est à son début, il est très difficile de s'en apercevoir, puisque l'insecte est sous terre ; mais, dès que des signes extérieurs en manifestent la présence sur un seul cep, ceux qui l'entourent sont déjà atteints, et la nécessité d'arracher et de brûler sur place le cep malade et ceux dont il est environné est évidente. Cette opération sera suivie de l'empoisonnement du sol que les ceps détruits occupaient.

« La police des vignobles aurait dû être effectuée avec cette rigueur qui a préservé notre pays de l'extension et des ravages de la peste bovine. Le Phylloxera sera dompté, dès qu'on sera bien convaincu qu'il s'agit d'une peste animale, et qu'on se décidera à mettre à profit, à cette occasion, les principes adoptés aujourd'hui pour la surveillance des épizooties.

« Je me résume dans les conclusions suivantes :

« *Comme moyen préventif*, dans les pays sains, où la maladie débute, détruire par mesure de police tout cep malade et ceux qui l'entourent ; empoisonner le sol qu'ils occupaient.

« *Comme moyen répressif*, dans les pays envahis, employer simultanément les engrais pour fortifier la vigne et les poisons pour tuer le Phylloxera.

« *Comme précaution d'avenir*, ne planter, pour le moment, des vignes nouvelles de races françaises que dans les terrains susceptibles d'être inondés et propres à l'application du procédé de M. Faucon, ou dans des terrains sablonneux naturels ou artificiels dont l'immunité, signalée par les membres du comice de l'Hérault, confirmée par un des délégués de l'Académie, M. Duclaux, est constatée aujourd'hui dans le Midi ; à l'Est, en Camargue, et sur beaucoup d'autres points en remontant le Rhône ; à l'Ouest, dans le Bordelais, etc.

« Surtout, ne pas désespérer des vignes françaises et rester convaincu que, dès qu'on regardera le Phylloxera comme la seule cause de la maladie et qu'on l'attaquera franchement, systématiquement et partout à la fois, par les moyens culturaux, par les agents chimiques et par les mesures administratives, on en aura raison. »

M. Bouley appelle l'attention de l'Académie sur les mesures administratives proposées par M. Dumas pour combattre l'envahissement du Phylloxera.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« M. Dumas vient de faire allusion aux procédés énergiques à l'aide desquels nous sommes parvenus à éteindre en France la peste bovine, et il a dit, avec une grande raison, qu'il faudrait recourir à des procédés analogues pour prévenir les ravages du Phylloxera, lorsqu'il fait son apparition dans une localité. Je ne puis que partager absolument sa manière de voir ; mais il paraît que, dans l'état actuel de notre législation, l'autorité publique n'est pas armée des moyens suffisants pour faire l'application au Phylloxera des procédés sommaires qui réussirent si bien contre la peste bovine. C'est, au moins, ce qui paraît ressortir d'un fait que M. Heuzé a fait connaître, récemment, à la Société centrale d'agriculture, à la suite de la Communication de M. Dumas. D'après ce que M. Heuzé a rapporté, le Phylloxera vient d'apparaître en Corse, où il n'occupe encore que la superficie d'un hectare. Le préfet de ce département a voulu étouffer le mal sur place, en détruisant les vignes envahies ; mais il a rencontré la résistance obstinée du propriétaire de ces vignes qui s'est refusé absolument à les laisser détruire, malgré la juste et préalable indemnité qu'on lui assurait. Ce propriétaire, paraît-il, ne veut pas être seul victime du fléau, et il lui semble équitable que les autres le subissent comme lui. Il ne faudra rien moins qu'une loi, votée d'urgence, pour venir à bout de cette mauvaise volonté singulière. L'Administration de l'agriculture l'a préparée. Aussi bien, du reste, c'est ce qu'il a fallu faire, en 1866, lorsque la peste bovine apparut sur notre frontière du Nord. Une loi fut proposée au Corps législatif et votée d'urgence, qui arma l'autorité publique des pouvoirs nécessaires pour faire abattre les bestiaux malades et contaminés, après fixation d'une indemnité préalable ; et, grâce à cette loi, le fléau put être étouffé aussitôt que naissant. Une loi semblable, appliquée aux ravages du Phylloxera, serait tout autant nécessaire pour vaincre les résistances qui peuvent s'opposer à l'application immédiate des mesures d'utilité publique. »

M. P. Thénard présente les observations suivantes au sujet de la Communication de M. Dumas, sur les moyens à tenter pour détruire le Phylloxera :

« Je demande la permission de revenir sur ce qui est propre à notre illustre Secrétaire perpétuel dans la remarquable Communication qu'il vient de faire à l'Académie.

« Il faut distinguer deux points :

« 1° Les agents destructeurs et l'action qu'ils exercent tout à la fois sur l'insecte et la vigne ;

« 2° Le mode si simple et si sûr qu'il vient d'indiquer pour étudier cette double action.

« Je suis le premier à reconnaître que le sulfure de carbone tel que je l'ai employé en 1869, dans les environs de Bordeaux, chez M. Chaigneau d'une part, et chez M. Cahussac de l'autre, tel aussi qu'il a été employé dans ces derniers temps par divers viticulteurs de Montpellier, présente les plus grands inconvénients ; car tantôt,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en respectant la vigne, il ne détruit qu'incomplétement l'insecte, comme il m'est arrivé chez M. Cahussac ; tantôt, en détruisant complétement l'insecte, il éprouve singulièrement la vigne, comme il m'est arrivé chez M. Chaigneau.

« Cependant j'insiste sur ce point : c'est que chez M. Chaigneau, non-seulement la meilleure part des ceps traités n'ont pas sensiblement souffert, et qu'une bonne partie de ceux qui, le surlendemain de l'expérience, paraissaient absolument morts se sont réveillés à la pousse d'août, c'est-à-dire un mois environ après l'expérience.

« Ainsi, le sulfure de carbone appliqué avec mesure détruit parfaitement l'insecte sans nuire à la vigne ; mais quelle est cette mesure ? C'est ce que nul, avant M. Dumas, n'avait cherché à déterminer, et ce qui devient facile et précis avec son appareil.

« Quant à la substitution des sulfocarbonates au sulfure de carbone, qu'il me soit permis de rappeler une expérience sur l'action lente, mais très-efficace, de certains poisons appliqués en agriculture.

« Il est des pays où il est impossible d'obtenir des colzas, parce qu'à la levée ils sont dévorés par l'altise.

« Il y a une vingtaine d'années, ayant eu gravement à souffrir dans mes cultures de cet inconvénient, je m'imaginai de semer en même temps que le colza un mélange de sciure de peuplier, additionnée de 4 à 5 p. 0/0 de goudron de houille non défloré. Quoique l'action vénéneuse du goudron soit loin d'être instantanée, le succès n'en fut pas moins si complet, que la méthode est devenue classique, surtout chez les maraîchers, qui, pour la levée des radis en primeurs, l'emploient très-fréquemment.

« Or, si j'en crois mon sentiment, les limites qui séparent la dose utile de la dose nuisible sont bien plus rapprochées pour le goudron de houille que pour le sulfure de carbone, c'est-à-dire que, si dans le goudron on ne tient compte que des agents vénéneux et de leur puissance, il en faudra plus pour tuer les insectes et moins pour tuer les plantes que de sulfure de carbone.

« Seulement les agents vénéneux du goudron, se présentant jusqu'ici sous une forme plus maniable, moins instantanée et plus économique, offraient, sur le sulfure de carbone, des avantages incontestables que M. Dumas vient de faire tourner au profit de ce dernier.

« Jusqu'ici, les recherches, à commencer par les miennes, ayant pour but la destruction du Phylloxera, étaient restées dans la voie d'un empirisme si incertain et obscur, que j'en étais arrivé à désespérer ; mais M. Dumas vient de me rendre tant de courage, que, bien qu'étant jusqu'ici affranchi de Phylloxeras, s'il lui plaisait d'opérer sur le terrain, afin de fixer pratiquement la dose de sulfocarbonate qui ne doit pas être dépassée, je mets à sa disposition et ma personne et mes cultures. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

GAZ D'ÉCLAIRAGE.

NOTE SUR LES ATELIERS DE LA COMPAGNIE PARISIENNE D'ÉCLAIRAGE PAR LE GAZ, ET SUR UN APPAREIL IMAGINÉ PAR CETTE COMPAGNIE POUR MESURER LA DÉFORMATION DES GROS TUYAUX DE CONDUITE EN TÔLE (1).

La Compagnie parisienne d'éclairage et chauffage par le gaz, fondée en 1855, par la réunion des diverses compagnies qui se partageaient avant cette époque l'éclairage de Paris, produit une quantité de gaz dépassant annuellement 140 millions de mètres cubes. La fabrication du gaz a lieu dans dix usines, qui alimentent à la fois Paris et les communes de la banlieue : ce sont les usines de la Villette, des Ternes, de Passy, Vaugirard, Ivry, Belleville, Saint-Mandé, Saint-Denis, Boulogne et Maisons-Alfort.

Le produit principal de la fabrication est le gaz d'éclairage. Il est obtenu soit dans des cornues à gaz ordinaires, soit dans les fours à coke brevetés de MM. Pauwels et Dubochet. Le coke provenant de la distillation de la houille, lorsqu'il provient des cornues, est employé pour le chauffage domestique parce qu'il est plus léger; le coke de four, au contraire, étant dur et très-dense, est vendu soit pour les chemins de fer, soit pour les industries métallurgiques.

La Compagnie possède, en outre, des usines dans lesquelles elle traite les sous-produits de la distillation, et des ateliers où sont préparés les appareils nécessaires soit à son exploitation, soit à l'utilisation de ses produits par l'industrie et le public.

C'est ainsi que le goudron et les eaux ammoniacales obtenues motivent une fabrication annexe, qui est venue s'ajouter à l'industrie principale; cette fabrication s'exécute dans une usine spéciale et dans des ateliers établis dans trois des principales usines à gaz.

La Compagnie fabrique elle-même, dans un atelier, à la Villette, les cornues et tous les produits réfractaires qu'elle emploie dans ses usines; l'installation de cet atelier lui permet d'obtenir ces produits en assez grande quantité pour être à même de livrer aux usines à gaz étrangères les pièces de fours dont elles peuvent avoir besoin.

Un atelier de chaudronnerie installé également à la Villette donne à la Compagnie le moyen d'établir elle-même les ouvrages en tôle de toutes dimensions qui entrent dans les constructions nécessaires à son exploitation, tels que cloches de gazomètres, réservoirs à eau et à goudron, condenseurs, etc.

(1) Cette note est extraite de la brochure qui accompagnait les produits envoyés, en 1873, par la Compagnie parisienne à l'Exposition universelle de Vienne (Autriche).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans un autre atelier, elle construit encore les machines à gaz qui, depuis plusieurs années, employées à divers usages par l'industrie parisienne, ont vulgarisé l'emploi du gaz comme force motrice, remplaçant avec avantage, dans certains cas, les machines à vapeur et toujours avec économie le travail manuel.

Enfin elle exécute elle-même la pose des conduites par lesquelles le gaz circule sous les voies publiques. Ces travaux ont une grande importance en raison des quantités considérables de gaz qu'exigent la consommation publique et les particuliers, et des sujétions imposées nécessairement à la Compagnie, dans une ville comme Paris, par la fréquentation exceptionnelle de certaines rues et par la présence des égouts, des conduites d'eau, etc., sous le sol des voies où les conduites de gaz doivent être placées. Pour satisfaire aux exigences du service qu'elle doit assurer, la Compagnie a dû imaginer des procédés nouveaux de pose et de raccordement, avoir recours à des conduites d'un diamètre inusité, employer des appareils, des robinets spéciaux, en un mot, faire face aux difficultés de ce service considérable, qui exige beaucoup de soins et d'attention, difficultés qu'elle n'a surmontées qu'au moyen de dispositions nouvelles, dont il lui a fallu étudier tous les détails théoriquement et expérimentalement avant de pouvoir les mettre en pratique.

Atelier de traitement des goudrons.

Le traitement des goudrons, dont la quantité distillée annuellement dépasse 25,000 tonnes, se fait dans l'usine centrale de la Villette, qui renferme des moteurs à vapeur d'une force totale de quatre-vingts chevaux environ et emploie d'ordinaire plus de cent vingt ouvriers. Cette usine, complétement modifiée dans les cinq dernières années, occupe une superficie de 5 hectares et demi. Les principaux produits qu'on y obtient sont :

Les *essences légères,* qui subissent dans un atelier spécial divers traitements, dont le but est d'obtenir les produits commerciaux connus sous les noms de *benzine* pour le dégraissage, l'application du caoutchouc, etc., d'*acide phénique* pour la préparation de l'acide picrique et la désinfection, de *benzole,* matière première de la fabrication de l'aniline.

Une fabrication nouvelle, celle de l'*anthracène,* produit employé à la préparation de l'alizarine artificielle, est venue aussi s'adjoindre, dans ces derniers temps, à celles que nous venons d'indiquer.

L'*huile lourde,* utilisée pour la conservation des bois, pour les peintures grossières et la fabrication du noir de fumée, peut être aussi avantageusement employée au chauffage des fours et des chaudières à vapeur.

Le *brai,* employé pour l'agglomération de la houille menue, la préparation du bitume factice, etc.

Enfin, pour utiliser un résidu presque sans valeur et toujours encombrant, produit en abondance par les usines à gaz, le poussier de coke, la Compagnie a installé tout

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

récemment un atelier spécial dans lequel on agglomère ce poussier au moyen du brai. Elle obtient de cette façon un combustible qui convient pour le chauffage des chaudières à vapeur et qui peut être mélangé, dans une certaine proportion, au coke servant au chauffage des fours à gaz.

Pour éviter les inconvénients qui auraient pu résulter du fonctionnement, dans l'intérieur de Paris, d'une industrie qui jusqu'ici n'avait pas été sans présenter des inconvénients pour le voisinage, on a dû apporter, dans ces derniers temps, surtout dans les diverses parties du travail, des améliorations importantes dont voici les principales :

Afin de rendre impossibles les causes d'infiltration dans le sol des produits huileux, dont l'effet était d'altérer la nature des eaux alimentant les puits des propriétés voisines, on emmagasine les goudrons et les huiles qui en proviennent dans de grands réservoirs en tôle placés en élévation sur des massifs en maçonnerie. Ces récipients sont, en outre, disposés de façon à permettre à leurs abords une surveillance facile, et à économiser aussi une grande partie des frais de main-d'œuvre lors des livraisons. Les huiles, reçues directement à la sortie des serpentins dans des bâches en tôle, sont envoyées, à l'aide de la pression d'air, dans les réservoirs qui servent à les emmagasiner. On supprime, par cette combinaison très-simple, un travail considérable, on évite les pertes et on se met à l'abri des causes d'incendie.

Une autre disposition spéciale a permis aussi d'éviter les émanations odorantes qui se produisaient autrefois pendant qu'on lâchait le brai dans les bassins de dépôt. Cette disposition, des plus simples et des plus pratiques, permet de distribuer journellement dans les fosses et à une distance de plus de 100 mètres, sans production de traces de vapeurs, une quantité de plus de 180 tonnes de brai.

Enfin, dans le travail de distillation prolongée du goudron fait en vue de produire l'anthracène, on a adapté aux chaudières un appareil agitateur d'une disposition spéciale, fonctionnant pendant la durée du travail. On est arrivé de cette façon à réduire, dans une forte proportion, les dépôts qui se forment dans le fond des chaudières.

Traitement des eaux ammoniacales.

Les eaux ammoniacales produites par la distillation de la houille sont traitées dans trois usines spéciales au moyen des appareils imaginés par M. Mallet (1). La quantité de produits ammoniacaux obtenus dans ces trois usines s'élève annuellement à 3,000 tonnes environ; ces produits sont :

(1) Nous avons déjà donné dans le cahier de janvier dernier, page 18, le traitement de l'usine de Vaugirard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le *sulfate d'ammoniaque* employé pour la fabrication de l'alun et par l'agriculture; son emploi, comme engrais, a pris surtout, depuis quatre à cinq ans, un développement très-considérable. L'azote assimilable par les plantes se trouve, dans le sulfate d'ammoniaque, à l'état fixe et n'est pas sujet, par conséquent, à se volatiliser et à se perdre comme celui du guano du Pérou et de toute matière fermentescible; ses effets sont moins rapides que ceux du guano, mais ils sont plus durables.

L'*alcali volatil* ou solution d'ammoniaque caustique dans l'eau, en usage pour la teinture, le dégraissage, les appareils frigorifiques du système Carré, etc.

L'introduction d'appareils spéciaux, combinés de façon à permettre d'envoyer les vapeurs qui se dégagent pendant le traitement des eaux ammoniacales dans des foyers attenants à de grandes cheminées, supprime tous les inconvénients longtemps redoutés par le voisinage, tout en améliorant les conditions générales de salubrité des ateliers où travaillent les ouvriers.

D'autres appareils nouveaux, manomètres et soupapes de sûreté, adaptés aux chaudières de distillation, permettent d'éviter les accidents qui s'étaient produits autrefois dans quelques usines, par suite de l'obstruction des conduites par les sels ammoniacaux.

Fabrication des produits réfractaires.

C'est encore à la Villette et à proximité du canal Saint-Denis et des chemins de fer de ceinture du Nord et de l'Est que sont centralisés les ateliers de fabrication des produits réfractaires.

Le travail du broyage et du mélange des terres et ciments, le pétrissage de la pâte, le transport à pied d'œuvre s'effectuent mécaniquement au moyen d'une machine à vapeur de quarante chevaux. Le façonnage des pièces, qui exige les plus grands soins, se fait seul à la main.

Les ateliers de fabrication où s'opère également le séchage des produits sont chauffés sans frais, tant par la chaleur perdue des fours de cuisson que par la vapeur d'échappement de la machine, circulant dans des tuyaux en fonte établis sur toute l'étendue des ateliers.

La cuisson a lieu dans des fours munis de deux ou de quatre foyers, chauffés au moyen du coke provenant de l'usine à gaz.

La quantité de cornues fabriquées annuellement s'élève à 3,000 environ. On produit, en outre, plus de 20,000 pièces diverses en composition extra-réfractaire pour le montage des fours (blocs, voussoirs d'une seule pièce, etc.), et un million de briques réfractaires.

Signalons, en outre, que la Compagnie a trouvé le moyen d'utiliser le mâchefer provenant des foyers des fours à gaz; elle le fait entrer dans une composition renfermant plus de moitié de son poids de cette matière, et obtient ainsi des matériaux très-durs pour le dallage des ateliers, écuries, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Appareil mesureur de la déformation des grosses conduites en tôle (*pl.* 13).

Par suite du développement de la consommation du gaz dans Paris et dans les communes voisines, la Compagnie a été amenée à établir une conduite de 1 mètre de diamètre sur une longueur de 1 kilomètre, entre l'usine de Saint-Mandé et la place du Trône. Jusqu'ici, les tuyaux de tôle bitumée, employés par elle pour les travaux de canalisation, n'avaient pas encore été appliqués à la pose d'une conduite de cette dimension. Il était donc intéressant de savoir comment des cylindres en tôle, de 1 mètre, établis dans des conditions économiques au point de vue de l'épaisseur, se comporteraient sous le sol des voies publiques, soumis à l'influence des pressions permanentes ou accidentelles qui tendent constamment à produire des déformations.

La Compagnie avait l'expérience des tuyaux de $0^m,70$, dont la déformation souvent constatée n'a jamais atteint de proportions nuisibles au service. Il suffisait donc de soumettre les tuyaux de 1 mètre aux charges qui produisent les déformations connues sur ceux de $0^m,70$, et d'observer l'influence de ces charges pour résoudre la question d'une manière pratique, les résultats du calcul paraissant incertains dans cette circonstance.

Voici, à cet égard, l'examen comparatif qui a été fait et l'appareil qui a été imaginé :

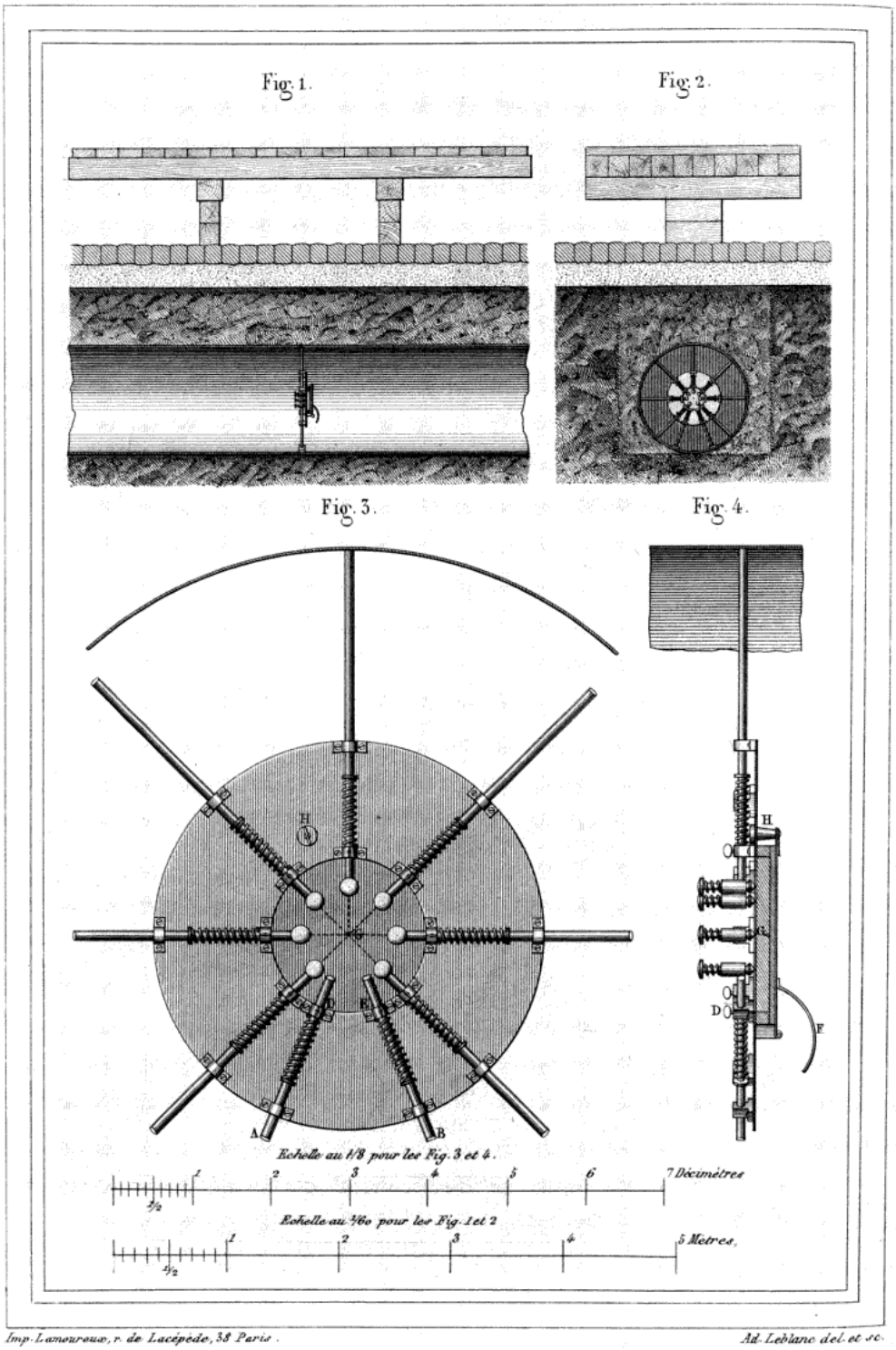
Un tuyau de $0^m,70$ ayant l'épaisseur ordinaire de $0^m,001$, et un tuyau de 1 mètre, d'une épaisseur de $0^m,005$, ont été établis en terre dans des conditions semblables et conformes au mode adopté pour la pose des conduites dans Paris. Les deux tranchées ont été creusées de telle sorte qu'un espace de $0^m,25$ restât libre entre la paroi du tuyau et celle de la tranchée, et que la hauteur du remblai au-dessus de chacun d'eux atteignît un mètre. C'est ce qu'indiquent les figures 1 et 2 de la planche 13, dont l'une est une coupe longitudinale, et l'autre une coupe transversale.

Les tuyaux de fabrication ordinaire ont une longueur de 4 mètres. Afin de répartir la charge sur une surface plus considérable, on a porté à 6 mètres la longueur des tuyaux soumis aux expériences; en outre, on leur a conservé une extrémité libre pour permettre l'accès à l'intérieur.

Les essais ont été opérés en plaçant, à la surface du remblai, des saumons de plomb dont le poids total a varié progressivement de 4,000 à 20,000 kilogrammes. La charge était portée sur une plate-forme de 8 mètres carrés de superficie, construite avec des poutrelles et des madriers. Le bâti en bois reposait, comme le montrent les figures 1 et 2, sur deux semelles ayant $0^m,50$ de longueur sur $0^m,25$ de large; ces deux semelles, espacées de $1^m,80$, figuraient les jantes des deux roues de l'un des essieux d'un chariot portant une locomotive de 40 tonnes.

L'appareil destiné à mesurer les déformations était placé dans le tuyau, sous la plate-forme (voir, planche 13, la figure 3 qui est une vue de face, et la figure 4 une section transversale passant par l'axe). Il se compose d'un disque annulaire en tôle, suivant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lanoureux, r. de Lacépède, 38 Paris. *Ad. Leblanc del. et sc.*

APPAREIL INDICATEUR DE LA DÉFORMATION DES GROS TUYAUX DE TÔLE EMPLOYÉ PAR LA COMPAGNIE PARISIENNE D'ÉCLAIRAGE PAR LE GAZ.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les rayons duquel peuvent se mouvoir neuf tringles en fer maintenues et guidées chacune par deux petits supports vissés sur le disque. Un ressort à boudin, pressant d'un bout contre le support intérieur et de l'autre contre un épaulement fixé à la tringle qu'il entoure, vient appuyer l'extrémité supérieure de cette dernière contre la paroi du tuyau.

Les supports les plus rapprochés du centre sont munis d'une vis à violon en fer, qu'il suffit de serrer pour rendre les tringles immobiles, ce qui facilite la mise en place de l'appareil.

Les tringles A et B de la partie inférieure sont seulement destinées à empêcher l'appareil de fléchir sous son propre poids, et à maintenir sa position dans la conduite de façon que son centre coïncide avec celui de la section qui le contient. Elles sont pourvues, chacune, d'un patin qui assure leur stabilité et sont rendues fixes par le serrage des vis des deux guides D et E. Il résulte de cette disposition que l'affaissement dans le sens du diamètre vertical est mesuré par la distance du centre à l'extrémité de la tige verticale.

L'ouverture centrale du disque, qui a $0^m,20$, est fermée par une lame de tôle recouverte de cuir. Cette lame, munie d'une charnière, s'applique contre une nervure rapportée, sur laquelle elle se fixe au moyen d'un tourniquet H. Elle porte, ainsi que l'indique la figure 4, une tige d'arrêt F qui limite son ouverture et possède, du côté opposé en son milieu, une pointe G servant à maintenir une rondelle en papier que l'on place au centre du système.

Chaque tringle en fer, excepté celles A et B servant seulement de supports, porte à son extrémité, près du centre du disque, un appareil de pointage formé d'un tube en fer dans lequel passe une tige, munie, à l'un de ses bouts, d'un bouton en cuivre, et, à l'autre, d'une rondelle de même métal, à laquelle est adaptée une pointe d'aiguille. Un petit ressort à boudin, pressant contre le bouton, maintient le porte-aiguille contre le tube qui sert de fourreau à la petite tige.

Toutes les tringles de longueur égale étant libres, grâce à la flexibilité des ressorts, de se mouvoir sous l'influence des pressions qui leur sont transmises par les parois de la conduite, il est évident que les variations de distance entre les têtes des deux rayons situés sur le prolongement l'un de l'autre mesureront exactement les variations que le diamètre de la conduite éprouvera dans cette direction.

En appuyant le doigt sur les boutons des tiges qui portent les aiguilles, on pique la rondelle en papier placée sur la lame de fermeture, laquelle, ainsi qu'on l'a dit, est garnie de cuir pour empêcher les pointes de s'émousser. On note ainsi très-exactement les positions des pointes qui correspondent à une charge donnée, et en mesurant sur le papier les repères ainsi déterminés on obtient une série de témoins qui permettent de suivre à la lecture des cotes les mouvements résultant des charges, dont le chiffre et la durée d'action sont indiqués au-dessus de chaque diagramme.

Pour rendre plus sensibles les résultats comparatifs des essais qui viennent d'être décrits, nous donnons dans les deux figures ci-après les moitiés des pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

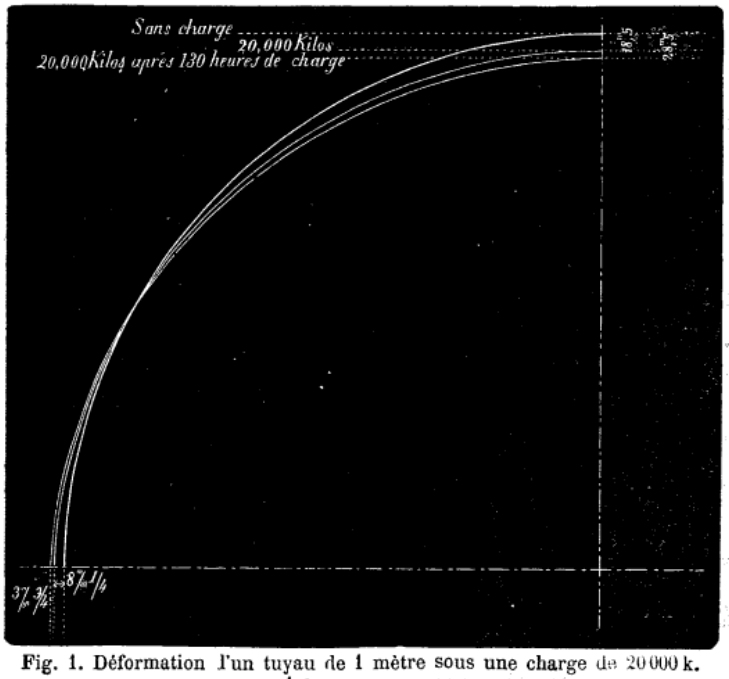


Fig. 1. Déformation l'un tuyau de 1 mètre sous une charge de 20 000 k.
(Échelle de 0m,15.)

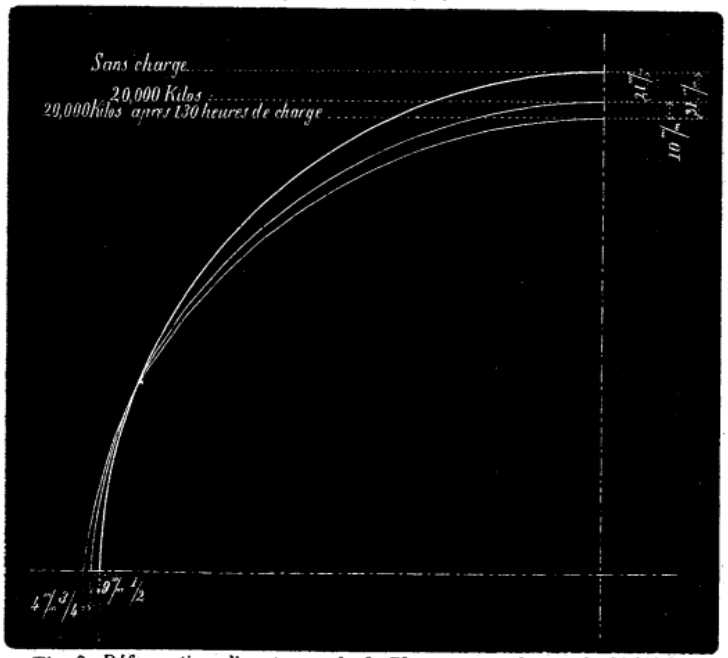


Fig. 2. Déformation d'un tuyau de 0m,70 sous une charge de 20 000 k.
(Échelle de 0m,20.)

fils des contours supérieurs des tuyaux de 1m,00 et de 0m,70; ces profils, déduits des diagrammes correspondants relevés à l'aide de l'appareil, montrent les déformations occasionnées par un poids de 20,000 kilogrammes agissant pendant cent trente heures.

On voit, par la comparaison des deux sections, que, dans le sens vertical, les deux tuyaux ont fléchi, celui de 1m,00 de 0m,0285, soit 2,85 pour 100 de son diamètre primitif, et celui de 0m,70 de 0m,031, soit de 4,43 p. 100.

La conclusion des expériences a donc été que le tuyau de 1m,00, avec une épaisseur de 0m,005, offrait des conditions de résis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tance relativement supérieures à celles que présentait celui de $0^m,70$, qui avait déjà subi, d'une façon satisfaisante, les épreuves de la pratique avec une épaisseur de $0^m,004$.

L'examen des diagrammes relevés montre aussi que, lorsqu'un tuyau a été ovalisé par suite d'une compression exercée sur le remblai qui le recouvre, il ne se redresse que de quelques millimètres quand la charge qui a produit la déformation a cessé d'agir.

Après ces expériences, la conduite de $1^m,00$ a été posée sur une des contre-allées du cours de Vincennes, entre l'usine de Saint-Mandé et la place du Trône. Au fur et à mesure de la pose, les joints ont été essayés, à l'air comprimé, sous une pression de 70 millimètres du manomètre à mercure, indépendamment de l'épreuve à cinq atmosphères à laquelle les tuyaux avaient été soumis dans l'atelier de fabrication avant la livraison. Ces essais ont révélé un petit nombre de fuites sans importance, qui ont été réparées avant le remblai.

Depuis cette époque, la conduite de $1^m,00$ est en service et n'a donné lieu à aucune observation contraire à celles dont les résultats viennent d'être exposés. (M.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 27 février 1874.

Présidence de M. *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE. — M. *Petitlaurent,* rue Croix-Nivert, 119, à Paris, demande le concours de la Société pour la construction d'une faucheuse et d'une moissonneuse de son invention, qui présentent, dit-il, de grands avantages sur les machines analogues actuellement employées. (Comité d'agriculture.)

M. *Verniol* aîné, constructeur-mécanicien, à Cardaillac (Lot), présente un frein automoteur capable, suivant lui, d'arrêter instantanément les trains de chemins de fer, sans faire éprouver de secousses aux voyageurs. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Muterse,* chimiste-industriel, à Guérande (Loire-Inférieure), envoie une note contenant l'indication d'une nouvelle source de combustible encore inexploitée, et un nouveau moyen de communication universelle entre les peuples. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Guillochon,* membre de la Société, faubourg Poissonnière, 70, à Paris, mémoire sur un moyen d'empêcher les désastres causés par la rencontre des navires. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Sapin,* négociant, à Limoges (Haute-Vienne), fabricant de liqueurs fines, annonce qu'il désire faire examiner par la Société les produits de sa fabrication.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Deschiens* (E.), fabricant d'instruments pour la télégraphie et l'horlogerie électriques, boulevard Saint-Michel, 123, présente à la Société une série d'appareils qu'il a construits conformément aux indications de M. *Liais,* et sous sa direction, pour l'enregistrement électrique, dans l'observatoire de Rio-Janeiro (Brésil), des observations astronomiques et notamment des observations méridiennes.

MM. les *Secrétaires* signalent parmi les pièces imprimées de la correspondance :

M. le Dr *Sacc*. Sur le rôle du sel en agriculture. Broch. in-8; extrait du *Journal de l'Agriculture*.

M. *Gruner* (L.). Pouvoir calorifique et classification des houilles. Broch. in-8; extrait des *Annales des mines*. Dunod, éditeur.

M. *Gruner* (L.). Chaleur absorbée aux températures élevées par la fonte, les laitiers et les aciers. Broch. in-8; extrait des *Annales des mines*. Dunod, éditeur.

M. *Mangon,* membre du Conseil, fait les présentations suivantes :

M. *Charpentier de Cossigny,* ancien élève de l'École polytechnique. Notions élémentaires théoriques et pratiques sur les irrigations. Paris, 1874, un volume in-8° avec de nombreuses figures dans le texte.

Cet ouvrage a remporté le prix dans un concours ouvert par la Société des agriculteurs de France et a été imprimé aux frais de cette Société.

Les principes théoriques de l'irrigation, considérés comme science agricole, y sont développés avec une simplicité et une clarté remarquables, et le côté pratique de cet art y est démontré avec précision par des indications appuyées sur les faits acquis et sur les résultats de l'expérience. (Renvoi au comité d'agriculture.)

M. *Ronna* (A.). Assainissement des villes et des cours d'eau; égouts et irrigations. Paris, 1872, un volume in-8, avec tableaux et figures; J. Baudry, éditeur.

En présentant cet ouvrage de M. *Ronna,* dont on connaît les travaux intéressants, M. *Mangon* fait remarquer qu'on y trouve réunis une foule de renseignements d'une grande valeur sur les travaux que les Anglais font depuis trente ans pour l'assainissement de leurs villes. Ces documents sont complétés par un résumé de ce qui a été fait dans le même sens à Paris et dans quelques autres villes du continent, et par la publication des actes législatifs promulgués à ce sujet dans la Grande-Bretagne. Mais le point sur lequel il convient d'attirer surtout l'attention, c'est le grand nombre de villes anglaises qui ont fait des travaux d'assainissement et qui ont perfectionné leurs égouts et l'emploi de leurs vidanges diverses. On aurait donc tort de croire que de pareils travaux ne sont exécutables que par de très-grandes villes; on trouve, en effet, en Angleterre, des villes de 1 500 âmes et de simples établissemen's qui ont assuré la salubrité de leurs habitations par de bons travaux d'égout et d'irrigation. (Renvoi au comité d'agriculture.)

M. *Marey* (E. J.), professeur au Collége de France, membre de l'Académie de médecine. La machine animale; locomotion terrestre et aérienne. Paris, 1873. Un volume in-8°, avec 117 figures dans le texte; Germer-Baillière, éditeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Tout le monde connaît aujourd'hui, dit M. *Mangon,* les appareils que M. *Marey* a inventés pour enregistrer toutes les particularités les plus délicates des mouvements des êtres vivants. Ils permettent d'étudier les phénomènes de la circulation, de constater la position exacte des lésions des vaisseaux, de noter la modification des fonctions respiratoires, d'observer et de découvrir les lois des contractions musculaires. La facilité de leur adaptation aux recherches les plus variées est telle, qu'avec eux M. *Marey* peut étudier depuis les mouvements de la marche de l'homme, du cheval, du bœuf, de l'éléphant, jusqu'au vol de l'oiseau et même des insectes les plus délicats, dont les ailes font plusieurs centaines de battements par seconde.

« En lisant les premières pages de l'ouvrage, on comprendra sans peine les procédés employés pour obtenir ces curieux résultats ; mais on apprécierait d'une manière très-insuffisante l'ouvrage de M. *Marey*, si on n'y signalait que l'ingéniosité des dispositions mécaniques dont il est l'inventeur. Ses travaux ont une toute autre importance scientifique et pratique.

« Les instruments d'observation jouent dans les sciences un rôle considérable. Ce ne sont pas, comme on le dit quelquefois, des outils dont les dispositions soient plus ou moins heureuses. Non ! l'instrument d'observation est, à lui seul, une méthode scientifique tout entière. Tout appareil nouveau d'observation devient l'origine d'une branche nouvelle de la science. La balance, on le sait, est le point de départ de la chimie moderne ; le baromètre, le thermomètre ont ouvert des voies toutes nouvelles ; le microscope, la lunette ont créé plusieurs branches de nos sciences ; c'est au frein de Prony, au dynamomètre qu'on doit notre science de la mécanique appliquée ; le spectroscope, par la disposition nouvelle de quelques prismes de verre, a été l'origine de l'analyse chimique de la lumière, de la chimie astronomique. La pierre de touche d'une méthode, c'est la nouveauté et l'importance de ses applications. Voyons à ce point de vue ce que nous répondra l'ouvrage de M. *Marey :*

« La plus grande conquête de ce siècle, la théorie mécanique de la chaleur, est née des méditations d'un physiologiste, *J. R. Mayer ;* mais ce ne sont pas les physiologistes qui s'en sont emparés. Ce sont les mécaniciens qui en ont fait l'application la plus importante, et cela se conçoit sans peine. Le frein, le dynamomètre, l'indicateur de *Watt*, le thermomètre leur permettaient de mesurer tous les phénomènes intérieurs et extérieurs des machines à vapeur ; les physiologistes n'avaient rien de semblable et ne possédaient aucun outil d'observation pour mesurer les phénomènes dont ils s'occupaient et pour les comparer. Grâce à M. *Marey,* cette lacune a été comblée. Ses ingénieux appareils ont fourni les résultats numériques qu'il leur demandait, et ils permettront d'établir l'équation entre le travail effectué et la chaleur dégagée ou la consommation qui la produit.

« Les travaux de l'École chimique française, depuis *Lavoisier* jusqu'à nos jours, ont été si éclatants, qu'ils ont fait oublier en quelque sorte les autres applications de la science. La physiologie et l'histologie ont fait, grâce à la chimie, d'admirables progrès,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais ces progrès mêmes ont fait oublier aux physiologistes français que le mouvement est la plus importante des manifestations de la vie et que la *physiologie dynamique* n'est pas moins importante que la physiologie chimique. A l'étranger, il n'en était pas ainsi ; les frères *Weber* en Autriche, M. *Helmoth* à Heidelberg, M. *Jevons* en Amérique, le Rév. *S. Haugton* à Dublin, pour ne citer que quelques noms, s'occupaient, avec un grand succès, de la physiologie dynamique, et la science française se trouvait tout à fait éclipsée. Les travaux de M. *Marey* nous ont fait regagner amplement le temps perdu et ont remis notre pays au premier rang.

« Aux déductions, souvent mal assurées, des savants qui s'occupaient de cette science, M. *Marey* a substitué l'observation précise. Lorsque ces résultats sont soumis au calcul, ils mènent à des conséquences concordantes. Ils expliquent simplement ce qui paraissait contradictoire ; ainsi ils permettent de mesurer la fatigue de la descente, qui semble produire du travail au lieu d'en dépenser. Ailleurs, M. *Marey* a fait connaître d'une manière précise en quoi consistent le pas, le trot, le galop, qui n'étaient connus que d'une manière tout à fait incomplète, ainsi que les circonstances curieuses du vol des oiseaux et de celui des insectes.

« Pour se borner à ce qui est relatif au comité d'agriculture, les instruments de M. *Marey* permettent d'étudier les mouvements du cœur et des poumons, non pas dans quelques situations particulières, mais à toutes les allures des animaux et, par suite, dans leur état normal. Ils feront connaître l'influence que la marche ou la course exercent sur les organes intérieurs, et permettront de reconnaître les animaux propres à la course, à l'engraissement ou à tout autre but de l'élevage. Leur composition est peu compliquée, leur emploi facile, et on peut déjà prévoir le temps où ces appareils seront installés dans toutes les fermes d'une certaine importance, comme le meilleur moyen d'investigation à ce point de vue.

« Je demande pardon à la Société de l'avoir entretenue aussi longtemps de la présentation d'un ouvrage imprimé ; mais la lecture d'un bon livre m'est si agréable, que je voudrais faire partager aux autres le même plaisir. Mon but sera atteint, si je suis assez heureux pour donner à quelques personnes l'envie de lire le livre de M. *Marey*. » (Renvoi au comité d'agriculture.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — M. *Gruner*, qui avait été chargé par le Conseil d'examiner un ouvrage de M. *Delesse*, intitulé *Lithologie du fond des mers*, présente à la Société un rapport sur cet ouvrage.

Le rapporteur propose d'adresser des félicitations à son auteur et de le remercier de l'envoi qu'il a bien voulu faire de ce savant ouvrage.

Ces conclusions sont adoptées, et M. le *Président* demande que ce rapport soit inséré au *Bulletin* de la Société. (Voy. Cahier de juin 1874, p. 265.)

COMMUNICATIONS. — *Produits chimiques à Vienne*. — M. *Lamy*, membre du Conseil, entretient la Société des produits chimiques à l'Exposition universelle de Vienne.

Dans cette communication, il ne s'occupe que de l'acide sulfurique et de la soude. Dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la séance suivante, il compte parler des autres produits chimiques. (Voy. plus haut, p. 392.)

Mines et métallurgie à l'Exposition de Vienne. — M. *Gruner*, inspecteur général des mines, membre du comité des arts chimiques, fait part de ce qu'il a remarqué à l'Exposition de Vienne, au sujet de l'exploitation de la houille et du fer. (Cette communication paraîtra dans le *Bulletin*.)

M. le comte *du Moncel*, membre du Conseil, explique les appareils présentés par M. *Deschiens*, lesquels sont de trois espèces :

Le premier est un pendule-régulateur, dans lequel l'électricité n'agit qu'au moment où le pendule passe par la verticale du point de suspension. Son action, qui a pour objet d'entretenir le mouvement du pendule, se borne à soulever et à laisser retomber, à ce moment précis, un poids fixe dont la chute communique à l'appareil, à chaque double oscillation, une impulsion rigoureusement constante. La durée des oscillations est ainsi tout à fait indépendante de l'action électrique, et ne serait pas altérée quand même le courant de la pile serait interrompu pendant quelques oscillations, parce que la masse du pendule l'obligerait à continuer son mouvement pendant cette interruption. La condition de la simultanéité de cette impulsion avec le passage du pendule par la verticale est de rigueur pour que l'isochronisme des oscillations ne soit pas altéré, résultat qui n'avait pas encore été réalisé dans les horloges électriques.

Les contacts du commutateur sont aussi parfaits que possible et sont mis à l'abri de toute oxydation. En effet, ces contacts sont opérés sur une surface de mercure, maintenue dans un gaz non oxydant comme l'hydrogène ou dans le vide. Le régulateur lui-même peut être placé en entier dans une atmosphère de cette nature, d'une faible densité, et dans l couche terrestre où la température est constante.

Le deuxième appareil est un compteur d'horlogerie électrique, consistant en un pendule-armature qui, par le fait même de son oscillation, fait avancer l'aiguille du cadran d'une seule seconde à chaque battement. Le mouvement de ce pendule est entretenu d'une manière concordante avec celui du régulateur par un électro-aimant contre lequel il vient butter et s'arrêter à chaque double oscillation, et, s'il se produisait de doubles et triples contacts électriques dans les commutateurs, la marche du compteur n'en serait pas moins sûre, parce que les attractions électriques ont lieu à la fin de la course du pendule-armature et hors de la position où il fait marcher l'aiguille du cadran.

Le troisième instrument est un chronographe, dans lequel les inscriptions se font sur un plan. On a réglé le chemin que les styles parcourent en une seconde, en traçant des spirales, de manière que ce chemin au bord du plateau diffère peu de celui des spires centrales ; le remontage ramène les styles au bord extérieur du plateau. Les styles donnent des tracés très-nets avec des pointes de cuivre et même sur papier ordinaire avec un crayon de mine de plomb.

M. *du Moncel* fait remarquer la parfaite exécution de tous ces mécanismes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

délicats, et il montre qu'on ne pouvait pas réunir plus de précautions pour assurer l'exactitude de l'enregistrement des observations.

M. *Deschiens* présente en même temps divers autres appareils de télégraphie et d'horlogerie, dont M. *du Moncel* signale les plus importants. Ce sont :

Une poinçonneuse supprimant la gravure dans les cadrans de télégraphe, chronomètres, régulateurs, compteurs, etc. ;

Divers modèles de compteurs de tours pour machine, et parmi eux un compteur de poche, dit vélocimètre, enregistrant jusqu'à dix mille tours à la minute ;

Enfin un nouveau modèle de boussole des sinus.

M. *de Laguerenne* (Ed.), ancien officier d'état-major, à Mont-Saint-Angel (Allier), présente une horloge à poids, dans laquelle l'action des poids moteurs est transmise aux aiguilles du cadran et à l'appareil de percussion de la sonnerie par un mécanisme très-simple, commandé électriquement par le mouvement d'une horloge ordinaire. Ce système permet donc de mettre le cadran ou la sonnerie à des distances quelconques du pendule régulateur, et même de les placer loin l'un de l'autre. La difficulté spéciale que cette installation présentait était de déclancher avec précision et par l'action très-faible d'un petit élément voltaïque les déclics qui arc-boutent contre la pression énergique produite par les poids moteurs. L'échappement particulier que M. *de Laguerenne* emploie remplit cette condition, car son horloge a marché régulièrement pendant plus d'un an chez M. *Biloret*, fabricant de fils télégraphiques, à Paris. (Comité des arts mécaniques.)

Séance du 13 mars 1874.

Présidence de M. *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE. — M. *Denis* (A.), serrurier, rue Pradier, 10, à Belleville-Paris, soumet à l'examen de la Société un appareil pour la transmission des mouvements et des signaux au moyen de la compression de l'air, appareil qui s'adapte surtout à l'établissement des sonneries à air, des cordons atmosphériques pour la fermeture et l'ouverture des portes, des indicateurs à cadran, etc.

A la suite de la séance, M. *Denis* montre la disposition de son appareil dans lequel la poire en caoutchouc ou le corps de pompe des sonneries à air ordinaires est remplacé par le jeu d'une cloche en caoutchouc, qui agit comme les membranes de la pompe connue sous le nom de *pompe des prêtres*. Il fait voir qu'on peut ainsi transmettre à distance, non-seulement un signal ou un mouvement rectiligne, mais aussi un mouvement circulaire alternatif ou continu. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Coret* (A.), monteur mécanicien, aux forges et chantiers de la Méditerranée, à Marseille, ou chez M. Armengaud jeune, boulevard de Strasbourg, 23, à Paris, présente un instrument fondé sur le principe du tube de Pitot, pour remplacer le loch dans la navigation et donner, à chaque instant, sur un cadran, la vitesse d'un navire. Il nomme cet appareil tachomètre à cadran. (Comité des arts mécaniques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Claudel* (Gabriel), chimiste, rue Maître-Albert, 19, à Paris, moteur magnéto-électrique. (Comité des arts mécaniques.)

MM. *Nicolas* et *Chamon*, fabricants de compteurs à gaz, rue Rodier, 45, à Paris, présentent un compteur à eau qui a été l'objet d'expériences suivies dans le service des eaux de la ville de Paris. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Toselli*, rue du Faubourg-Saint-Martin, 236, envoie à la Société un grappin mécanique pour saisir des objets au fond de la mer. En présentant cet instrument, M. *Tresca* montre comment ses griffes sont relevées tant que le poids placé à la partie centrale n'a pas touché le fond, et tombent, en se resserrant, aussitôt qu'un contact au fond est opéré. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Anquetil* (Thomas), aux Lilas (Seine), banlieue de Paris, expose les résultats des recherches qu'il a faites sur diverses matières, et notamment sur les corps gras. (Comité des arts chimiques.)

Parmi les pièces imprimées de la correspondance, se trouve :

« L'*Économiste français*, numéro 8 de 1874, contenant un mémoire de M. *Husson* sur la consommation du pain à Paris, et un extrait du rapport sur la participation de l'Algerie à l'Exposition de Vienne, dans lequel on trouve un résumé des progrès que l'Algérie a faits depuis 1850.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Pétroles et essences, vases inexplosibles.* — M. *Troost* lit, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur le bidon ou appareil siphoïde, proposé par M. *Moride*, chimiste à Nantes, pour la conservation et le transport des liquides volatils inflammables.

Le comité propose de remercier M. *Moride* de sa communication et d'insérer au *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu, avec un dessin de l'appareil. Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Lavage des minerais. — M. *Haton* lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur l'appareil pour le lavage des minerais et nodules, présenté par M. *Baye* (J. A.), chef de section à la compagnie du chemin de fer de l'Est.

Il propose de remercier M. *Baye* de sa communication et d'insérer le rapport au *Bulletin* avec un dessin.

Ces propositions sont adoptées par le Conseil.

Chaudières à vapeur. — M. *Laboulaye* lit, au nom du même comité, un rapport sur l'album du constructeur de chaudières à vapeur présenté par M. *Laurent* (J.), garde-mines principal attaché au service de surveillance des appareils à vapeur de la Seine, et par M. *Dunkel*, garde-mines.

Le comité des arts mécaniques propose : 1° de remercier MM. *Laurent* et *Dunkel* de la communication de leur ouvrage, 2° d'insérer le rapport au *Bulletin*. Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voy. Cahier de juillet 1874, p. 326.)

COMMUNICATIONS. — *Phosphate de chaux dans le Calvados.* — M. *de Molon* donne à la Société des détails sur le gisement de phosphate de chaux qu'il a reconnu à la base

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'oolithe inférieure du terrain jurassique, dans la partie du département du Calvados comprise entre Formigny et Caen; il présente une très-belle carte, au dix-millième, de cette région sur laquelle il a marqué par une ligne rouge l'affleurement du gisement qu'il signale. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Produits chimiques à l'exposition de Vienne. — M. *Lamy* continue l'exposé des progrès les plus saillants constatés dans l'industrie des grands produits chimiques à l'Exposition universelle de Vienne.

Séance du 27 mars 1874.

Présidence de M. *Mangon* (Hervé), membre du comité d'agriculture.

CORRESPONDANCE. — M. *Monnié* (J. J.), rue Chappe-Montmartre, 14, à Paris, présente de nouvelles brosses pour frotter les appartements. (Comité des arts économiques.)

M. *Auberţ*, rue Boursault, 77, aux Batignolles-Paris, présente un nouveau système de ventilateurs pouvant s'ouvrir ou se fermer à volonté et destiné à être employé dans les grands et les petits appartements. (Comité des arts économiques.)

M. *Durand-Claye* (Alfred), ingénieur des ponts et chaussées attaché au service des eaux d'égout de la ville de Paris, envoie à la Société une brochure sur la situation de la question des eaux d'égout au commencement de 1873, et demande que l'examen de ce travail soit renvoyé à la Commission chargée de prendre connaissance de l'ouvrage de M. *Ronna* sur le même sujet. (Comité d'agriculture.)

M. *Thomas Barling*, Mindoro Labrosse, 60, Wisconsin (États-Unis d'Amérique), annonce qu'il est auteur d'un procédé pour la conservation, à l'état frais, des substances animales destinées à l'alimentation, et il demande si sa qualité d'Anglais lui permet de concourir au prix que la Société a fondé pour la solution de cette question. (Comité des arts économiques.)

M. *Lagrange* (Prosper), quai Bourbon, 45, envoie un exemplaire du mémoire théorique et pratique relatif à l'action de la baryte et du phosphate basique d'ammoniaque sur les produits des plantes saccharifères, qu'il a adressé à l'Académie des sciences le 24 novembre 1873. Cette présentation a pour objet de compléter les détails donnés par M. Lamy (1), dans la séance du 23 janvier dernier, sur la fabrication du phosphate d'ammoniaque préparé pour les raffineries, et de faire connaître les conditions dans lesquelles ce sel doit être employé pour la fabrication du sucre.

Le principe fondamental qui préside au raffinage consiste dans le maintien de l'alcalinité du sirop pendant toute l'opération. Cette alcalinité est maintenue par la chaux; mais, lorsqu'on élimine cette base par l'emploi du phosphate d'ammoniaque, l'alca-

(1) Voir Cahiers de mars et de mai 1874, p. 159 et 223.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

linité n'existe plus que jusqu'au moment des cuites pour la concentration des sirops. M. *Lagrange* obvie à cet inconvénient en employant, avant le phosphate d'ammoniaque, du sucrate de baryte qui décompose les sulfates et quelques autres composés de potasse et de soude, et qui assure, ainsi, l'alcalinité des sirops, indépendamment de la présence de la chaux, laquelle peut être précipitée par le phosphate d'ammoniaque sans aucun inconvénient ultérieur pour l'opération.

M. *Lagrange* signale l'importance de la fabrique en grand de la baryte dans l'usine de Commines, fondée par MM. *Heutsch, Lutscher* et *comp.* Il donne aussi de nouveaux détails sur la préparation du phosphate basique d'ammoniaque, préparé pour les raffineries dans l'usine d'Asnières, qui est dirigée par M. *Storck*, et dont a parlé M. Lamy. (Comité des arts chimiques.)

M. le marquis *de Dampierre*, membre de l'Assemblée nationale. — Rapport fait à l'Assemblée nationale, au nom de la 25e Commission d'initiative parlementaire, sur la proposition de M. *Léon Say*, pour instituer un prix de 50,000 francs au profit de la personne qui découvrira un moyen pratique de déterminer directement la présence de l'alcool dans les mélanges.

M. *Laurent,* pharmacien, rue de Flandre, 107, et rue Mathis, 11, présente des filtres en papier préparés à la mécanique avec des papiers d'excellente qualité, et qui, n'étant pas froissés et maculés, comme ceux qui sont pilés à la main, conservent toute leur rigidité et leur homogénéité. (Comité des arts chimiques.)

M. *Cloez* présente un Mémoire de MM. *Michelet* (Maxime) et *Thibault* (Paul) sur la fabrique de superphosphate de chaux qu'ils ont établie à la Villette, rue de Thionville, 6. Cet envoi est accompagné d'un échantillon des produits de cette usine, qui sont au moins aussi beaux que ceux des meilleures fabriques d'Angleterre, On a tout lieu d'espérer qu'on pourra exonérer l'agriculture française de l'intermédiaire des fabriques étrangères, qui viennent prendre les phosphates minéraux en France pour nous revendre les superphosphates qu'elles préparent. MM. *Michelet* et *comp.* offrent aussi à l'agriculture un engrais phosphaté qu'ils nomment *copro-guano,* et dont la composition est analogue à celle des phospho-guanos anglais.

M. *Cloez* donne des détails sur cette fabrique qui est installée mécaniquement d'une manière remarquable, et qui est mise en mouvement par une machine fixe de 30 chevaux et par une locomobile de 10 chevaux. Les vapeurs acides qui se dégagent pendant la réaction sont recueillies par un aspirateur et rejetées dans la cheminée ; les auteurs du Mémoire s'occupent, en ce moment, des moyens de les utiliser. On a reconnu, en effet, qu'elles se composent, en majeure partie, d'acide fluorhydrique, ainsi que d'acide iodhydrique et d'iode, surtout quand on emploie les phosphates du Lot. La quantité de ces effluves iodés est alors assez abondante pour qu'on puisse fabriquer jusqu'à 12 kilogrammes d'iode pur par jour, si on les recueille complétement. (Comité des arts chimiques.)

M. *Salvetat* présente, au nom de MM. *Charles Girard* et *de Laire* (G.), un Traité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des dérivés de la houille applicables à la production des matières colorantes. In-8 accompagné de planches. (G. Masson, éditeur.)

M. *Salvetat* fait remarquer l'étendue et l'importance de cet ouvrage, qui résume tout ce qui a été fait depuis quelques années sur le goudron provenant de la distillation de la houille. (Comité des arts chimiques.)

M. *Debayeux* fait présenter, par M. le comte *du Moncel*, un appareil télégraphique pour le service des hôtels. Dans ce système, la sonnette électrique, au lieu de n'indiquer qu'un numéro, celui de la chambre, désigne encore, sur un deuxième tableau, une série d'indications répondant aux divers ordres les plus usuels qui peuvent être transmis par les voyageurs aux gens de service de l'hôtel. (Comité des arts économiques.)

Pile thermo-électrique. — M. *Clamond* fait aussi présenter à la Société, par M. le comte *du Moncel*, une pile thermo-électrique, d'une puissance remarquable, pouvant remplacer avec avantage les piles ordinaires dans une foule d'usages.

M. *du Moncel* montre, sur un spécimen qui est mis sous les yeux du Conseil, comment cet appareil est composé. Pour éviter les dégradations qu'on remarque souvent aux soudures des piles thermo-électriques, M. *Clamond* a employé pour métaux le fer d'une part et un alliage de zinc et d'antimoine d'autre part, et il a replié le fer en gouttière, au bord qui devait recevoir la soudure, de manière à rendre cette partie de l'appareil beaucoup plus résistante. Ces piles ont un avantage spécial, qui provient de ce que la quantité d'électricité qu'elles dégagent est proportionnelle au poids des éléments et non pas à la surface, comme dans les piles à acide. On peut donc leur donner une grande puissance sous un petit volume ; c'est ainsi que l'appareil qui est présenté au Conseil a la force de 2 éléments moyens de Bunsen, ou de 30 éléments de Daniel sous une résistance de 150 mètres. Les effets électriques qui en résultent sont moins coûteux que ceux des autres systèmes. Par exemple, on a reconnu, dans les ateliers de M. *Goupil*, où cette pile est employée, que le dépôt d'un kilogramme de cuivre est obtenu avec une dépense de gaz de 2 fr. 50, tandis que M. *Becquerel* évalue le même travail produit par les piles de Bunsen au prix de 15 francs. (Comité des arts économiques.)

Dosage du cuivre et du nickel. — M. *Herpin*, chimiste dans l'usine de MM. *Christofle* et *Bouilhet*, rue de Bondy, 56, présente l'appareil qu'il a installé pour réaliser, d'une manière plus commode et plus précise, l'analyse des alliages de cuivre et de nickel, suivant la méthode décrite dans un Mémoire allemand dont MM. *Œschger* et *Mesdack* ont présenté une traduction à la Société pendant la séance du 13 février dernier. (L'appareil de M. *Herpin* paraîtra prochainement au *Bulletin*.)

M. *Peligot* fait remarquer l'utilité de cette méthode d'analyse, qui est plus précise que les procédés purement chimiques, et qui donne, en peu de temps, des résultats très-satisfaisants. Il demande, à cette occasion, à MM. *Bouilhet* et *Christofle*, si l'emploi du nickel dans les usages domestiques, pour les cuillers et fourchettes par exemple, ne présente aucun inconvénient.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Bouilhet* répond qu'il ne le pense pas. Le nickel est taché par l'acide acétique, mais cette action superficielle ne fait que modifier la couleur, sans nuire au poli et sans attaquer sensiblement le métal. Le nickel est très-dur et s'use extrêmement lentement ; son poli est brillant et se conserve très-bien, quand le métal a été déposé par l'électricité ; il a alors un toucher gras particulier. Sur le métal fondu, au contraire, le poli est plus difficile à obtenir et est bien moins persistant. Il est à regretter que le nickel soit aussi cher, car il a des propriétés précieuses qui le rendraient très-utile dans les arts s'il était plus abondant.

M. *Mangon* parle de la propriété que le nickel a de conserver longtemps un beau poli. Il a exposé à l'air et à la poussière pendant très-longtemps un réservoir nickelé, sans y avoir remarqué la moindre altération.

Parmi les pièces imprimées de la correspondance, on signale :

M. *Ador* (Émile), professeur à l'Université de Genève, Rapport au Conseil d'État de Genève sur les progrès de la chimie à l'Exposition de Vienne en 1873. Genève, 1874. In-8, br.

Bulletin du comité des forges, n° 88, du 20 mars 1874, contenant une communication de M. *Molinos* à la Société des ingénieurs civils, sur le four à puddler de M. *Pernot*, employé avec succès par MM. *Petin* et *Gaudet*.

COMMUNICATIONS. — *Culture du maïs*. — M. *Fua*, de Padoue, rue de la Chaussée-d'Antin, 29, fait part à la Société du résultat de ses recherches sur la culture du maïs.

Après avoir fait un résumé des opinions émises par les différents auteurs qui se sont occupés de la culture de cette plante précieuse, et après avoir démontré combien est inexacte la limite fixée par divers agronomes pour cette culture vers le nord de la France, M. *Fua* rappelle qu'il y a un grand nombre de variétés de maïs, les unes très-hâtives, d'autres tardives, et il fait remarquer que c'est avec raison que *Parmentier* signalait cette céréale comme créée pour la terre entière et comme s'appropriant à tous les climats.

L'auteur de cette communication signale, en particulier, les maïs à courte tige, qui sont moins exposés à souffrir de l'action du vent et qui pourraient être plantés en rangées doubles, tels que le maïs d'Auxonne ou de Bourgogne, une deuxième variété qu'il nomme maïs du Muséum, et le maïs d'Espagne, de Bonafous. Des cultures d'essai ont été faites par lui sur six variétés de cette plante, dans les terrains du Muséum et dans ceux de l'École de pharmacie de Paris, et il a pu constater ainsi les avantages de ces espèces hâtives et la facilité avec laquelle elles mûrissent sous le climat de Paris. Ces essais lui ont permis de faire des expériences par l'*écimage* et le *buttage*, qui sont des pratiques usuelles de cette culture, et il en a tiré des conseils importants pour les agriculteurs.

M. *Fua* montre que, jusque dans le nord de la France, on peut obtenir, par hectare, 35 à 40 hectolitres de maïs, pesant 70 à 80 kilog. l'hectolitre. Il ajoute que les variétés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tardives peuvent être cultivées aussi dans les mêmes contrées, pour fourrages et cultures vertes.

M. le *Président* remercie M. *Fua* des renseignements qu'il vient de donner à la Société et prescrit le renvoi de cette communication au comité d'agriculture.

Métallurgie du platine et de l'iridium. — M. *Debray*, au nom de M. *H. Sainte-Claire Deville* et au sien, décrit les moyens employés pour la préparation de l'iridium pur qui doit servir à la fabrication des étalons du mètre, exécutés par les soins de la Commission internationale des poids et mesures. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Physique du globe. — *Ascension aéronautique.* — M. *Lissajous* raconte l'ascension aéronautique qui a été faite, le 22 mars dernier, par MM. *Crocé-Spinelli* et *Sivel*, et qui est remarquable non-seulement par la hauteur de 7,800 mètres à laquelle ils sont parvenus, mais, surtout, par le nombre et l'importance des observations recueillies.

Les observateurs s'étaient proposé de s'élever rapidement aux plus grandes hauteurs qu'ils pussent atteindre, d'étudier, dans ce trajet, la constitution de l'atmosphère et son influence sur la température et la lumière, et de vérifier les conclusions des travaux de M. *Bert* sur l'action de l'oxygène au point de vue physiologique.

L'*Étoile polaire*, ballon dont ils se sont servis, a un volume de 2,800 mètres cubes ; la nacelle en a été capitonnée avec soin à l'intérieur, pour amortir l'effet des chocs au moment de la descente, et aussi pour empêcher le refroidissement rapide des pieds que produit le courant d'air ascendant dans les régions froides, refroidissement qui est extrêmement pénible pour les aéronautes. Les expériences à faire avaient été partagées entre eux, et tandis que M. *Sivel* était chargé des observations thermométriques, hygrométriques et électriques, M. *Crocé-Spinelli* devait s'occuper des observations au spectroscope et des études physiologiques.

Le ballon est parti à moitié vide de la Villette, à dix heures 40 minutes, et, grâce aux 15 kilog. de lest que jeta M. *Sivel*, il s'éleva rapidement ; peu de temps après, il rencontra une couche de nuages au delà de laquelle il pénétra dans un ciel pur. Pendant cette ascension, la marche du thermomètre suivit celle des hauteurs d'une manière très-régulière, sauf un temps d'arrêt, pendant la traversée des nuages ; au delà, la température continua à baisser pendant que la hauteur croissait, et elle atteignit — 22°. La marche de l'hygromètre fut aussi continue au delà des nuages, mais ne présenta rien qui fût digne de remarque.

A une hauteur de 4,500 mètres environ, les observateurs reconnurent dans l'atmosphère la présence de cristaux de glace séparés par une distance qui leur paraissait être de 15 centimètres environ ; ces cristaux n'étaient visibles qu'au-dessous de la nacelle et par la réflexion des faces qui scintillaient au soleil. Au-dessus d'eux, les aéronautes remarquaient de très-fins et légers nuages blanchâtres, voilant à peine le soleil et dont l'altitude, à partir de la terre, leur a paru être de 10,000 mètres. Ces nuages ne pouvaient être composés que de particules glacées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les observations électroscopiques ne leur ont donné aucun résultat important, malgré le soin avec lequel leur chaîne pendante de 300 mètres et leurs appareils avaient été installés.

M. *Jansen* avait recommandé particulièrement les observations au spectroscope. Il était intéressant, en effet, de savoir si les raies qui indiquent la vapeur d'eau dans le spectre du soleil persistaient quand on est aux régions supérieures de l'atmosphère; on devait en déduire des indications, sur la présence ou l'absence de cette vapeur à la surface de cet astre. Les aéronautes ont reconnu, d'une manière positive, que ces raies, graduellement réduites, avaient totalement disparu, à la limite, dans les hautes régions sèches qu'ils ont atteintes.

Ils avaient emporté avec eux quatre pigeons, qu'ils ont fait partir à différentes hauteurs. Ces pigeons éprouvèrent du malaise ; ils s'appuyaient sur le ventre, les paupières baissées, et laissaient échapper de tristes gloussements. L'un d'eux fut lâché à 5,000 mètres de hauteur ; posé sur le bord de la nacelle, il refusa de partir et s'y cramponna; puis, jeté dans l'espace, il battit des ailes et fit des efforts pour regagner le ballon. Lorsqu'il vit que ces efforts étaient inutiles, il étala ses ailes, et descendit en décrivant une hélice d'un très-grand rayon ; après plusieurs révolutions, il fut perdu de vue. Ce pigeon est rentré au pigeonnier. Le deuxième, lâché plus haut, est descendu de même, mais n'a pas reparu ; les autres se sont bien comportés, quoiqu'ils eussent évidemment beaucoup souffert de l'ascension.

Mais ce sont les observations physiologiques qui ont été surtout intéressantes. Les voyageurs avaient emporté, dans des ballonets, des mélanges d'air et d'oxygène, contenant l'un 40 d'oxygène pour 60 d'azote, l'autre 75 d'oxygène pour 25 d'azote, et ils se proposaient d'en faire l'essai lorsque cela serait nécessaire. Jusqu'à 5,000 mètres de hauteur, tout alla bien, et les deux observateurs n'éprouvèrent aucun malaise insupportable. Mais, au delà, les forces manquèrent; l'énergie morale, l'intelligence même faiblirent. Les sacs de lest de 15 kilog. leur paraissaient d'un poids au-dessus de leurs forces. Les observations ne pouvaient plus être faites avec précision et les moindres efforts d'intelligence paraissaient impossibles. C'est alors qu'ils commencèrent à faire usage du mélange à 40 pour 100 d'oxygène. L'effet en fut magique. Au bout d'une dizaine d'inspirations, M. *Crocé-Spinelli* se sentait renaître ; il pouvait se lever, causer gaiement et faire les observations les plus délicates. Pour bien voir dans le spectroscope, il lui fallait faire quelques inspirations ; les raies alors lui paraissaient très-nettes et faciles à déterminer. A 6,000 mètres de hauteur, le mélange à 75 pour 100 devint, à son tour, nécessaire.

Le pouls, qui s'était accéléré avec l'ascension et qui donnait 140 pulsations par minute, tombait subitement de 20 pulsations après quelques inspirations du mélange d'oxygène. M. *Crocé-Spinelli* avait essayé de manger pour reprendre des forces, mais cela lui avait été impossible ; quand il prit en même temps de l'oxygène, l'appétit revint et la digestion se fit plus facilement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les observateurs s'étaient, avant de partir, préparés à ce genre d'observations dans les appareils à faire le vide de M. *Bert*, où l'expérimentateur se soumet à toutes les pressions qu'il désire et essaye par lui-même les diverses actions qu'il veut éprouver. Ils ont reconnu que, dans leur ascension, les choses se passaient identiquement comme ils l'avaient prévu. MM. *Sivel* et *Crocé-Spinelli* ont éprouvé les mêmes effets, mais à des degrés très-différents. Pour M. *Crocé-Spinelli*, ils étaient beaucoup plus intenses, et, avant l'inhalation de l'oxygène, il était obligé de s'accroupir au fond de la nacelle et de faire ses observations dans une immobilité absolue.

L'affaissement physique que la raréfaction de l'oxygène atmosphérique cause à de grandes hauteurs a produit une erreur que les expériences de nos aéronautes leur ont permis de rectifier. On avait remarqué qu'au-dessus des nuages, à une grande altitude, le ciel paraissait noir, ce qui faisait supposer que la couleur bleue apparente du ciel provient uniquement de l'atmosphère terrestre ; mais M. *Crocé-Spinelli* constata que cette opinion était le résultat d'une illusion. Dans l'état libre, à ces grandes hauteurs, le ciel lui paraissait noir, en effet ; mais il redevenait bleu aussitôt que les inhalations d'oxygène avaient rendu de la vie à l'observateur et, par suite, avaient ranimé son cerveau et ses yeux.

La descente se fit avec régularité et rapidement. M. *Sivel* ressentit cependant un froid très-vif et un tremblement de fièvre. Les aéronautes atterrirent enfin, à deux heures et demie, à Bar-sur-Seine. Les chocs ne furent pas très-violents, et ils eurent à se louer des *cosses*, appareils munis de freins agissant sur la corde de l'ancre, qui diminuèrent notablement la secousse de l'arrêt final.

M. le *Président* remercie M. *Lissajous* de son intéressante communication. Il rappelle, à ce sujet, la part que les savants français ont eue dans toutes les recherches scientifiques d'une grande importance. C'est *Gay-Lussac* qui fit la première ascension à de grandes hauteurs ; celle que vient de raconter M. *Lissajous* et qui est certainement la plus remarquable après celle de l'illustre savant, est aussi faite par des physiciens français. Si on y joint les découvertes de M. *Jansen* et celles, si fécondes en résultats, de M. *Bert*, qui ont été appliquées et vérifiées par les courageux aéronautes de l'*Étoile polaire*, on aura un ensemble de découvertes dont l'intérêt national ne peut être méconnu.

NOMINATION DES MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil :

MM. *Alphandéry*, membre du Conseil général de Vaucluse ;
Billault, *Billaudet* et *comp.*, fabricants de produits chimiques, à Paris.

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

73e année. Troisième série, tome I. Septembre 1874.

BULLETIN
DE
LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

HORLOGERIE.

RAPPORT *fait par* M. DUMÉRY, *au nom du comité des arts mécaniques, sur les améliorations apportées dans* L'INDUSTRIE DE L'HORLOGERIE, *par* M. Y. M. THOMAS, *boulevard Ménilmontant, 99, à Paris.*

Messieurs, vous avez renvoyé à votre comité des arts mécaniques l'examen de diverses améliorations de détail introduites, par M. Thomas, dans l'industrie de l'horlogerie, et c'est le résultat de cet examen que j'ai l'honneur de soumettre au Conseil.

Vous le savez, Messieurs, il y a dans l'horlogerie trois sortes de pendules :

Le pendule oscillant,

Le pendule conique ou rotatif,

Le pendule basculant.

Le pendule oscillant est celui des trois qui tient le premier rang :

Comme procurant le plus facilement l'isochronisme,

Comme pouvant agir dans l'indépendance du rouage moteur pendant une grande partie de la durée de chaque oscillation ;

Enfin, comme se prêtant le mieux à l'installation et au bon fonctionnement de la seconde à repos, dite seconde morte.

Ce n'est donc pas le pendule oscillant, ce roi des organes régulateurs, que M. Thomas a entrepris de perfectionner ; il a voulu relever les deux autres,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de leur infériorité relative, soit en leur procurant une partie des avantages du premier, soit en utilisant les propriétés qui leur sont propres et que le premier ne possède pas.

C'est, en définitive, vers les deux derniers que M. Thomas a dirigé ses investigations, et c'est d'eux que nous allons vous entretenir.

Auparavant, cependant, disons, à titre de notion préliminaire et pour fixer les souvenirs, que la longueur du pendule oscillant est en raison directe du carré du temps consacré à une oscillation.

Ce qui veut dire que si, au méridien de Paris, un pendule, battant la seconde, doit avoir une longueur de $0^m,993$, il faudra donner une longueur quatre fois plus grande, soit de $3^m,973$, au pendule battant deux secondes. Si bien que, pour un intervalle de 4 secondes, il faudra donner au pendule une longueur de $15^m,888\ldots$, c'est-à-dire une longueur équivalente à la hauteur d'une maison de cinq étages.

Ceci posé, on comprend que ce n'est pas au pendule oscillant que M. Thomas demande une prolongation de marche, mais bien au pendule basculant, qui jouit de la double faculté de prolonger la durée de chaque oscillation, si cela était nécessaire ; mais surtout et principalement de posséder l'avantage d'absorber la plus faible somme de force motrice pour l'entretien de ses fonctions.

En effet, de même que le pendule basculant, dont la durée des oscillations est analogue à la durée des pesées d'un fléau de balance qui arriverait à l'équilibre des charges; de même la durée de l'oscillation du pendule basculant n'est plus, dans le cas présent, dépendante de la longueur des bras de levier, mais bien de l'instabilité de plus en plus approchée à mesure que les trois points, de suspension et du centre de gravité des lentilles, arrivent à se confondre dans une même ligne horizontale.

Ce sont ces propriétés toutes spéciales que M. Thomas a voulu utiliser au profit d'une durée de marche plus considérable; durée qu'il entend porter à une et même à cinq années de fonction sans être remontés.

Les moyens d'application employés par M. Thomas sont des plus ingénieux.

Ainsi sa suspension, quoique fonctionnant au-dessus du plan d'oscillation apparent, est à lames métalliques.

Les moyens de réglage y sont réduits à une simple vis de rappel à filets très-fins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La compensation métallique de son balancier y est obtenue à l'aide d'un seul métal.

Tout l'artifice consiste à corriger l'allongement métallique dû à la dilatation par la direction ou l'angle que forme, avec l'horizontale, le plan de glissement des lentilles.

De telle sorte que l'un détruit ou compense l'écart que l'autre aurait pu produire.

Les lentilles s'écartent et produisent un retard, pendant que le poids descendant, le centre de gravité s'approche verticalement du centre d'oscillation et y produit une accélération.

Tout le soin réside dans la relation à établir entre l'allongement horizontal des bras et l'abaissement du centre de gravité des lentilles :

En écartant les lentilles, on ralentit; voilà l'effet de la dilatation;

En abaissant les lentilles, on accélère; voici la compensation.

Tout dépend donc, nous le répétons, de la direction à donner au plan incliné qui produit, tout à la fois, un écartement et un abaissement du centre de gravité du balancier.

En ce qui concerne la régularité des fonctions obtenue par le balancier basculant, n'ayant eu à notre disposition les pièces d'horlogerie de M. Thomas que pendant un temps trop court pour juger convenablement de la régularité d'une marche aussi prolongée, il ne nous a pas été possible de nous prononcer en connaissance de cause.

M. Thomas nous a affirmé qu'il avait suivi avec un très-grand soin les fonctions de plusieurs de ses pendules et qu'il n'en faisait aucune différence avec le pendule oscillant.

On le voit donc, cette première partie de la communication de M. Thomas renferme des points très-intéressants, qui ont eu pour mobile le désir qu'a eu M. Thomas de prolonger assez la marche d'un mouvement d'horlogerie pour que l'on puisse, après une absence de plusieurs mois et même de plusieurs années, retrouver des indications d'heures reliant la vie écoulée au loin à la vie retrouvée au retour.

La seconde amélioration qui vous a été soumise par M. Thomas n'est autre que la suite de la première et témoigne d'une même préoccupation poursuivie dans toutes ses applications.

C'est l'addition, aux mouvements ordinaires d'horlogerie de cheminée, d'un cadran de quinzaine avec aiguille indicatrice à sautoir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De telle sorte que, sans surcharge pour la mémoire, sans préoccupation et sans oubli possible, chacun puisse remonter à jour fixe, simultanément ou l'une après l'autre, toutes les pièces d'horlogerie de son appartement, comme cela se pratique pour l'horlogerie portative de précision.

Enfin, le troisième point sur lequel M. Thomas a appelé votre attention a trait également à un pendule : le pendule conique ou circulaire continu qui prend, en ce moment, faveur à cause des facilités qu'il présente de se transformer en une œuvre d'art.

Il est de règle, en horlogerie, que, pour obtenir d'un pendule quelconque la plus grande somme de régularité dont il soit susceptible, il faut, toutes choses égales d'ailleurs, lui faire parcourir la plus grande partie de son oscillation en complète indépendance de la puissance qui l'actionne; en d'autres termes, qu'un pendule présente des garanties de régularité d'autant plus grandes que son contact avec le moteur est plus court.

Or, le pendule conique ou circulaire continu a précisément pour inconvénient son contact permanent et continu avec la puissance motrice qui le fait participer à toutes les variations de celle-ci et empêche de l'introduire dans des pièces de précision.

M. Thomas a cherché à améliorer cet état de choses en faisant usage d'un échappement à repos qui isole le balancier de son impulseur pendant une partie de l'oscillation.

Cet échappement remplit une autre condition non moins appréciable, celle de diviser la minute en 60 secondes et de faciliter l'établissement d'un cadran permettant ainsi de faire battre la seconde à des mouvements d'horlogerie qui semblaient le moins propres à cette application.

Nous avons vu fonctionner un de ces échappements et, quoique l'exécution laissât à désirer par suite du manque de l'outillage de précision nécessaire, la seconde était bien accentuée et conservait une certaine fixité qui nous a fait augurer qu'avec une exécution plus précise, ou même simplement avec les soins ordinaires de la fabrication manufacturière moderne, les résultats comme application du pendule conique avec indication de la seconde pouvaient devenir très-satisfaisants, surtout si M. Thomas, comme il s'apprête à le faire, rend plus normales les surfaces de contact de son échappement en ne le mariant plus avec l'organe de changement de direction des axes.

M. Thomas, Messieurs, n'est pas à ses débuts : plusieurs fois lauréat de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la Société, ses nombreux travaux et ses persévérants efforts lui ont mérité votre sympathie et vos encouragements. Persuadé que le Conseil voudra les lui continuer, nous avons l'honneur de lui proposer de remercier M. Thomas de ses intéressantes communications, d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société, avec les dessins qui l'accompagnent, et d'en mettre 500 exemplaires à la disposition du présentateur.

Signé DUMÉRY, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 23 *janvier* 1874.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 14 REPRÉSENTANT LES PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS DANS L'HORLOGERIE PAR M. Y. M. THOMAS.

Balancier basculant.

Les figures 1, 2, 3, 4, 5 représentent les différents organes du balancier basculant.

Fig. 1. Vue de face passant à l'intérieur de la cage du mouvement.

Fig. 2. Vue de profil.

Fig. 3. Vue en dessus.

Fig. 4. Bâti pour la suspension.

Fig. 5. Section transversale du même bâti.

Le balancier se compose d'une pièce plate triangulaire A,

De deux disques identiques B,

Et de deux tiges C réunissant les disques à la pièce A, au moyen des épaulements cylindriques D rivés sur cette pièce. Les extrémités supérieures de ces tiges sont réunies aux épaulements correspondants D par un assemblage à vis ou à goupille, tandis que les extrémités inférieures traversent librement les épaulements qui avoisinent les disques.

E, bâti de la suspension (fig. 4 et 5); il est coudé d'équerre, à chaque extrémité, pour porter intérieurement, à la partie supérieure, deux tenons maintenant par des vis deux lames métalliques F; ces lames sont réunies, à leur partie inférieure, par une traverse horizontale G munie, de chaque côté, d'une rainure pour recevoir le balancier.

H, ancre à tige de suspension coudée H', laquelle tige est maintenue au moyen d'un petit étrier fixé sur la face intérieure de la base du bâti E; l'ancre porte intérieurement, de chaque côté, une petite palette très-mince.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

I, roue d'échappement, fendue sur champ avec un peu plus de vide que de plein; les dents sont inclinées de manière que les palettes de l'ancre ne portent que sur les talons de ces dents pendant la durée du repos; c'est ce que M. Thomas appelle *échappement à ancre et à repos*.

J, pièce placée sur la platine antérieure de la cage, et munie d'une longue entaille verticale servant à recevoir l'appareil de la suspension qu'on y fixe à la hauteur voulue au moyen d'une vis.

K, vis de réglage, dont l'extrémité inférieure porte dans une petite cavité ménagée dans la traverse G.

Cadran indicateur du jour de remontage.

La figure 6 représente le cadran indicateur du jour de remontage.

Outre les deux grandes aiguilles ordinaires pour marquer les heures et la petite aiguille distincte qui marque les secondes, on voit qu'il y en a deux autres concentriques aux deux grandes, et dont les fonctions sont les suivantes :

La plus longue de ces deux aiguilles marque le nombre de jours écoulés depuis le remontage, et par conséquent indique le jour où il faut remonter la pendule ; la plus petite, qui est très-courte, marque les jours de la semaine.

Les figures 7, 8, 9, qui sont de grandeur d'exécution, représentent pour un cadran de quinzaine le mécanisme additionnel imaginé par M. Thomas pour réaliser cette utile indication.

Fig. 7. Vue de la division du cadran.

Fig. 8. Vue de face du mécanisme.

Fig. 9. Vue de profil du même.

L, petite plaque se fixant, à l'aide d'une vis, sur un pont placé sur la platine de devant du mouvement et à proximité de la roue des heures.

M, N, roues engrenant ensemble et montées sur deux petits axes rivés à la plaque L.

O, pont vissé sur la plaque L et servant à maintenir les roues M, N.

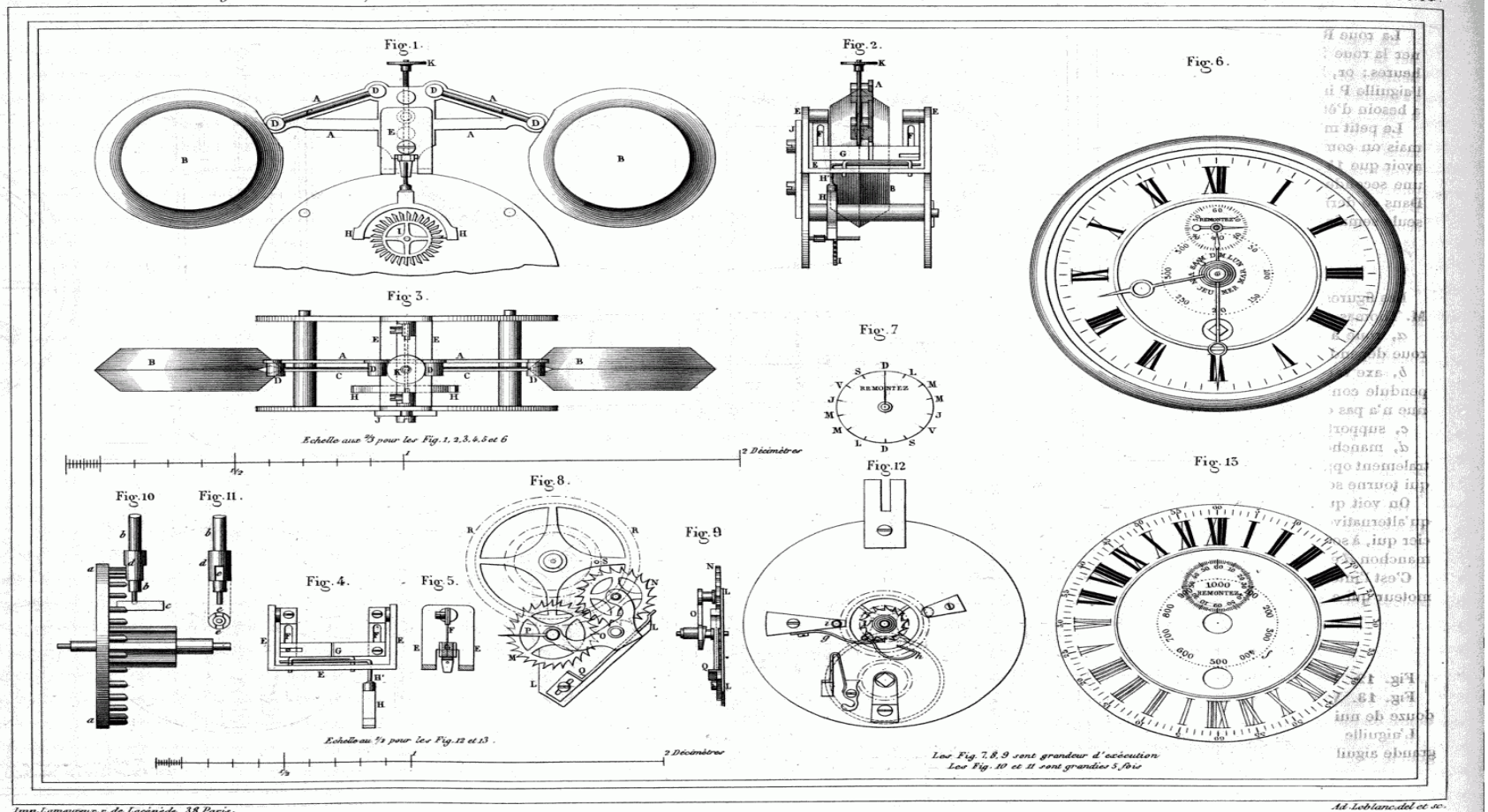
P, aiguille montée sur la roue M, et marquant les jours sur le cadran extérieur indiqué figure 7.

Q, ressort-valet fixé, d'un bout, sur la plaque L à l'aide d'une vis qui pénètre dans un œil allongé que lui présente l'extrémité de ce ressort ; cet œil allongé a pour but de permettre d'ajuster le ressort, avant qu'il ne soit fixé, de telle sorte que son extrémité supérieure pénètre entre deux dents de la roue N et l'empêche de tourner de plus d'une dent à la fois.

R, roue des heures du mouvement.

S, petite cheville fixée sur un des bras du croisillon de la roue R, et destinée à entraîner la roue N et, par conséquent, la roue M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède, 38. Paris.

AMÉLIORATIONS APPORTÉES DANS L'HORLOGERIE, PAR M. Y. M. THOMAS.

Ad. Leblanc del et sc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La roue R faisant un tour en douze heures, il s'ensuit que la cheville S fera tourner la roue N d'une dent à chaque douze heures et de deux dents en vingt-quatre heures; or, la roue N engrenant avec la roue M, et cette dernière ayant 28 dents, l'aiguille P indiquera la quinzaine au bout de laquelle on sera prévenu que la pendule a besoin d'être remontée.

Le petit mécanisme qui vient d'être décrit peut être appliqué à toutes les pendules, mais on comprend que, pour celles qui ne marchent que huit jours, la roue M ne doit avoir que 14 dents, à moins, cependant, qu'au lieu d'une seule cheville S on en ajoute une seconde, auquel cas la roue M avancera de quatre dents par vingt-quatre heures. Dans ce dernier cas, le petit cadran de la figure 7 ne devra porter que les jours d'une seule semaine.

Pendule conique avec échappement à repos.

Les figures 10 et 11 représentent le système d'échappement à repos, imaginé par M. Thomas pour le pendule conique.

a, roue à chevilles vue de profil; le diamètre et le nombre de chevilles de cette roue dépendent du nombre de vibrations et de la longueur du pendule.

b, axe vertical, mis en mouvement par la roue *a* et commandant le balancier ou pendule conique au moyen d'une fourchette horizontale, dont la disposition bien connue n'a pas été représentée sur la figure.

c, support fixe, sur lequel repose et tourne l'axe *b*.

d, manchon faisant corps avec l'axe *b* et muni de deux fentes verticales *e* diamétralement opposées, dans lesquelles s'engagent alternativement les chevilles de la roue *a* qui tourne sous l'action du ressort moteur.

On voit que la roue *a* conduit le balancier par l'intermédiaire de l'axe *b*, mais qu'alternativement, dès qu'une cheville a cessé son action sur cet axe, c'est le balancier qui, à son tour, actionne le même axe jusqu'à ce qu'il amène la fente opposée du manchon *d* en face d'une nouvelle cheville qui doit s'y engager.

C'est l'intermittence d'action des chevilles, c'est-à-dire l'intermittence d'action du moteur qui constitue ce que l'inventeur appelle l'*échappement à repos*.

Nouveau cadran de vingt-quatre heures.

Fig. 12. Vue de la platine du côté opposé au cadran.

Fig. 13. Vue du nouveau cadran divisé en vingt-quatre heures, douze de jour et douze de nuit.

L'aiguille des heures fait donc le tour du cadran en vingt-quatre heures, et la grande aiguille met deux heures à accomplir la même révolution.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce nouveau roulant a pour balancier un système basculant comme celui dont il a été question plus haut, et est nombré de manière que la roue d'échappement fait un tour par minute et le barillet un tour en cinquante-six jours; ce barillet est de dimension ordinaire et contient un ressort en usage de huit jours, capable de faire marcher le mouvement quatre cents jours.

Le compteur comporte une roue qui fait un tour en quarante jours et qui engrène avec la couronne dentée du barillet. Sur l'axe de cette roue est calé un pignon engrenant avec une roue à canon placée sur la roue des heures, et qui fait un tour en quatre cents jours; le canon de cette roue porte une aiguille indiquant la durée de marche sur un cadran spécial *f* (fig. 13).

Il y a, comme dans le système indiqué figure 6, un calendrier quotidien servant à indiquer le jour où on doit remonter le mouvement à longue ou à courte durée de marche.

La roue à canon placée sur la roue des heures, et dont il vient d'être question, est nombrée de manière à faire sauter une dent à chaque douze heures.

Un petit ressort *g* dit *valet* ou *sautoir* (fig. 12) tient cette roue immobile.

Un autre petit ressort *h* est vissé sur la partie plate de la roue des heures; toutes les fois que cette roue fonctionne, le ressort *h* qu'elle entraîne rencontre un petit doigt fixe *i* qui la fait fléchir pour que le ressort s'accroche à une dent d'une étoile *j*, afin de faire sauter l'aiguille qui marque les jours de la semaine.

(M.)

STATISTIQUE.

RAPPORT *fait par* M. ROY, *au nom du comité du commerce, sur l'*ATLAS DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE *de* M. LOUA, *sous-chef de la statistique générale au ministère de l'agriculture et du commerce.*

Une enquête officielle sur l'état de l'industrie française a été faite de 1861 à 1865. M. Loua, ingénieur, sous-chef du bureau de la statistique générale de France au ministère de l'agriculture et du commerce, a eu l'idée de traduire les résultats de cette enquête par des cartes, montrant, pour chacune de nos industries, sa répartition sur le sol français, et son degré d'importance relative dans chacun de nos départements; il a réuni ces documents dans trente-trois cartes, formant l'*Atlas de l'industrie française*, qu'il soumet à l'examen de la Société d'encouragement.

Pour rendre sensible la manière dont se localisent les diverses industries,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Loua divise le résultat général fourni par l'enquête, pour la France entière, par le nombre de nos départements, et obtient ainsi ce qu'il appelle le résultat moyen de chaque industrie; ce résultat moyen est désigné, sur les cartes, par la couleur bleue. Il établit ensuite deux classes pour les résultats au-dessus de cette moyenne: la teinte carmin représente le maximum du développement de l'industrie, la teinte blanche le minimum; une catégorie intermédiaire entre la moyenne et le maximum est signalée par la teinte rouge; la teinte jaune désigne une classe entre la moyenne et le minimum.

Les indications données par les diverses teintes sont complétées par une légende et par un tableau où les 89 départements sont classés par ordre décroissant des quantités ou valeurs; on saisit ainsi, d'un coup d'œil, la répartition avec le chiffre de la production ou de l'outillage de chacune de nos industries.

La carte n° 1 nous présente la statistique générale de la France; l'enquête estime la valeur des produits fabriqués à près de 10 milliards.

Sept départements produisent	de	200	à 800	millions.
Onze produisent.	de	125	à 200	—
Vingt-trois.	de	125	à 50	—
Trente et un.	de	50	à 25	—
Dix-sept.	de	25	à 0	—

Ces divers états de la production sont représentés par les différentes teintes.

M. Loua divise l'industrie en 16 groupes; une carte spéciale, pour chacun d'eux, présente la valeur totale des produits fabriqués. Nous passons ainsi en revue: les industries textiles, les industries extractives, la métallurgie, l'industrie du cuir, l'industrie du bois, l'industrie céramique, les produits chimiques, le bâtiment, l'éclairage, l'ameublement, l'habillement et la toilette, l'alimentation, l'industrie des transports, l'industrie de luxe.

Quelques-uns de ces groupes sont divisés en plusieurs catégories. Dans le premier, des cartes spéciales indiquent le nombre de broches filant le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coton, la laine, le chanvre et le lin; la valeur des produits fabriqués avec la soie; le second groupe comprend la production des combustibles minéraux, de la tourbe, des mines et minerais de fer, des usines métallurgiques, du sel marin; le troisième groupe renferme la production de la fonte, des fers marchands, de l'acier, des métaux autres que le fer.

La carte n° 29 nous montre la répartition des établissements industriels appartenant à l'État.

Les quatre dernières cartes fournissent la statistique des moteurs, machines à vapeur, roues hydrauliques, moulins à vent, classés par force de chevaux.

Enfin un tableau annexé cherche à montrer la décomposition du prix de revient pour chacune de nos industries en matière première, combustible, main-d'œuvre, loyer des bâtiments et mobilier, frais généraux. Tout en rendant justice aux efforts de M. Loua, nous croyons que cette partie de son travail est la plus discutable, et que le prix de revient variant, pour ainsi dire, selon chaque espèce de marchandise, il est impossible de donner un renseignement certain sur la décomposition de ce prix de revient en prenant une industrie en entier.

Nous excepterons donc ce dernier tableau, et ne parlerons que des cartes statistiques de M. Loua. Il est fâcheux que ce travail ne nous représente qu'une statistique remontant à dix années; des faits considérables se sont passés, dans l'industrie, dans cette période décennale. Ainsi, dans la production de l'acier, l'introduction du procédé Bessemer a amené des changements importants; la production du sucre indigène, qui, en 1863, ne dépassait pas 142 000 000 de kilog., est arrivée, en 1873, à 415 000 000. Pour beaucoup d'autres de nos industries, la nouvelle frontière qui nous a été imposée à la suite de nos malheurs a changé la statistique, en nous séparant de grands établissements métallurgiques, de filatures et de tissages importants, et en nous enlevant trois de nos départements les plus industrieux. Mais le travail de M. Loua ayant pour base le dernier recensement statistique, nous ne pouvons lui faire un reproche de ce manque d'actualité; la publication de l'enquête de 1864 ayant été retardée par les événements.

Un texte explicatif accompagne l'Atlas statistique de M. Loua; il nous semble que les observations qu'il donne seraient mieux à leur place sur chacune de ses cartes, auxquelles on pourrait les joindre en les résumant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le but de l'auteur étant de faire saisir rapidement l'ensemble de la statistique, il importe que les cartes présentent tous les renseignements, sans que l'on ait besoin d'avoir recours à un texte séparé.

Les industries textiles sont estimées et comparées selon leur nombre de broches; il eût été bon, comme renseignement annexe, de fournir une note sur le nombre de métiers à tisser.

Quoi qu'il en soit, et sous le bénéfice de ces observations, l'Atlas statistique de M. Loua se recommande par de grandes qualités. Rendre la statistique moins aride, la mettre à la portée de tous, la fixer dans la mémoire en parlant aux yeux, tel est, ce nous semble, le but que s'est proposé l'auteur, et il y a réussi. On connaît trop peu la distribution de nos forces industrielles et leur importance, et cette étude pourrait être facilitée, dans nos écoles de commerce et nos colléges, par les cartes qui nous sont présentées.

Votre comité du commerce a donc l'honneur de proposer de féliciter M. Loua au sujet de son travail, et de le remercier de la communication qu'il en a faite à la Société d'encouragement; il demande, en outre, que l'Atlas de M. Loua soit reproduit dans le *Bulletin* (1). Il croit utile de donner de la publicité à ces documents statistiques qui montrent le progrès de notre industrie. En 1840, la statistique industrielle calculait que les produits fabriqués pouvaient représenter une valeur de 4 milliards 167 millions; ils s'élevaient à 9 milliards 756 millions en 1865.

La production agricole n'est pas restée en arrière; et, de 5 milliards que la statistique nous donnait, en 1840 nous arrivons à 8 milliards. En trente-cinq ans, la production totale de la France industrielle et agricole s'est élevée de 9 milliards de francs à 18 milliards; elle a doublé.

Des progrès importants se sont encore accomplis depuis la publication de cette dernière statistique.

La Société d'encouragement doit se réjouir de ce développement de nos

(1) La Commission du *Bulletin* eût été heureuse de donner satisfaction au désir exprimé par M. le rapporteur; mais, après un examen attentif de l'Atlas de M. Loua, elle a reconnu l'impossibilité de publier un pareil travail, dont l'étendue et la complication sont hors de proportion avec le cadre du *Bulletin*. (R.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

forces, auquel elle n'est pas restée étrangère ; il nous a semblé qu'il serait bon de donner quelque publicité à ces magnifiques résultats.

Signé G. Roy, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 12 juin 1874.

ARTS ÉCONOMIQUES.

Rapport *fait par* M. Homberg, *au nom du comité des arts économiques, sur le* biberon a soupape *de* M. Robert, *à Dijon.*

Messieurs, M. E. Robert, de Dijon, a soumis à votre examen un biberon de son invention, et vous avez chargé votre comité des arts économiques de vous rendre compte du mérite de cette invention.

L'usage des biberons pour l'alimentation des enfants s'est beaucoup répandu, en France, depuis un demi-siècle. Dans plusieurs provinces, en Anjou, par exemple, presque tous les enfants sont élevés sans nourrices. Aussi beaucoup de perfectionnements ont été apportés aux premiers biberons qui, dans l'origine, ne consistaient qu'en un simple flacon bouché par une éponge enveloppée dans un linge.

Ce suçoir primitif a été remplacé par des tétines plus ou moins ingénieuses. Dans ces derniers temps, on a adapté un tube en caoutchouc entre la tétine et le flacon, ce qui permet de faire teter l'enfant dans son berceau sans le déplacer et sans risquer, en inclinant le biberon sur sa bouche, de l'engouer ou de laisser tomber sur lui le liquide contenu dans le flacon. M. Dabo, auquel on doit beaucoup des perfectionnements apportés aux biberons, a inventé aussi, récemment, un système fort ingénieux pour modérer plus ou moins, au moyen d'un obturateur, l'introduction du liquide dans la tétine, de manière à proportionner le débit du biberon à l'âge de l'enfant.

Mais, en dehors de ces perfectionnements, tous les biberons en usage jusqu'à ces derniers temps présentaient encore un très-grave inconvénient. Si le flacon est hermétiquement fermé comme dans le plus grand nombre des appareils usités, l'enfant, en aspirant le liquide, fait le vide dans le flacon, et la succion devient pénible et fatigante, surtout lorsqu'elle s'opère à l'aide du tube en caoutchouc dont nous avons parlé. En effet, lorsque, le bi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

beron n'étant pas muni de tube, la tétine adhère au bouchon, le vide qui se forme par la succion a moins d'inconvénients, car, dès que l'enfant éprouve trop de fatigue, il quitte le suçoir, et l'air peut aussitôt rentrer.

Il n'en est pas de même lorsque la succion se fait par un tube, et l'allaitement devient très-fatigant, et peut même compromettre la santé de l'enfant. Trop souvent, malheureusement, les nourrices ne prennent pas le soin de maintenir le flacon à la hauteur voulue ; de sorte que l'enfant est déjà obligé de faire effort pour produire l'ascension du liquide dans le tube, et cet effort est considérablement augmenté par la différence de pression qui s'établit entre l'air extérieur et celui contenu dans le flacon.

Si, pour remédier à cet inconvénient qui peut avoir des conséquences funestes pour la santé de l'enfant, on ménage, comme le font quelques fabricants de biberons, une rainure vide dans le bouchon du flacon pour permettre la rentrée de l'air, le liquide s'écoule alors avec trop de facilité et mouille l'enfant ou la personne qui l'allaite. M. Robert a eu l'heureuse idée d'adapter au bouchon des biberons une petite soupape qui, en permettant à l'air de rentrer avec la plus grande facilité dans le flacon, à mesure que le liquide en sort, rend son écoulement par succion toujours également facile, et ne permet pas cependant au liquide de couler, même lorsque le flacon est complétement renversé.

Cette petite soupape, d'une extrême simplicité, consiste en un dé en caoutchouc fendu obliquement, de telle sorte que la plus légère pression exercée par l'air à l'intérieur du dé entr'ouvre la fente que la pression du liquide, au contraire, maintient fermée.

Ce petit ajutage est d'une valeur si minime, qu'il n'augmente pas sensiblement le prix de l'appareil; le biberon de M. Robert est livré, par lui, au prix de 80 centimes, et se vend, dans le commerce, de 1 fr. 50 à 2 fr. 50 ; dans certains bazars, on le trouve même au prix de 1 fr. 25.

Par cette invention aussi simple qu'ingénieuse, M. Robert a rendu un véritable service à l'humanité! Son biberon, expérimenté d'abord dans les hôpitaux de Sens et de Dijon, a reçu l'approbation des médecins, et M. le Dr Moreau, chirurgien en chef des hospices de Sens, dans un rapport inséré dans le *Courrier de l'Yonne* du 6 août 1873, a déclaré que, depuis l'emploi de ce biberon, la mortalité des nourrissons avait diminué d'un dixième. Aussi le biberon-Robert est-il, aujourd'hui, déjà très-répandu. L'inventeur a fait passer sous les yeux de votre comité un grand nombre de lettres de ses clients qui, tous, font l'éloge de son biberon et lui en demandent de nouveaux envois,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et il lui a affirmé que, dans cette seule année, il en livrera 150 000 au moins.

Nous avons visité, au palais de l'Industrie, l'exposition de tous les objets relatifs à l'enfance qui a eu lieu en 1873, et le biberon à soupape de M. Robert nous a paru, par sa simplicité et son bon marché, tenir la première place parmi les appareils du même genre.

Nous ne pouvons, Messieurs, que vous proposer de remercier M. Robert de son intéressante communication, et d'ordonner l'insertion du présent rapport dans votre *Bulletin*.

Signé HOMBERG, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 26 *décembre* 1873.

SILVICULTURE.

SUR UNE ESSENCE FORESTIÈRE ENCORE PEU CONNUE,

PAR M. CHATIN,

Membre du Conseil (1).

Les habitants du nord de la France qui en parcourent la région méditerranéenne se trouvent, en réalité, transportés dans un pays dont la végétation est pour eux beaucoup plus nouvelle que ne l'est celle de l'Afrique septentrionale pour les indigènes de nos départements du Midi.

Si, passé le premier moment de surprise et de désappointement ou d'admiration, suivant les dispositions actuelles de son esprit, l'homme du Nord cherche, par l'analyse du tableau de la nature, à se rendre compte de ses impressions, il reconnaît bien vite que celles-ci tiennent, pour une grande part, à ce que les espèces végétales placées sous ses yeux diffèrent de celles qu'il était habitué à voir.

Ce sont le pin d'Alep et le pin à pignon ou pin parasol qui remplacent le pin silvestre; ce sont les lentisques, les térébinthes et le chêne kermès qui, dans les arides garigues, tiennent lieu du prunellier et de l'épine blanche,

(1) Communication faite dans la séance du 28 juin 1872.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tandis que l'yeuse et un chêne aux feuilles duveteuses constituent les grands massifs boisés ayant pour base, dans le Nord, les chênes rouvre et pédonculé.

Entre les yeuses (on en compte plusieurs races) et nos chênes du Nord à feuilles caduques le contraste est grand ; il frappe sans qu'on ait à l'analyser. Mais il n'en est plus de même des chênes de Provence à feuilles caduques, comparés à leurs analogues de l'Ile-de-France, de la Picardie ou de la Bourgogne. Entre ces chênes la ressemblance est grande, si grande qu'on est porté à admettre leur identité. Cette identité des chênes à feuilles caduques du Midi et du Nord n'a pas, en effet, été admise seulement par tout le monde, elle l'a été spécialement par les forestiers qui, cependant, comptent plus d'un savant botaniste.

Et cependant, le chêne à feuilles caduques du Midi n'est pas le même que celui du Nord; il y a, de ma part, peu de mérite à le constater. Comme forestier, comme botaniste même, je ne l'aurais peut-être pas remarqué, si mes études sur les conditions de la production truffière ne m'eussent nécessairement conduit, par la multiplicité des observations et comparaisons, à distinguer ce qui, jusque-là, était passé inaperçu, sinon des botanistes, auxquels on ne peut reprocher que de ne pas avoir aperçu la grande diffusion de l'espèce, du moins des silviculteurs.

Je visitais le bas Dauphiné, la Provence, et, plus tard, le Périgord, etc., ayant présente à l'esprit cette donnée, cette affirmation générale que « la truffe croît sous le *chêne blanc*. » Or, tous les forestiers et les botanistes rapportant le vrai chêne blanc au *Quercus pedunculata* (les noms de chêne noir, chêne rouvre étant réservés par eux au *Q. sessiliflora*), je m'attendais naturellement à trouver les truffières dans le voisinage exclusif du chêne pédonculé. Mais grande fut ma déception ; malgré toutes mes recherches, je ne rencontrai de truffes dans la Provence (où, d'ailleurs, elles sont plus communes que dans le Périgord) que sous les chênes verts et un chêne à feuilles caduques qui me parut d'abord être le chêne rouvre. Et non-seulement je ne trouvai pas de truffes sous le chêne pédonculé, mais je ne pus découvrir un seul pied de cet arbre dans les localités truffières.

Aussi peut-on assurer, sinon que le chêne pédonculé est étranger aux contrées sèches de la Provence, du moins qu'il y est rare et qu'il n'est pour rien dans la production de la truffe.

Or, après avoir bien constaté que le chêne à feuilles caduques de Provence n'avait rien de commun avec le vrai chêne blanc ou chêne pédonculé, je finis par m'apercevoir qu'il n'était pas semblable au chêne rouvre lui-même. Il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avait sans doute, comme ce dernier, les glands sessiles; mais son aspect général en différait sensiblement. Son écorce était, en effet, marquée, notamment sur les pieds arrivés à l'âge d'exploitation, de plus nombreuses fissures transversales. Quant aux feuilles, examinées de près, elles présentaient, adultes, un duvet roussâtre le long des nervures, et jeunes, un abondant tomentum blanchâtre étendu sur toute leur page inférieure; même la forme générale des feuilles, quoique infiniment variée, se distinguait souvent par des échancrures plus profondes que celles du chêne rouvre, quelques pieds allant jusqu'à présenter, par leurs feuilles profondément lyrées, l'apparence du chêne tauzin. Or tous ces caractères répondent au *Quercus pubescens*, Willd. ; *Quercus robur*, var. *β*, ou *lanuginosa*.

Le chêne pubescent est, du reste, un bien vieil habitant du Midi, car M. G. Planchon a constaté sa présence à l'état fossile dans les tufs de Castelnau, près Montpellier (G. Planchon, *Études sur les tufs fossiles de Montpellier*, 1863), observation étendue plus récemment, par M. de Saporta, aux tufs de la Provence.

Je devais, une fois sa distinction bien établie, retrouver le chêne pubescent sur une aire très-étendue ; à peu près le seul chêne à feuilles caduques en Provence et dans le bas Dauphiné, le Languedoc, le Quercy, le Périgord et le Poitou, il se mêle aux chênes rouvre et blanc dans le haut Dauphiné, les Cévennes, la Savoie et la Bresse; de nombreux pieds en existent même aux environs de Paris, à Étréchy, Lardy, Montlhéry, Meudon, bois de Boulogne et du Vésinet.

Circonstance bien digne de remarque, une variété du chêne pubescent type, variété que caractérisent, avec ses fruits notablement pédonculés, son port plus élevé et son habitat dans les sols frais, vit près de lui dans le Loudunois, où je l'ai observée, et sans doute en d'autres localités. Cette variété est (avec moins de longueur dans les pédoncules) au chêne pubescent sessiliflore ce qu'est le chêne blanc au chêne rouvre; elle donne de grandes pièces de charpente et, en général, les bois d'industrie, que le chêne pubescent commun, avec sa lente croissance dans les sols arides, pour lesquels on le réserve, ne saurait jamais, ou que bien rarement produire ; par compensation, cette dernière essence fournit d'excellent bois de chauffage et des écorces recherchées des tanneurs.

Les conditions d'habitat des chênes pubescents et leurs qualités forestières me paraissent devoir fixer l'attention au point de vue des avantages qu'offrirait leur naturalisation dans un assez grand nombre de nos départements.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si le chêne pubescent à fruits pédonculés ne semble pas devoir disputer avec avantage, dans les régions du Centre et du Nord, les sols fertiles au chêne pédonculé commun, dont la végétation est plantureuse et le bois très-nerveux, il n'en est plus ainsi du chêne pubescent à glands sessiles, lequel l'emporte, à plusieurs égards, sur le chêne rouvre. La comparaison entre ces deux essences voisines, qu'on peut considérer sous les rapports suivants, fera bien comprendre les avantages spéciaux du chêne pubescent :

1° La nature du sol;
2° La résistance au froid;
3° L'accroissement ou le produit annuel;
4° Les produits accessoires.

1° Le sol. — Le chêne pubescent est, comme le rouvre, l'arbre des lieux secs; mais cette qualité est portée chez lui beaucoup plus loin que dans ce dernier, comme le montrent ses peuplements couvrant les sols, essentiellement maigres et rocailleux, désignés dans le Poitou sous le nom de galuches, dans le Midi sous celui de garigues.

On sait qu'ici il forme, par contraste avec les buissonneuses garrouilles (chêne kermès, *Quercus coccifera*), presque un arbre de haut port.

2° La résistance au froid. — Des observations positives manquent pour établir que le chêne pubescent ait, quant au froid, une résistance égale à celle du chêne rouvre. On peut même induire de son absence, ou du moins de sa grande rareté dans le nord de l'Europe et dans la région alpine des Cévennes et du Ventoux, qu'une plus grande sensibilité au froid limite son extension, tant en latitude qu'en altitude. Toutefois on peut admettre que, jusqu'à une certaine limite, à peu près marquée par le climat de Paris, sa résistance au froid paraît ne pas différer de celle du chêne rouvre. Ces deux arbres vivent, en effet, côte à côte sur quelques points entre Étampes et Paris, sans que l'un gèle plus que l'autre ; j'ai même constaté qu'en 1871, à la forte gelée du 18 mai, et en 1872 dans la froide nuit du 11 au 12 mai, les jeunes pousses du chêne pubescent avaient moins souffert à Lardy-Pocancy et au bois de Boulogne que celles du chêne rouvre. Mais n'accordant pas à ces observations plus de valeur qu'elles n'en comportent tant qu'elles n'auront pas été généralisées, je me contente de dire que, « sous le climat de Paris, le chêne pubescent ne résiste pas moins au froid que le chêne rouvre. » Ce point acquis suffit, d'ailleurs, à faire prévoir la possibilité d'ajouter beaucoup à l'étendue du domaine du chêne pubescent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° L'accroissement ou le produit annuel relatif. — Le chêne pubescent formant ordinairement le peuplement des sols les plus rocailleux, on comprend que, dans ces conditions défavorables, il n'ait souvent qu'une croissance lente et une apparence plus ou moins buissonneuse. Cependant il ressort clairement des comparaisons que j'ai pu faire sur quelques points où les chênes rouvre et pubescent croissent en mélange que, dans des conditions similaires de sol très-aride, le chêne pubescent est celui qui a la végétation la plus belle ou plus justement la moins abroutie. J'ai fait une observation d'ordre inverse sur quelques pieds venant dans les bonnes terres du bois de Clamart. Aussi le fait sur lequel j'insiste, parce qu'il me paraît constant et entraîner d'heureuses applications, c'est que dans les sols les plus secs et les plus maigres, le chêne pubescent prend plus d'accroissement que le chêne rouvre, celui-ci étant réduit à l'état de buisson là où le premier donne des brins encore assez bien venants.

Ces observations indiquent qu'il y aurait avantage à introduire le chêne pubescent dans les lieux maigres et rocailleux du centre et du centre-nord, de l'est et de l'ouest de la France, où les peuplements ne sont aujourd'hui constitués que par le chêne rouvre et le chêne blanc. Les coteaux secs, tant calcaires que siliceux de la Bourgogne et de la Champagne; ceux qui encaissent la Seine et ses affluents au-dessus et en aval de Paris me paraissent surtout appelés à recevoir utilement le chêne pubescent. Élevée sous des pins destinés à lui servir de premier abri et à former le sol, cette essence paraît, en particulier, devoir compléter l'heureuse révolution qu'a faite dans la Champagne l'introduction des arbres verts, d'abord par les frères Saint-Denys, ensuite par leurs nombreux imitateurs.

Ajouterai-je que, joignant l'exemple au précepte, je viens de peupler de Chêne pubescent une certaine étendue (1 hect. 75 ares) des pentes sableuses du bois des Essarts-le-Roi, où la bruyère ne semblait pouvoir être remplacée que par des pins. Quelques graines de pin maritime et de pin de Riga ont été mêlées au semis de chêne, à la fois pour l'abriter en formant un premier et léger couvert, améliorer le sol, et fournir quelques produits transitoires.

Sans doute ce n'est là qu'une petite expérience; mais faite dans des conditions données, sur une bruyère aride où se voient quelques pieds de chêne rouvre en souffrance et à l'état de maigres buissons, celle-ci pourra, cependant, ne pas être sans intérêt. Je compte, d'ailleurs, à la prochaine glandée, étendre le peuplement de chêne pubescent à une côte moins aride, mais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

encore peu convenable à la plantation du chêne rouvre (1). Est-il besoin d'ajouter que, si j'expérimente sur une terre siliceuse, c'est faute de posséder des terres calcaires.

4° Produit accessoire. — Un produit que je n'indiquerai que comme ressource accessoire des peuplements forestiers obtenus avec le chêne pubescent, mais qui, dans les terres calcaires, dans celles surtout des formations jurassiques et crétacées du Berry, de la Bourgogne, de la Champagne, du Saumurois, etc., pourra être d'un revenu beaucoup plus considérable que le bois lui-même, c'est la production des truffes, laquelle suit à peu près partout le chêne pubescent, de la Provence jusqu'à Étampes et le Coudray, près Corbeil.

On peut espérer, en particulier, que l'introduction du chêne pubescent dans la Champagne et la Bourgogne dotera de la truffe noire ou truffe du Périgord (*Tuber cibarium*), ces provinces, qui n'ont que la truffe grise ou musquée (*Tuber brumale*) et la truffe rousse (*Tuber rufum?*). Et ce serait un grand avantage pour ces pays, car on sait que la qualité de ces diverses truffes tient à l'espèce végétale elle-même, beaucoup plus qu'au sol et au climat; que, par conséquent, la truffe noire ne différerait pas sensiblement, en Champagne et en Bourgogne, de ce qu'elle est en Périgord, en Provence, dans le Dauphiné ou le Poitou, contrées où il n'est pas rare de voir des bois plantés seulement depuis quinze ou vingt ans donner, par an, 200 kilog. de truffes représentant, en première main, une valeur de 2000 francs. Mais réduisons ces chiffres, au vingtième, il restera encore un produit annuel de 100 francs à l'hectare, ce qui revient à dire que les mauvais sols, dont nous avons ici spécialement en vue le peuplement, donneront un revenu supérieur à leur valeur foncière. C'est donc la production forestière elle-même qui, en réalité, donnerait ici le revenu accessoire.

Quoi qu'il en soit des ressources qu'offrirait, parallèlement au produit bois, la production truffière, je laisse de côté celle-ci, qui paraîtra, à beaucoup d'esprits dont je respecte les doutes, hypothétique jusqu'au jour où l'expérience aura prononcé, pour ne m'attacher qu'aux avantages directs qu'offrirait l'introduction du rustique chêne pubescent dans les rocailles impropres au bon développement du chêne rouvre, et je conclus en disant que cette introduction est appelée à être, dans les conditions indiquées plus haut, une bonne opération forestière.

(1) Le sol calcaire est, tous les faits l'indiquent, de beaucoup préférable aux terres siliceuses pour les plantations de chêne pubescent; les propriétaires d'un tel sol ne devront pas l'oublier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTE

SUR LES GISEMENTS DE PHOSPHATE DE CHAUX DU CALVADOS, ET SUR LES RECHERCHES FAITES DANS CETTE RÉGION PAR M. DE MOLON (pl. 15).

Description.

Le Calvados est un des départements les plus intéressants au point de vue géologique. La diversité des couches dont le sol se compose, la grande quantité de fossiles qu'on y rencontre et les gigantesques coupes que présentent les falaises ont, depuis longtemps, attiré l'attiré l'attention des géologues. C'est en étudiant avec soin, près de Bayeux, la célèbre carrière de Saint-Vigor-le-Grand, que, frappé de l'aspect de certaines couches, M. de Molon ne tarda pas à y reconnaître la présence d'une notable quantité de phosphate de chaux. Ces couches, qui reposent sur le lias, appartiennent à l'oolithe inférieure et sont recouvertes par les dépôts de la Grande oolithe.

Le tableau suivant indique les subdivisions tracées et les dénominations adoptées par M. de Molon dans les couches dont il est question :

	ÉTAGES.	SOUS-ÉTAGES.	CARACTÈRES MINÉRALOGIQUES.
TERRAIN JURASSIQUE.	Bathonien...	Grande Oolithe.	Calcaire jaunâtre oolithique.
		Terre à foulon (Fuller's Earth).	Argile de Port-Calcaire de Caen.
	Bajocien.....	Oolithe blanche.	Calcaire à oolithes marneuses.
		Oolithe ferrugineuse.	Calcaire à oolithes ferrugineuses.
		Malière.	Calcaire à silex.
	Toarcien.....	Lias supérieur.	Argile et calcaire argileux.
	Liasien.....	Lias moyen.	Argile et calcaire.
	Sinemurien.	Lias inférieur.	Argile et calcaire bleus.

Tout cet ensemble repose sur les couches redressées des terrains de transition.

La partie phosphatée se trouve à la base de l'oolithe ferrugineuse et à la partie supérieure de la Malière. La coupe de la carrière de Saint-Vigor-le-Grand, représentée figure 1, planche 15, montre clairement les positions respectives de ces couches.

La zone phosphatée supérieure, qui a 0m,15 d'épaisseur environ, se compose de nodules enveloppés d'une matière ferrugineuse en couches concentriques et variant de la grosseur d'une noisette à celle du poing; on y rencontre fréquemment le *Belemnites giganteus*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le banc noduleux repose sur le banc phosphaté de la Malière, qui est à peu près compacte et dont l'aspect rappelle celui du Tun de la craie de Lille (Nord). Le banc de la Malière varie de 0m,15 à 0m,25 d'épaisseur; c'est, à beaucoup près, le plus important. On y trouve les *Ammonites Murchisone* et *Sowerbyi*, ainsi que la *Lima heteromorpha*.

On a rencontré ces deux bancs, ou tout au moins l'un d'eux, dans les localités suivantes :

Arrondissement de Bayeux. — *Canton de Trévières :* Sainte-Honorine-des-Perthes, Formigny, Surrain, Russy, Étreham, Maisons.
Canton de Ryes : Vaux-sur-Aure.
Canton de Bayeux : Sully, Vaucelles, Saint-Vigor-le-Grand.
Canton de Balleroy : Condé-sur-Seulles, Chouain.

Arrondissement de Caen. — *Canton de Tilly :* Carcagny, Ducy-Sainte-Marguerite, Andrien, Tilly, Fontenay-le-Pesnel, Mouen, Verson.
Canton de Caen : Bretteville-sur-Odon.
Canton d'Évrecy : Fontaine-Étoupefour, Évrecy.
Canton de Bourguébus : Saint-André-de-Fontenay, May.
Canton de Bretteville-sur-Laize : les Moutiers-en-Cinglais.

Voici quelques détails sur ces gisements :

Sainte-Honorine-des-Perthes. — On rencontre les deux bancs de phosphate dans la falaise, entre Sainte-Honorine et Port-en-Bessin. La masse principale de cette falaise ne présente que trois terrains : la grande Oolithe à la partie supérieure, le *Fuller's Earth* à la partie moyenne, et l'oolithe blanche à la base ; mais il existe une faille qui longe la côte à une faible distance dans la mer et qui fait surgir des couches inférieures, de sorte que, lorsque les petits caps ou pointes s'avancent jusqu'à la ligne de cette faille, ils sont affectés par elle, et il en résulte une disposition analogue à celle que représente la figure 2 de la planche 15.

On voit que, grâce à la faille, les deux bancs phosphatés sont mis au jour ; celui de nodules a peu d'importance, tandis que le banc de la Malière conserve son épaisseur normale de 0m,15 à 0m,30. Au point où la coupe est faite, ils sont à 2 mètres environ au-dessus de la grève, mais c'est leur hauteur maxima; ils s'infléchissent en avant et en arrière, et redescendent ensuite au niveau de la mer, où ils sont souvent mis à nu et, formant le sol même de la grève sur des surfaces considérables, peuvent alors être exploités sans aucun déblai préalable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'oolithe ferrugineuse ne présente ici que quelques centimètres d'épaisseur ; elle s'amincit encore en se rapprochant de Sainte-Honorine, et finit même par disparaître complétement.

Ce premier gisement est entièrement isolé et ne se relie que souterrainement à ceux qui vont suivre.

Formigny. — C'est le point le plus occidental où on ait constaté la présence du phosphate de chaux de l'oolithe inférieure ; il présente là ses deux couches. La couche supérieure noduleuse est très-mince, et l'autre semble avoir $0^m,15$ environ. On peut les étudier sur la route de Formigny à Vierville, à 300 mètres environ de l'église du premier de ces villages.

Surrain. — L'affleurement disparaît sous les alluvions, entre Formigny et Surrain, on le retrouve dans le chemin vicinal de Surrain à Sainte-Honorine, ainsi que dans plusieurs chemins creux aux environs. Le banc de nodules fait quelquefois défaut, mais celui de la Malière est toujours visible. On voit, sur la route de Formigny à Russy, toute l'oolithe ferrugineuse disparaître ; l'oolithe blanche repose alors directement sur le phosphate de la Malière.

Russy et *Étreham*. — Le gisement de phosphates se voit dans la commune de Russy, au hameau de Belle-Fontaine, où on peut le suivre jusqu'à l'église d'Étreham. D'anciennes carrières ouvertes pour exploiter le silex de la Malière ont traversé ses deux couches en plusieurs points. Une ondulation fait arriver le terrain dont il est question au fond de la vallée d'Aure, près de la Fosse-du-Soucy, où la rivière se perd ; les alluvions cachent alors le dépôt et on ne le retrouve plus que sur l'autre rive, dans la commune de Maisons.

Maisons.— Un puits creusé à la ferme de Cascado montre les couches de phosphates à 10 mètres de profondeur environ ; on les trouve aussi à la surface des champs, au sud de l'église.

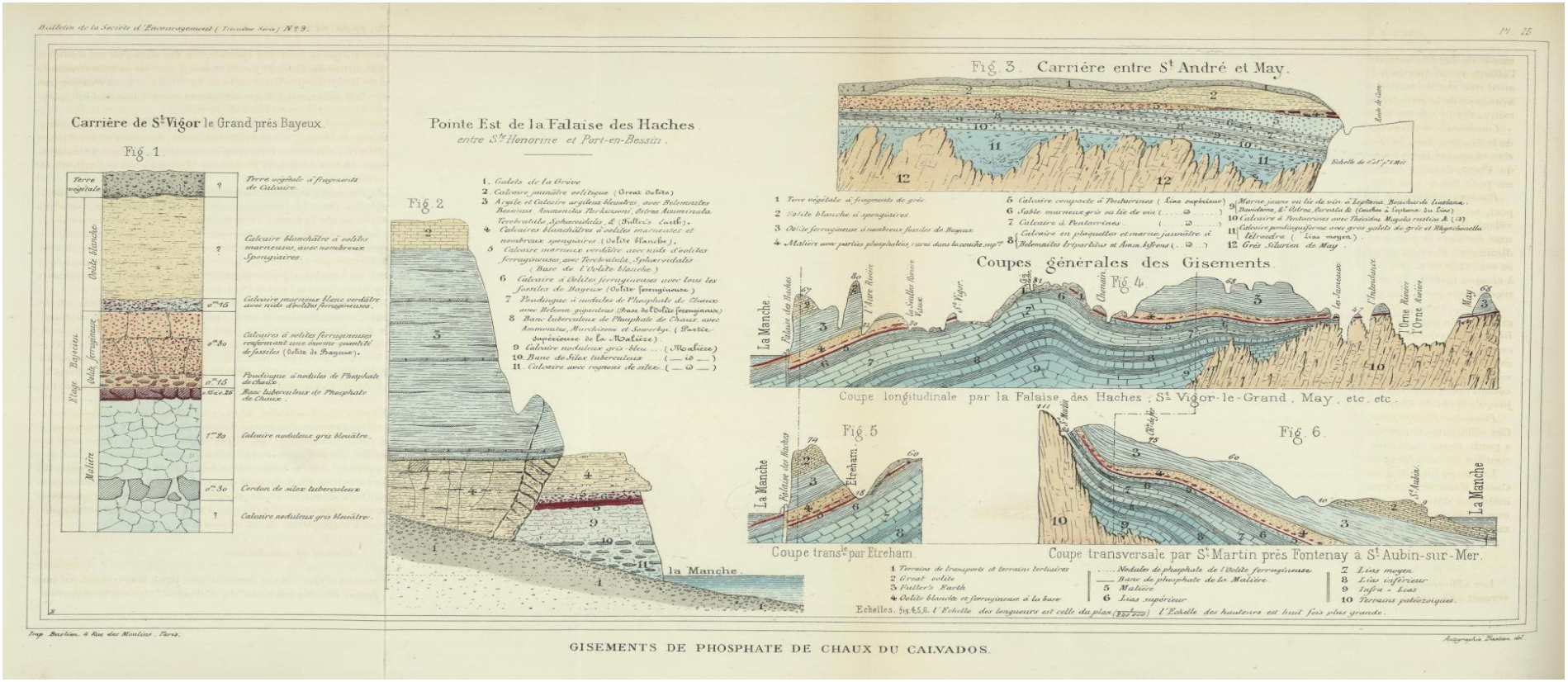
Sully et *Vaucelles*.— C'est dans ces communes que le gisement offre sa plus grande importance ; là il quitte la rive gauche de l'Aure pour reprendre, comme à Étreham, la rive droite. Plusieurs carrières l'ont mis à découvert et permettent de constater le banc noduleux et ferrugineux supérieur, sur une épaisseur de $0^m,10$, reposant sur celui de la Malière, dont la puissance varie de $0^m,20$ à $0^m,30$. On le suit à travers les communes de Sully et de Vaucelles jusqu'aux portes de Bayeux.

Vaux-sur-Aure et *Saint-Vigor-le-Grand*. — Avant d'arriver à Bayeux, un dépôt épais de terrains de transport cache les couches de phosphates, mais elles reparaissent près des villages de Vaux-sur-Aure et de Saint-Vigor-le-Grand, sur la rive droite de l'Aure. Elles ont été mises à découvert dans quelques carrières aujourd'hui abandonnées, et ont une importance sensiblement égale à celle qu'elles présentent à Sully et à Vaucelles. (Voy., figure 4, la coupe de la carrière de Saint-Vigor-le-Grand.)

Carcagny, *Ducy* et *Andrien*. — Une assez grande lacune causée par les recouvre-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



GISEMENTS DE PHOSPHATE DE CHAUX DU CALVADOS.

ments en terrains tertiaires et récents se présente après Saint-Vigor, et l'on ne retrouve l'affleurement que dans les environs de Carcagny. On le suit à travers cette commune, ainsi que sur les territoires de Ducy-Sainte-Marguerite et Andrien ; il ne s'éloigne pas beaucoup de la rive droite de la Seulles, mais des ondulations assez fortes le font apparaître, tantôt sur les collines et tantôt dans le fond de la vallée.

Condé-sur-Seulles et *Chouain*. — Les couches de phosphates qui affleurent au niveau de la Seulles, dans la commune de Ducy, près le Pont-de-Condé, se relèvent sur l'autre rive et apparaissent à une dizaine de mètres au-dessus de la vallée, en face du moulin de Flaye, dans les communes de Condé-sur-Seulles et de Chouain ; elles forment là un petit îlot de peu d'importance.

Fontenay-le-Pesnel. — Après une nouvelle interruption due aux terrains de transport, on retrouve les phosphates dans la commune de Fontenay-le-Pesnel, près du village de Saint-Martin et autour de la ferme de Saint-Nicolas. Bien qu'ayant encore une certaine importance, on remarque cependant que leur puissance commence à diminuer ; c'est qu'on approche du rivage de l'ancienne mer dans laquelle ces dépôts se sont effectués. Des récifs formés par les terrains paléozoïques de la côte surgissent à chaque instant, et souvent les couches de phosphates buttant contre ces récifs sont recouvertes par d'autres dépôts qui les cachent à l'œil de l'observateur.

Mouen, *Verson* et *Bretteville-sur-Odon*. — Ce sont les dernières localités où le gisement de phosphates semble assez continu et assez épais pour pouvoir être exploité. Bien qu'il présente parfois des interruptions, on peut cependant l'étudier, dans la commune de Mouen, au carrefour de la voie romaine et du chemin de Mouen à Verson. Dans la commune de Verson, on le rencontre dans les chemins creux au nord du village, ainsi qu'au lieu dit *les Jumeaux*, sur la grande route de Bayeux et dans le coteau entre cette route et l'Odon. On le suit enfin à travers le village de Bretteville jusqu'auprès de Caen.

Fontaine-Étoupefour, *Évrecy*, *Saint-André*, *May* et *les Moutiers en-Cinglais*. — Ces différentes communes offrent encore des traces de phosphates, mais le gisement y a perdu toute régularité et toute continuité ; on l'aperçoit de place en place avec les couches encaissantes former des poches dans les récifs de roches anciennes.

La coupe (fig. 3) d'une carrière située entre Saint-André et May, sur la route de Caen à Harcourt, indique le caractère d'irrégularité que revêtent les dépôts jurassiques inférieurs dans ces localités. On voit que le dépôt phosphaté ne s'est effectué que dans une faible partie de la carrière, et encore il n'y est que d'une manière tout à fait rudimentaire. Dans ces conditions l'exploitation en est impossible.

Résumé et conclusions.

Les affleurements qui viennent d'être décrits forment une ligne très-irrégulière traversant obliquement une partie du département du Calvados, suivant la direction

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

générale Nord-Ouest, Sud-Est. La distance, à vol d'oiseau, entre les points extrêmes du gisement exploitable, c'est-à-dire entre Formigny et Bretteville-sur-Odon, est de 40 kilomètres; la ligne des affleurements elle-même serait de plus de 60 kilomètres, mais elle ne peut être mise à jour partout. Le plongement a lieu vers la mer avec une inclinaison moyenne de $0^m,02$ par mètre. (Voir les coupes des figures 4, 5 et 6.)

Le dépôt prend sa plus grande importance aux environs de Bayeux. Il est formé, là, de deux bancs distincts : le supérieur composé de nodules disséminés sur une épaisseur de $0^m,10$ à $0^m,15$; l'inférieur, compacte, de $0^m,20$ à $0^m,30$. Le premier est le moins constant, il manque complétement sur certains points, tandis que le second se développe sans interruption, mais avec une épaisseur qui diminue vers les points extrêmes. Quoi qu'il en soit, la puissance moyenne des deux bancs ne saurait être évaluée à moins de 20 centimètres.

On comprend l'importance d'un pareil gisement, qui s'étend dans tout le pays entre les affleurements et la mer, et qui, par conséquent, peut donner lieu à la fois à une exploitation à ciel ouvert et à une exploitation souterraine. A cet égard, M. de Molon se livre à des calculs d'où il résulte que l'exploitation à ciel ouvert pourrait produire 450 000 tonnes, et l'exploitation souterraine plus de 150 millions de tonnes.

(M.)

ARTS PHYSIQUES.

SUR LA CONDUCTIBILITÉ DES TENSIONS MAGNÉTIQUES, PAR M. JAMIN.

« On a imaginé le mot de *force coercitive* pour exprimer la différence entre le fer et l'acier. On définit cette force : la difficulté qu'on éprouve à aimanter le métal et la résistance qu'il oppose aux causes de désaimantation. Cela est vague et ne repose sur aucune expérience définie : revenons aux faits.

« Je prends une bobine horizontale composée de 400 tours d'un fil de cuivre de 2 millimètres de diamètre ; elle a 15 centimètres de longueur. J'y fais passer un courant de vingt éléments Bunsen ; je place, à l'intérieur, un noyau prismatique de fer doux, de même longueur qu'elle, qui devient un électro-aimant énergique et prend, par exemple, un magnétisme austral à son extrémité antérieure. J'en approche, peu à peu, des barres horizontales de fer, de 20 millimètres de côté : elles subissent l'induction magnétique, suivant les conditions connues, prennent une tension contraire ou boréale à la partie voisine, une tension de même signe ou australe au bout le plus éloigné. Il y a une ligne moyenne toujours placée entre le milieu et le noyau de fer doux ; elle se rapproche de ce noyau en même temps que la barre elle-même, et enfin disparaît quand cette barre est mise en contact avec l'électro-aimant de manière

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à prolonger sa surface. A ce moment, la tension boréale s'est concentrée tout entière sur la face de contact, dissimulée par un magnétisme égal accumulé sur le noyau. Il ne reste qu'une tension australe prolongée de ce noyau à tous les points de cette barre.

« Or il faut remarquer deux choses essentielles : 1° la tension, mesurée par la force d'arrachement d'un contact d'épreuve, est toujours la même des deux côtés de la face de contact, d'une part sur le noyau, de l'autre sur la barre. Il y a donc équilibre magnétique sans différence, ou chute entre les deux métaux ; 2° la tension australe se continue le long de la barre jusqu'à son extrémité libre, presque sans diminution d'intensité, si elle ne dépasse pas 85 centimètres.

« On voit par là que le fer doux possède la double propriété de se mettre en équilibre de tension avec un aimant qu'il touche, et de propager cette tension à travers sa substance jusqu'à de grandes distances : c'est là son caractère essentiel qu'on peut exprimer d'un mot, en disant qu'il est *conducteur des tensions magnétiques*.

« La distribution de ces tensions est variable avec la forme et l'étendue des barres. Elle suit une loi très-simple quand elles sont infinies en longueur et qu'on les enfonce par un bout dans la bobine que j'ai décrite. Il est naturel de supposer que, dans ce cas, la tension de chaque tranche infiniment mince est une fraction constante de la tranche précédente, ce qui conduit immédiatement à la formule

$$I = \frac{M}{a^i}.$$

« Les expériences destinées à vérifier cette formule ont été faites avec trois barres du même fer bien doux, de 2 mètres de longueur, de section carrée dont les côtés sont de 20, 15, 10 millimètres. J'ai mesuré les tensions de décimètre en décimètre, à partir de la face interne de la bobine. Leurs rapports égaux à a sont inscrits dans le tableau suivant : ils sont constants.

Fer (barres infinies).

Distances en décimètres.	Barre de 20mm. Tension.	a.	Barre de 15mm. Tension.	a.	Barre de 10mm. Tension.	a.
0.	143,4	1,50	110,2	1,50	70,0	1,57
0,5.	113,5	1,39	89,5	1,46	54,5	1,42
1,0.	94,6	1,35	73,4	1,38	44,3	1,31
1,5.	81,7	1,33	61,2	1,33	38,2	1,33
2,0.	70,2	1,31	»	»	33,7	1,29
2,5.	61,3	1,29	45,7	1,40	29,0	1,34
3,0.	53,3	1,31	»	»	26,2	1,31
3,5.	47,6	1,31	32,6	1,38	21,5	1,20
4,0.	40,8	1,25				

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Distances en décimètres.	Barre de 20mm. Tension.	*a*.	Barre de 15mm. Tension.	*a*.	Barre de 10mm. Tension.	*a*.
4,5.	36,2	1,26	23,7	1,35	18,0	1,28
5,0.	32,7	1,26	»	»	»	»
5,5.	29,8	1,25	17,5	1,34	14,0	1,40
6,5.	23,8	1,31	13,0	1,30	10,0	»
7,5.	18,2	1,18	10,0	1,25	»	»
8,5.	15,8	1,37	8,0	1,50	»	»
9,5.	12,3	1,12	5,3	1,26	»	»
10,5.	10,5	1,21	4,2	»	»	»
11,5.	8,7	1,34	»	»	»	»
12,5.	6,5	1,41	»	»	»	»
13,5.	4,6	1,31	»	»	»	»
14,5.	3,2	1,37	»	»	»	»
15,5.	2,3	1,28	»	»	»	»
16,5.	1,8	»	»	»	»	»

« Les nombres trouvés n'éprouvent aucun changement notable quand on enfonce la barre jusqu'à dépasser la bobine de 10, 20, 30 centimètres, ce qui prouve que la quantité de magnétisme développée est invariable.

« Le rapport *a* est toujours un peu plus grand sur les points voisins de la bobine que pour les autres. J'attribue cette perturbation non à l'inexactitude de la loi, mais à l'action de la bobine qui agit directement sur les parties de la barre rapprochées d'elle et ajoute son action à celle des points antérieurs de cette barre elle-même.

« Ce rapport est le même et égal à 1,312 pour les trois barres de fer étudiées. Cela veut dire qu'un même métal transmet d'une tranche à celle qui la suit une fraction de son magnétisme qui dépend de sa nature, mais ne dépend point de sa section : ce qui pouvait être prévu ; car, si la section devient double, elle peut se décomposer en deux moitiés agissant chacune comme une surface simple, et le rapport en question ne varie point.

« Mais, si *a* est indépendant de la section, il n'en est pas de même de M. Pour $x=0$ les tableaux suivants donnent :

Largeur des barres.	M.	Rapport des largeurs.	Rapport de M.
20.	143,4	2,00	2,05
15.	110,2	1,50	1,50
10.	70,0	1,00	1,00

Pour une intensité donnée de courant, M est donc proportionnel au côté *b* de la barre ; il serait égal à 7, si ce côté était égal à 1 millimètre. On aura, en général,

$$I = 7\,\frac{b}{(1{,}312)^x}.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Cette formule s'applique à toutes les barres de fer; elle représente, pour toutes, une courbe unique; seulement l'ordonnée, à l'origine, varie avec le côté b et lui est proportionnelle.

« Examinons maintenant l'acier. J'ai étudié trois échantillons : le premier, peu carburé, provenant de Niederbronn, n'avait pas été trempé; le deuxième, de même composition, avait été trempé au rouge sans être devenu très-dur; le troisième enfin est un acier fondu très-riche, martelé et réaimanté de nouveau. Il m'a été remis par M. Dalifol, que je ne puis assez remercier pour l'aide qu'il veut bien me prêter.

« Quand on approche un de ces barreaux d'un électro-aimant jusqu'au contact, il en subit l'influence comme le fer, avec cette différence que l'action est moins vive et qu'au contact il a toujours une tension plus faible que celle du noyau. Il y a une différence, une chute, d'autant plus grande que l'acier est plus riche et plus dur.

« Si nous étudions ensuite les courbes des tensions en divers points de ces barres, plongées par un bout dans la bobine, elles satisfont à la même formule $I = \frac{M}{a^x}$; mais 1° M est d'autant moindre; 2° a est d'autant plus grand que l'acier est plus riche et mieux trempé, d'où il suit que les courbes s'abaissent de plus en plus et se prolongent de moins en moins.

Distances en décimètres.	Niederbronn non trempé. Tension.	a.	Niederbronn trempé. Tension.	a.	Distances en décimètres.	Acier de M. Dalifol trempé. Tension.	a.
0. . . .	109,3	1,56	240,6	2,61	0,0	93,5	2,21
0,5. . . .	90,2	1,68	143,7	2,28	0,2	42,3	1,95
1,0. . . .	70,0	1,66	92,9	2,08	0,4	21,7	1,94
1,5. . . .	53,7	1,71	63,0	2,02	0,6	11,2	1,77
2,0. . . .	42,2	1,71	44,2	2,08	0,8	6,3	1,85
2,5. . . .	31,3	1,60	31,2	1,93	1,0	3,4	2,26
3,0. . . .	24,6	1,73	21,3	2,24	1,2	1,5	»
3,5. . . .	19,5	1,65	16,2	3,11	»	»	»
4,0. . . .	14,2	1,47	9,5	2,71	»	»	»
4,5. . . .	11,8	1,90	5,2	»	»	»	»
5,0. . . .	9,7	1,86	3,5	»	»	»	»
5,5. . . .	6,2	1,44	»	»	»	»	»
6,0. . . .	5,2	»	»	»	»	»	»
6,5. . . .	4,3	»	»	»	»	»	»

« Ce sont ces propriétés que le mot de *force coercitive* est censé expliquer; il me semble qu'on peut les résumer d'une manière à la fois plus simple et plus claire, en disant que le fer doux est bon conducteur des tensions magnétiques, et que l'acier l'est d'autant moins qu'il est plus dur.

« On va confirmer et compléter cette idée, en étudiant ce qui se passe quand on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

éloigne ces barres de l'électro-aimant. Avant la séparation, elles avaient à la surface de contact une polarité boréale dissimulée par une quantité égale de magnétisme contraire placé en regard sur le noyau ; elles avaient, en outre, la longue courbe de tensions australes que nous venons d'étudier. Aussitôt que l'action séparatrice de l'aimant cesse, ces magnétismes se réunissent, autant que le permet la conductibilité du métal, en totalité si c'est du fer, en partie si c'est de l'acier, et dans ce cas il reste 1°, à l'extrémité, un pôle boréal très-fort, accusé par une épaisse chevelure dans la limaille de fer ; 2° une plage voisine où les tensions les plus rapprochées se sont recombinées, et une ligne moyenne d'autant plus près que la conductibilité est moindre ; 3° et, s'étendant jusqu'aux limites de la courbe des tensions premières, une polarité australe très-prolongée, très-étalée et, par conséquent, à peine appréciable en chaque point ; 4° enfin l'extrémité opposée est absolument à l'état naturel. L'Académie a sous les yeux un exemple de cette singulière aimantation ; quant à la ligne moyenne, elle est à 25, 10, 3 centimètres de l'extrémité pour les trois aciers employés précédemment.

« Je propose donc de renoncer au mot de force coercitive, et de le remplacer par l'idée de conductibilité qui, grande ou faible, constitue la propriété essentielle du fer et de l'acier et explique tous leurs effets. C'est parce qu'il est conducteur que le fer prend et perd le magnétisme aussitôt qu'une cause extérieure intervient ou cesse ; c'est pour la même raison qu'il transporte à travers un contact les tensions opposées de deux pôles et qu'il ramène l'aimant à la neutralité ; c'est encore pour cela qu'il sert, au moyen d'armatures soigneusement appliquées, à réunir et à transporter, sur des masses polaires voisines, le magnétisme épars sur les surfaces des aimants naturels. C'est, au contraire, à cause de son peu de conductibilité que l'acier retient séparées les tensions contraires aux extrémités d'un barreau, et d'autant plus puissantes qu'il est plus long. On explique de même la nécessité des frictions dans l'aimantation, afin d'agir sur chaque point et de suppléer, à la conductibilité qui manque, l'impossibilité de faire des contacts avec l'acier, et enfin la différence de tension qui se maintient entre ce métal et un aimant qu'il touche.

« Comme conséquence et comme exemple de ces idées, je soumets à l'Académie le singulier aimant que voici : c'est une barre de l'acier très-peu conducteur de M. Dalifol, étudié précédemment ; elle a 60 millimètres de largeur, 12 d'épaisseur et 300 de longueur, mais cette longueur est indifférente. On peut aimanter cette barre latitudinalement, c'est-à-dire créer deux pôles opposés sur les tranches de 12 millimètres, et avoir une ligne moyenne, parallèle à la longueur, sur le milieu de la face large. Le magnétisme des deux tranches est franchement accusé dans la limaille de fer. Ce résultat ne peut être atteint que par suite du peu de conductibilité du métal, qui maintient les tensions séparées à une aussi petite distance et dans un sens aussi inhabituel.

« A la vérité, ces tensions sont très-faibles, à peine égales à 6 grammes, en chaque point avec le contact d'épreuve ; mais, comme elles sont réparties sur une grande surface, elles représentent une somme considérable de magnétisme ; seulement il faut le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

recueillir. Pour cela, on applique deux armatures de fer doux, exactement rodées, qui le conduisent où l'on veut, par exemple à leur extrémité, quand on y applique un contact. On est alors étonné de voir un aimant si faible en chaque point avoir une force portative qui surpasse 20 kilogrammes. La quantité tient lieu de tension. Cet appareil est un exemple des applications qu'on peut faire 1° du peu de conductibilité des aciers, 2° de la grande conductibilité du fer doux. » (*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

HYGIÈNE PUBLIQUE.

DE L'ACTION DE L'EAU SUR LE PLOMB, PAR M. BALARD.

« On sait, depuis bien longtemps, que le plomb est attaqué par l'eau aérée, et cependant une expérience de plus de vingt siècles a montré qu'on pouvait boire impunément les eaux naturelles qui ont été conduites et distribuées dans des tuyaux en plomb.

« En étudiant la cause de cette innocuité, on a reconnu que la présence dans l'eau de très-petites quantités de certains sels l'empêchait d'être contaminée par le métal dans lequel elle coule.

« Comment agissent ces sels? Est-ce en prévenant l'oxydation du métal ou en formant avec celui-ci, quand il est oxydé, un composé qui ne peut ni se dissoudre ni se délayer dans l'eau? C'est la question que j'ai essayé d'élucider par les expériences qui suivent.

« La matière nacrée qui se forme en très-grande abondance au contact de l'eau distillée aérée n'est que de la céruse parfaitement pure. Des expériences qui datent de longtemps m'ont prouvé plus d'une fois qu'elle contient, pour 4 équivalents d'oxyde de plomb, 3 équivalents d'acide carbonique et 1 d'eau, composition qui représente la constitution de beaucoup de carbonates naturels ou artificiels. Cette céruse est dans un état de division extrême, et j'en ai trouvé en suspension, non appréciable à l'œil, dans une liqueur qui paraissait parfaitement filtrée.

« Ce n'est pas, comme on le fait ordinairement, en versant directement dans cette eau de l'acide sulfhydrique que j'ai constaté la présence du plomb. Les parcelles de céruse suspendues dans l'eau se colorent bien à leur surface, mais cette coloration est très-loin d'être proportionnelle à la masse réelle du composé plombique. Si l'on a le soin, au contraire, de soumettre l'eau examinée à l'ébullition, après y avoir ajouté quelques gouttes de tartrate d'ammoniaque, sel qui dissout surtout à chaud les composés plombiques insolubles (hydrate, sulfate, carbonate, phosphate, borate), l'acide

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sulfhydrique, précipitant alors la totalité du plomb, donne une teinte qu'on ne peut méconnaître. Elle s'affaiblit à mesure qu'on filtre l'eau au travers d'un plus grand nombre de papiers, ce qui indique bien que le phénomène est dû à une substance tenue simplement en suspension; mais de l'eau qui avait traversé sept papiers superposés contenait encore des traces de plomb, appréciables par ce mode d'expérimentation, qui, employé dans les conditions que j'indique, est d'une sensibilité extrême.

« Ce procédé m'a permis de constater que les proportions de solution saturée de sulfate de chaux et d'eau distillée, qui avaient été assignées par d'autres expérimentateurs comme la limite à laquelle le plomb cessait d'être attaqué, étaient très-notablement dépassées. Ce n'est plus de l'eau distillée, contenant 4 ou 5 centièmes d'eau saturée de sulfate de chaux qui cesse réellement d'agir sur le plomb : ce métal est altéré même par la solution saturée non étendue. Il est vrai que si l'on essaye cette eau chargée de plâtre, dans laquelle une lame de plomb a été immergée pendant vingt-quatre heures, elle ne donne point d'indice du plomb; mais, si on l'agite fortement, de manière à détacher quelque chose qui pourrait exister à la surface du métal, ou à mettre en suspension un dépôt formé au fond du vase et trop faible pour être aperçu, cette eau, traitée par la méthode indiquée, manifeste très-nettement la présence du plomb. Cette expérience, qui donne les mêmes résultats quand on la répète avec l'eau contenant les autres solutions, qui semblent, comme le sulfate de chaux, garantir le plomb, prouve deux choses : d'abord que le plomb avait été attaqué dans ces différents cas, et que le résultat de cette attaque était resté fortement adhérent à la surface du métal. Cette surface, en effet, même en opérant avec les eaux qui paraissent les plus préservatrices, est loin de présenter le brillant du plomb nouvellement coulé.

« Il s'agit maintenant de montrer que cet aspect est dû à un composé plombique insoluble. J'ai, pour cela, découpé des surfaces égales de plomb brillant et de plomb terne dans l'eau saturée de sulfate de chaux, et, plaçant chacun de ces fragments dans de l'eau distillée, additionnée de quelques gouttes de tartrate d'ammoniaque et froide, j'ai porté les deux liquides à l'ébullition. J'ai trouvé du plomb dans tous les deux. Quoiqu'il y en eût beaucoup plus en opérant avec la lame sortant de l'eau saturée de sulfate de chaux qu'avec le plomb récemment coulé, et que le sens du phénomène fût ainsi nettement indiqué, j'avais cependant le désir de constater des différences plus tranchées. J'ai alors opéré à froid. L'attaque du plomb pur par le tartrate d'ammoniaque a été moindre, quoique encore très-sensible. Mais, en opérant avec une liqueur d'où l'air avait été chassé par une ébullition de quelques minutes, je n'ai plus trouvé de métal dissous dans le liquide où j'avais mis du plomb récemment coulé, l'oxygène qui aurait pu provoquer son oxydation n'existant plus dans la liqueur, tandis qu'il y avait du plomb en quantité notable dans celle qui avait agi dans les mêmes circonstances sur le métal sortant de la solution de sulfate de chaux, le tartrate ayant trouvé là un composé plombique tout formé qu'il n'avait eu qu'à dissoudre. En laissant re-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

froidir au contact du métal la liqueur qui, pendant son ébullition, n'avait rien enlevé au plomb récemment coulé, j'ai constaté que, au bout de quelques minutes, elle avait dissous un peu de ce métal, circonstance qui montre la rapidité avec laquelle s'exerce l'action de l'air sur le plomb sous l'influence du tartrate d'ammoniaque, provoquant la formation de l'oxyde avec lequel il va se combiner. Des expériences analogues faites avec des lames qui avaient séjourné dans de l'eau distillée contenant du sulfate d'alumine, du sulfate de magnésie (1), du bicarbonate de chaux, du carbonate et du bicarbonate de soude, m'ont donné des résultats pareils. Dans tous ces cas, la lame terne de plomb, sans prendre l'aspect brillant de celui qui vient d'être récemment coulé, a été très-sensiblement décapée.

« En résumé, le plomb s'oxyde au contact de l'eau aérée. S'il trouve dans cette eau un sel avec lequel cet oxyde peut former un composé insoluble, ce composé se forme et, recouvrant le métal d'une espèce de patine fortement adhérente, il empêche l'attaque ultérieure, de même que la couche de sous-oxyde qui se forme à la surface du zinc garantit ce métal contre une oxydation plus avancée. Il suffira donc que l'eau qui séjourne dans des vases de ce métal contienne du sulfate ou du carbonate de chaux pour que l'emploi du plomb soit d'une parfaite innocuité. Pour peu, d'ailleurs, que l'eau soit incrustante, elle coulera en réalité sur une surface de carbonate de chaux.

« Mais si l'eau est pure, ou si elle contient des sels dont l'acide ne peut former un composé insoluble avec l'oxyde de plomb, tels que nitrate, acétate, formiate, etc., l'action est énergique. Elle m'a paru même exaltée par la présence de ces deux derniers sels, peut-être même par celle du nitrate de potasse; cette circonstance viendrait à l'appui de ce que me disait notre confrère M. Boussingault. Il assure que des eaux de drainage, riches en nitrates et coulant dans des tuyaux de plomb, avaient déterminé des accidents mortels.

« Il est donc important que les ingénieurs qui veulent employer ce métal pour la distribution de certaines eaux s'enquièrent avec soin de leur nature chimique. Si, dans le plus grand nombre des cas, l'eau des sources ou des rivières contient assez de sels calcaires (sulfate, carbonate) pour ne pas permettre l'altération du plomb, il n'en serait peut-être pas de même dans les localités où, par suite de circonstances géologiques, l'eau qui sort de terre n'est en quelque sorte que de l'eau distillée. Ce qui inté-

(1) Le sulfate de soude ne m'a pas paru avoir la même efficacité que les sulfates terreux pour empêcher l'altération du plomb; le produit qui le forme, moins cohérent, se détache du métal avec plus de facilité. Tout au contraire, tandis que l'eau contenant du sel marin n'attaque le plomb qu'en formant à sa surface une couche continue qui se détache très-difficilement, les chlorures de calcium, de magnésium et de baryum forment des dépôts qui troublent le liquide dans lequel ils sont suspendus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

resse la pureté de l'eau, pureté qui ne doit pas même être soupçonnée, mériterait de devenir, dans ces localités, l'objet de quelques études spéciales. » (*Ibid.*)

J. V. PONCELET.

A propos de deux ouvrages importants de M. Poncelet, publiés récemment par M. X. Kretz, ingénieur en chef des manufactures de l'État, M. Ch. de Comberousse, qui en fait l'analyse dans les *Annales de mathématiques*, consacre au savant général quelques pages que nous sommes heureux de reproduire. La Société d'encouragement n'a pas, en effet, oublié que pendant longtemps M. Poncelet a fait partie de son Conseil d'administration, et elle saisit aujourd'hui avec empressement l'occasion qui s'offre à elle d'honorer la mémoire d'un de ses membres les plus illustres.

J. V. Poncelet, général dans l'arme du Génie et membre de l'Académie des Sciences de 1834 à 1868, a été, personne ne l'ignore, l'un des plus glorieux représentants de la science française au XIX^e^ siècle.

Sorti en 1810 de l'École Polytechnique, il quitta, en mars 1812, l'École d'Application de Metz pour participer à l'expédition de Russie. Il se trouvait parmi les 7 000 Français qui, placés à l'arrière-garde dans l'horrible retraite de Moscou, et sous les ordres de l'infortuné maréchal Ney, vinrent, séparés du reste de l'armée, se briser à Krasnoé, le 18 novembre 1812, contre les 25 000 hommes et les 40 canons du prince Miloradovitch.

Laissé pour mort sur le champ de bataille et rayé des cadres, Poncelet, dépouillé par l'ennemi, fut traîné en captivité et parcourut à pied l'énorme distance qui sépare Krasnoé de Saratoff. Ces tristes étapes, au milieu de plaines silencieuses et glacées, ces froids terribles qui solidifiaient le mercure du thermomètre, frappèrent profondément le jeune lieutenant du Génie; mais son courage n'en fut pas abattu, son énergie n'en fut pas atteinte.

Parvenu en mars 1813 sur les rives du Volga, il refusa d'imiter quelques-uns de ses compagnons d'armes qui, mettant à profit leurs connaissances mathématiques pour donner des leçons aux Russes, purent fuir la misère et acquérir un bien-être relatif. L'âme de Poncelet était d'une autre trempe, et il lui aurait fallu, pour agir ainsi, faire le sacrifice de ses sentiments les plus intimes.

Réduit à l'isolement, dénué de toutes ressources, le jeune officier, après une maladie, résultat naturel de ses fatigues et de ses angoisses, se sentit ranimé par le soleil d'avril, si beau dans ces climats. Il résolut de se distraire de ses chagrins par le travail

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

obstiné de l'esprit. Privé de livres, d'instruments de précision, il redécouvrit, pour ainsi dire, un à un les éléments des sciences mathématiques et fit profiter de ses efforts plusieurs de ses compagnons d'infortune.

Ces cahiers d'études et de recherches, écrits à Saratoff, et que Poncelet a publiés en 1862 et 1864, sous le titre d'*Applications d'Analyse et de Géométrie,* contenaient en germe le célèbre *Traité des propriétés projectives des figures*.

Ce Traité, qui assure à l'auteur une des premières places parmi les géomètres de toutes les époques, parut en 1822 et fixa immédiatement sur lui l'attention du monde savant. L'ouvrage était depuis longtemps épuisé et atteignait dans les ventes des prix que, dans sa rigide probité, Poncelet traitait de scandaleux, lorsqu'il put enfin, à sa grande joie, en donner, de 1865 à 1866, une seconde édition augmentée du double.

Poncelet regretta toujours de n'avoir pu continuer, au delà de 1825, ses spéculations géométriques.

« Malheureusement ou heureusement peut-être, écrivait-il en 1865, les marques honorables d'intérêt que m'avaient values quelques travaux et inventions se rattachant à l'art de l'ingénieur, de la part de MM. les inspecteurs généraux de l'Artillerie et du Génie, Valé et Baudrand, ainsi que de M. Arago, examinateur de l'École d'application de Metz, firent qu'on me proposa, en 1823 et 1824, de créer à cette École un cours sur la Science des machines, que la récente introduction de l'industrie anglaise en France y faisait vivement désirer. Ce fut, sinon avec répugnance, du moins avec un vif sentiment de regret, que je consentis enfin, en 1825, à accepter cette tâche laborieuse à laquelle je n'étais nullement préparé, et qui allait, en me privant de tout loisir, ajourner indéfiniment la publication des travaux géométriques qui devaient faire suite au premier volume du *Traité des propriétés projectives des figures*. »

C'est François Arago qui, en 1825, poussa Poncelet, comme malgré lui, à l'École de Metz. C'est là qu'il créa ce Cours plein d'originalité qui a si rapidement et si profondément transformé l'enseignement de la Mécanique. En s'écartant, avec le chagrin de l'inventeur entravé, de la route où l'entraînaient ses goûts et ses instincts primitifs, il eut du moins la consolation d'être utile aux ingénieurs et aux artistes. Il eut celle d'écrire pour le grand nombre et d'éviter les reproches trop souvent et trop justement adressés aux savants de profession qui, sacrifiant tout aux théories abstraites, méprisent ou délaissent l'indispensable pratique.

En 1827, Poncelet fonda à l'Hôtel de ville de Metz le cours professionnel, public et gratuit, destiné aux ouvriers et intitulé : Leçons du soir sur la Mécanique industrielle.

En 1838, il fut appelé à la Faculté des Sciences de Paris et chargé d'y créer le cours de Mécanique physique et expérimentale.

Les trois dates que nous venons de rappeler résument, pour ainsi dire, tous les travaux didactiques de Poncelet sur la Mécanique. A chacune d'elles répond, en effet, un ouvrage où il a développé avec un talent consommé toutes les matières du Cours

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il professait pour le compte de l'État, ou que son ardent amour du bien l'avait porté à ouvrir gratuitement en faveur de ceux que leur éducation première semblait devoir à jamais priver de connaissances si précieuses et si élevées.

Nous laissons ici de côté les diverses et nombreuses expériences de l'auteur, relatives à la Physique et à l'Hydraulique; ses belles inventions concernant les ponts-levis, les roues hydrauliques et les dynamomètres; ses intéressants travaux sur la stabilité des constructions. Nous nous bornerons à signaler son admirable Rapport historique sur les machines-outils, à propos de l'Exposition universelle de Londres, en 1851, où Poncelet avait été élu tout d'une voix président de la Classe des machines.

C'est au cours professé par l'éminent géomètre à l'Hôtel de ville de Metz que se rapporte l'*Introduction à la mécanique industrielle, physique ou expérimentale*, dont M. X. Kretz a donné en 1870 une troisième édition.

Dans cet ouvrage devenu classique, et que tout ingénieur doit lire avec une scrupuleuse attention, Poncelet rompit franchement avec la méthode consacrée. Remontant aux travaux de D. Bernoulli, de Borda, de Carnot, de Navier, partageant, comme il le dit modestement, les vues de Petit, Burdin, Coriolis, Belanger, ses anciens camarades à l'École polytechnique, la Mécanique industrielle est pour lui, en réalité, la science du travail des forces, et c'est le principe général des forces vives ou celui de la transmission du travail qui doit dominer tout l'enseignement.

C'est en se plaçant à ce point de vue que l'auteur essaya de mettre les notions fondamentales relatives à l'action et au travail des forces à la portée des intelligences les plus ordinaires. Employant le calcul sous sa forme la plus élémentaire, il s'adressa surtout au bon sens, au raisonnement direct.

La difficulté d'une pareille tâche n'a pas besoin d'être démontrée. Poncelet l'entreprit dans l'unique désir de répandre parmi la classe industrielle, en les lui rendant, pour ainsi dire, familières, des doctrines d'une utilité incontestable qu'elle ne peut ignorer sans préjudice et qui, autrefois, étaient presque exclusivement le partage d'un petit nombre d'ingénieurs. Il sut réaliser sa pensée en dotant notre littérature scientifique d'une œuvre tout à fait personnelle et qu'on peut regarder à bon droit comme un modèle d'exposition.

L'*Introduction à la mécanique industrielle* est divisée en deux parties :

La première renferme les principes fondamentaux, suivis d'applications diverses.

Poncelet a soin de faire précéder ces principes de notions générales sur la constitution et les propriétés physiques des corps. Il savait, en effet, que la Mécanique rationnelle n'est qu'une science d'abstraction et que, pour l'introduire utilement dans le monde des ateliers et des arts, il faut, avant tout, se rendre un compte exact de la compressibilité et de la flexibilité naturelles des corps, de leur inertie et des résistances de toute espèce qu'ils opposent au mouvement et à l'action des forces. Il savait quel danger court l'étude de cette science si importante, lorsqu'on la présente d'une manière incomplète, sans prévenir le lecteur des lacunes que l'expérience n'a pu encore

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

y combler. Les théoriciens n'ont plus confiance en elle lorsqu'ils voient leurs formules leur donner des résultats qui diffèrent parfois des faits réels du simple au quadruple, et les praticiens la dédaignent, à leur grand détriment. Aussi Poncelet a-t-il soin de s'appuyer constamment sur des données positives et des chiffres exacts, sur des principes d'une application immédiate dans les arts, comme il le marque lui-même dans sa préface, en termes excellents : « Un intervalle difficile à franchir et qui réclame des efforts incessants sépare la Mécanique abstraite de ses applications; ses vraies difficultés ne résident pas dans la démonstration des principes généraux de l'équilibre et du mouvement, mais bien dans la conception physique des phénomènes de chaque espèce, dans la recherche des lois qui les régissent individuellement. La marche, à la fois géométrique et expérimentale, suivie par Kepler, Galilée, Newton et D. Bernoulli, est encore celle qui doit nous guider. »

Parmi les applications qui suivent et éclaircissent l'exposé des principes fondamentaux, nous citerons les questions concernant l'inertie et la force vive, le choc direct, le tir des projectiles, le travail produit par l'action de la vapeur d'eau et par celle des moteurs animés.

La seconde partie de l'ouvrage que nous analysons traite des résistances que les corps opposent à l'action directe des forces ou au mouvement d'autres corps.

Dans le préambule de cette seconde partie, Poncelet revient avec plus de détails sur la structure intime des corps et sur les phénomènes qui dépendent du jeu des actions moléculaires. Ce chapitre présente encore aujourd'hui un grand intérêt, bien que la Théorie mécanique de la chaleur soit venue apporter des modifications essentielles à quelques-unes des considérations qui y sont développées.

A ce premier chapitre succède une étude très-importante sur la résistance des prismes à l'extension, à la compression et à la rupture. Elle est complétée par de nombreux résultats d'expériences et par l'examen des principales circonstances du mouvement oscillatoire des prismes sous l'influence de charges constantes et de chocs brusques, avec applications relatives à l'emploi du fer, notamment dans les ponts suspendus.

Le frottement des solides, ou la résistance des corps solides au glissement, est ensuite exposé dans tous ses détails, avec de nombreuses et très-utiles tables numériques.

Le dernier chapitre du livre est relatif à la résistance des fluides; c'est, sans doute, au point de vue de l'érudition et de la discussion des faits d'expériences, le plus parfait de l'œuvre. Il est terminé par un remarquable essai sur une théorie du choc et de la résistance des fluides indéfinis, principalement fondée sur la considération des forces vives.

Ce sont les leçons professées par Poncelet à l'École d'application de Metz qui ont, à leur tour, donné naissance à son célèbre *Cours de mécanique appliquée aux machines*, qu'on suit depuis près d'un demi-siècle dans toutes les grandes Écoles ouvertes aux élèves-ingénieurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'édition que vient d'en donner M. X. Kretz (1874) est, en réalité, la première édition française. En effet, en 1826, des feuilles lithographiées reproduisant les leçons de Poncelet furent distribuées aux officiers-élèves. Ces feuilles, qui firent sensation, furent soumises, l'année suivante, à l'appréciation de l'Académie des sciences. Une commission, composée d'Arago et de Charles Dupin, fut nommée pour les examiner; et, dans la séance du 7 mai 1827, Ch. Dupin fit sur le Cours de Poncelet un rapport des plus favorables.

« C'est, disait-il, une production remarquable par la rigueur de l'esprit qui en a tracé la marche, et par les simplifications opérées pour rendre moins difficilement applicables à la pratique des calculs réservés, pour la plupart, à des spéculations transcendantes. En résumant notre opinion sur le Cours déféré à notre examen, nous pensons qu'il est digne de l'approbation de l'Académie, et nous proposerions de l'insérer dans la collection des *Mémoires des Savants étrangers*, s'il n'appartenait pas à S. Exc. le Ministre de la Guerre de décider la publication illimitée de cette production. »

Cet appel resta sans écho. (Mais aussi pourquoi charger un Ministre de la Guerre des intérêts de la science?) On se contenta de faire lithographier, au fur et à mesure des besoins, les feuilles nécessaires aux élèves de l'École d'application; et, sans le culte de Mme Poncelet pour la mémoire de son mari, le *Cours de mécanique appliquée aux machines*, qui a subi à l'étranger, notamment en Belgique, de nombreuses contrefaçons, ne serait pas encore, au bout de quarante-sept ans, édité en France.

Il convient de dire que le concours de M. Gosselin avait été très-utile à Poncelet pour la révision des feuilles de 1826, ainsi que celui de M. le général Morin, alors capitaine d'artillerie détaché à Metz, pour la révision de cahiers lithographiés en 1831, 1832, 1834, 1836.

Le *Cours de mécanique appliquée* publié par M. Kretz est divisé en quatre sections:

La première, *Considérations générales sur les machines en mouvement*, comprend les équations générales du mouvement des machines, l'examen des circonstances principales de ce mouvement, les moyens de le régulariser et les conditions du meilleur établissement des machines industrielles.

La deuxième section, *Des principaux moyens de régulariser l'action des forces sur les machines et de transmettre les vitesses dans des rapports déterminés*, traite des modérateurs, des régulateurs, des manivelles, des volants et des communications de mouvement par courroies ou chaînes, par engrenages, par cames. Elle est terminée par la Théorie des moments d'inertie.

Dans la troisième section, *Calcul des résistances passives dans les pièces à mouvement uniforme et soumises à des actions sensiblement invariables*, Poncelet étudie les différentes sortes de résistance (frottement de glissement, frottement de roulement, roideur des cordes et des courroies, frottement des cordes et des courroies autour de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cylindres fixes) et applique les résultats obtenus aux machines les plus usuelles. Nous citerons : le frottement d'un corps sur un plan incliné, le frottement du coin, celui des pièces guidées, des tourillons et des pivots; la résistance des galets; l'équilibre du treuil en ayant égard au frottement et à la roideur des cordes, celui des poulies, celui des arbres tournants mus par cordes ou courroies sans fin; la résistance des chaînes; le frottement de la vis à filets carrés ou de la vis à filets triangulaires, celui des engrenages. Deux notes, l'une relative à la valeur approchée, linéaire et rationnelle des radicaux de la forme $\sqrt{a^2+b^2}$, $\sqrt{a^2-b^2}$, $\sqrt{a^2+b^2+c^2}$, et l'autre sur le moment total des résistances dans les vis et les cônes de friction, terminent cette section.

La quatrième section, *Influence des variations de la vitesse sur les résistances*, renferme enfin les principes généraux qui concernent les pièces animées de mouvements périodiques et l'influence des changements brusques de vitesse. Ces principes sont ensuite appliqués à l'étude du choc des cames contre les pilons ou marteaux, et à celle des machines à percer, à découper, à estamper et à frapper les monnaies.

Comme le remarque M. Kretz dans la préface qu'il a écrite pour le Cours de l'École de Metz, « peu de modifications essentielles ont été apportées jusqu'ici par les auteurs qui ont traité de la Mécanique appliquée, aux idées exposées par Poncelet à une époque où l'emploi des machines était loin d'avoir l'extension actuelle. » C'est le plus bel éloge qu'on puisse, en réalité, faire de Poncelet.

Cependant il a paru utile au savant ingénieur de mentionner, dans des notes placées au bas des pages, les travaux récents relatifs aux matières du Cours et les considérations nouvelles nécessitées par les progrès de la pratique. Ces notes sont précieuses et ajoutent encore à la valeur si grande de l'ouvrage; elles font honneur à la sagacité et à la pénétration de M. Kretz. Nous signalerons surtout celles qui se rapportent à la période de mise en marche des machines et à leur bon fonctionnement; à l'écart proportionnel des vitesses au point de vue de la régularisation et à l'effet du couplement sur la régularité; à la détermination de la vitesse de règle et aux conditions de régularité des machines industrielles; aux différents régulateurs; aux équations du mouvement d'une transmission, en tenant compte de l'élasticité des liens; à la répartition des divers volants d'une usine; au rapport des accélérations maximum et minimum des manivelles à simple et à double effet; au volant des machines couplées; enfin au ralentissement dans les transmissions par courroies et à la loi des tensions d'une courroie sur une poulie en mouvement. (On sait que M. Kretz a publié, sur ces dernières questions, de très-remarquables mémoires insérés dans les *Annales des mines* et dans les *Comptes rendus*, 1862, 1873.)

Ajoutons que MM. Resal et Moutier ont secondé M. Kretz dans l'accomplissement de la première partie de sa tâche, et que M. Resal a, en outre, enrichi de quelques notes le *Cours de mécanique appliquée*.

C'est un devoir pour nous de louer les soins apportés par la maison Gauthier-Villars à l'impression des deux ouvrages sur lesquels nous appelons toute l'attention du lec-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teur. Ils continuent dignement la série des belles éditions scientifiques dues au zèle éclairé et au dévouement infatigable de cette maison.

Nous voudrions pouvoir annoncer au public, en terminant cet article, que le cours de Poncelet, à la Faculté des sciences de Paris, est sous presse; mais nous ne savons malheureusement pas si les notes de l'illustre ingénieur sont prêtes pour la publication, et si elles verront jamais le jour. S'il faut renoncer à l'espoir de les posséder, l'Extrait du Cours de mécanique physique de la Sorbonne, dont M. Resal a fait suivre ses Éléments de mécanique, destinés aux candidats à l'École polytechnique, ne peut qu'inspirer, à cet égard, le plus vif regret (1).

Quoi qu'il en soit, Poncelet a assez fait pour sa gloire. Il s'est montré profond géomètre, habile inventeur, professeur éminent, ingénieur plein d'initiative et de sagacité, écrivain original. Il s'est montré en même temps homme de bien par excellence, rigoureusement dévoué à ses devoirs, sévère pour lui-même, plein de sollicitude pour les faibles et les déshérités, d'une loyauté à toute épreuve et d'un ardent patriotisme. Il put avoir des rivaux : il n'eut jamais d'ennemis ni d'envieux. Il le méritait, car il ne détesta que l'injustice. Sa modestie seule put lui faire craindre de voir, dans l'avenir, son nom éclipsé et ses découvertes oubliées. Il vivra autant que la science elle-même.

Nous nous reprocherions, en finissant, de ne pas nous incliner devant M^me^ Poncelet, avec une respectueuse émotion et une réelle gratitude.

Poncelet avait résolu de consacrer les dernières années de sa laborieuse carrière à la publication complète de ses œuvres. Il avait achevé l'impression de ses découvertes géométriques et allait entreprendre celle de ses travaux sur la Mécanique, lorsque la mort le frappa.

M^me^ Poncelet, qui, à force de dévouement et d'affection, était parvenue à prolonger la vie et les précieux labeurs de son mari, ne voulut pas laisser inachevée la réalisation de ses derniers projets et de ses plus chers désirs. C'est à elle, c'est à ses sentiments élevés, qu'on doit les deux éditions dont nous venons de montrer toute l'importance. Elle s'unit ainsi plus intimement, aux yeux de la postérité, à celui dont elle a soutenu l'âge mûr et consolé la vieillesse.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 10 avril 1874.

Présidence de M. DUMAS, *président.*

CORRESPONDANCE. — MM. *Cortet* et *comp.*, rue d'Enfer, 18 *bis*, présentent à la Société

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un spécimen de leurs tuyaux en ciment de Portland pour conduites d'eau. Le prix de revient est, suivant eux, bien inférieur à celui des conduites en fonte ou à celui des tuyaux en grès de la fabrique *Boulter* et *comp.* Ces tuyaux sont faits dans des moules, à proximité du lieu où la conduite doit être posée ; ils sont à emboîture, et la pose en est faite comme pour les tuyaux en grès. Dans le département de Seine-et-Oise plus de 1,500 mètres de longueur de ces conduites sont posés et font très-bon usage. (Comité des arts économiques.)

M. *Aubert*, [rue Boursault, 77, aux Batignolles-Paris, présente de nouveaux spécimens de ses ventilateurs pour appartements. (Comité des arts économiques.)

M. *Hoyau* (C. L.), horloger, rue de Turenne, 49, sollicite l'examen des perfectionnements apportés par lui à la construction des mouvements de pendules, perfectionnements qui permettent de supprimer un barillet, la roue des temps, la roue de chevilles et la roue d'arrêt. Il en résulte une marche très-régulière, moins d'usure, moins de réparation et une notable économie sur les prix de fabrication. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Jean* (Eugène), propriétaire, à Saint-Soulle, près la Rochelle (Charente-Inférieure), est auteur d'un procédé qu'il annonce comme pouvant communiquer les propriétés des bonnes pierres lithographiques à des produits de carrières ordinaires ; il demande à être admis au concours ouvert pour la découverte de bonnes pierres ou de procédés pour leur substituer d'autres matières préférables.

Il sera répondu à M. *Jean* que le concours reste ouvert jusqu'au 1er janvier 1877, et que d'ici là il pourra compléter sa communication qui, dans son état actuel, serait insuffisante. (Commission des beaux-arts appliqués à l'industrie.)

M. *Lobert* (E.), rue Truffaut, 102, à Paris, adresse à la Société un Mémoire descriptif d'un système nouveau de compteur pour les voitures publiques, lequel est peu coûteux, simple et peut rendre de grands services au public. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Bourbaud* (Ed.), boulevard Saint-Germain, 13, à Paris, soumet à l'examen de la Société trois préparations de cachou (une eau, un opiat et une poudre dentifrice). (Comité des arts chimiques.)

M. *Hignette*, ingénieur-mécanicien, rue Turbigo, 73, à Paris, fait présenter, par M. *Mangon*, une nouvelle combinaison de cribleur-trieur pour les grains.

M. *Mangon* expose d'abord les trois méthodes primitives qui ont été mises en usage pour faire la séparation du bon grain d'avec les corps étrangers et menues graines qui y sont mêlés. Elles sont encore la base de toutes les machines qu'on a inventées pour faire en grand cette opération, et l'une d'elles domine plus ou moins dans chaque machine suivant le but spécial que le constructeur a particulièrement en vue. La première est la ventilation ou la projection du grain dans un courant d'air qui emporte au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

loin les matières légères et qui distribue à des distances variées les diverses graines en raison de leur résistance à l'action du vent, c'est-à-dire de leur poids et de leur volume. Les peintures égyptiennes montrent que cette pratique était en usage dans les temps les plus reculés, et elle est encore fréquemment employée dans le midi de l'Europe.— Vient ensuite le criblage ou l'agitation des graines sur un crible percé de trous qui laisse passer toutes les parcelles les plus petites et les menues graines rondes, et qui les sépare ainsi du bon grain. En dernier lieu, on trouve l'emploi du van, dans lequel les graines reçoivent une agitation saccadée qui fait venir à la partie supérieure les pailles et les substances légères et qui, en même temps, distribue les graines en raison de leur poids et de leur volume de manière à rendre leur séparation facile.

A ces méthodes employées de tout temps, il faut ajouter le triage, qui était opéré, autrefois, à la main, grain à grain, pour les semences et dans divers cas spéciaux, et qui maintenant est fait par des trieurs mécaniques. Dans ces appareils, on fait passer le grain sur une surface munie d'alvéoles d'une forme et d'une profondeur convenables, pour retenir soit les graines allongées comme l'avoine, soit les graines rondes plus petites; le blé chemine sans être retenu et arrive à l'extrémité débarrassé de ces matières étrangères. On renverse ensuite le trieur pour le nettoyer des matières qu'il a séparées du bon grain.

Le *cribleur-trieur de* M. HIGNETTE emploie ces trois principes.

A la partie supérieure, le grain à nettoyer est répandu, par une trémie, sur un trieur-Josse ou dans une série de caisses triangulaires dans lesquelles il est animé d'un mouvement de trépidation qui sépare les parties légères des grains plus massifs ; ces déchets s'écoulent par des rigoles convenablement disposées. Après cette première épuration, le grain est reçu dans un cylindre-trieur analogue au trieur-Vacheron. Il chemine dans ce cylindre en abandonnant, à la partie supérieure, les grains allongés, comme l'avoine, dans des alvéoles de cette forme, puis, plus bas, les grains ronds dans des alvéoles différents et plus petits. Ces criblures sont détachées et recueillies dans un auget fixe intérieur ou cylindre, et elles sont évacuées à part, entraînées par le mouvement d'une vis sans fin placée dans cet auget, tandis que le blé épuré est versé par la partie inférieure du cylindre mobile.

La manivelle motrice marche avec une vitesse de trente-cinq tours environ par minute et est mue à bras dans les petits appareils semblables à celui qui est sous les yeux de l'assemblée, qui nettoient de 3 à 4 hectolitres de blé par heure. D'autres cribleurs-trieurs plus puissants, comme il en existe un certain nombre aux environs de Paris, sont mus par la vapeur et criblent de 12 à 13 hectolitres par heure. (Comité d'agriculture.)

Parmi les pièces imprimées de la correspondance sont signalés :

M. *Vallée,* ingénieur en chef des ponts et chaussées, en retraite. — Deux brochures sur les chemins de fer d'intérêt local du département d'Eure-et-Loir, l'une du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

16 mars 1673 et l'autre du 20 juin de la même année, montrent que l'exploitation de ces chemins de fer ne sera pas rémunératrice des dépenses que leur construction et leur entretien occasionneront.

COMMUNICATIONS. — *Instincts des animaux domestiques.* — M. *Huzard*, membre de l'Académie de médecine et président du comité d'agriculture, fait une communication sur divers phénomènes inattendus qui se produisent dans la propagation des animaux domestiques. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Maladies de la vigne. — M. *Heuzé*, membre du comité d'agriculture, lit un mémoire sur l'histoire des maladies de la vigne depuis les temps les plus reculés. Ce travail intéressant est trop étendu et trop plein de citations ou de faits pour qu'il puisse être l'objet d'un résumé détaillé.

Dans l'antiquité, M. *Heuzé* cite *Théophraste*, qui connaissait une maladie analogue à la rouille, et une brûlure spéciale des fruits attribuée à l'ardeur du soleil; *Plaute*, qui dans une de ses comédies fait allusion aux mœurs de l'attelabe; *Columelle* et *Palladius*, qui se bornent à des observations générales sur l'influence du sol et des intempéries de l'atmosphère; *Pline*, qui signale d'une manière assez précise diverses maladies, et qui indique déjà l'emploi du soufre pour détruire les insectes qui attaquent la vigne. — Dans les temps modernes, *Pierre de Crescens*, en 1471, publia un *Opus ruralium commodorum* plein de renseignements utiles; *Charles Étienne*, auteur de la première Maison rustique, a décrit mieux que ses devanciers les affections connues de la vigne; *Olivier de Serres*, dans le XVI^e^ siècle, a conseillé l'emploi du soufre pour la destruction des insectes et a, le premier en France, fait connaître l'utilité des feux allumés dans les vignes, pour empêcher les effets des gelées tardives; *Sachs* est auteur d'une Ampélographie imprimée en 1661, où il a caractérisé mieux que ses devanciers les affections auxquelles la vigne est sujette. *Jean Boulay*, chanoine d'Orléans, publia aussi, en 1723, un ouvrage sur la manière de bien cultiver la vigne, où il parle de divers insectes qui l'attaquent, l'orbec ou gribouri, l'urébère ou attelabe vert ou lisette, etc.

M. *Heuzé* passe en revue les ravages causés par ces diverses maladies. L'urébère, à diverses reprises, fit de grands ravages en Bourgogne. Il parle du *coupe-bourgeon*, signalé par *Bidet* en 1752, du *ver de vigne* ou teigne de la grappe, de l'érinée ou *érinnose*, cryptogame étudié depuis par M. *Dinal*; du *gribouri* ou écrivain, de la *pyrale*, qui est détruite par l'échaudage des ceps imaginé par *Raclet*. Il donne plus de détails sur l'*oïdium* qui ravageait les vignobles du midi de la France, au moment où la pyrale attaquait ceux de Bourgogne. La Société d'encouragement proposa alors, et eut le bonheur de décerner, des prix pour récompenser les praticiens et les savants qui, par des observations sérieuses et convenablement dirigées, auraient jeté quelque lumière sur l'origine et la marche de la maladie et sur les moyens de la combattre.

Mais au moment où l'emploi de la fleur de soufre généralisé détruisait dans nos vignes les effets de cette affection, et que nos vignobles prenaient un nouvel essor par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'accroissement de l'exportation des vins que le traité de commerce avait causé, un nouveau fléau plus terrible que tous les précédents est venu étendre ses ravages sur les vignes de la vallée du Rhône, et successivement sur celles du Gard, de l'Hérault, de l'Aude et sur d'autres régions; tels furent, en effet, les débuts de l'invasion du *phylloxera* que rien n'a encore arrêté dans sa marche.

La Société d'encouragement s'est plusieurs fois occupée de ce sujet important; elle a proposé un prix pour faire rechercher les moyens d'extension que cet insecte possède. Elle apporte la plus vive sollicitude à tout ce qui touche à cette branche si importante de notre agriculture. L'Académie des sciences a chargé, le 25 septembre 1871, MM. *Cornu* et *Duclaux* d'étudier sur les lieux tout ce qui concerne la nouvelle maladie de la vigne, et ces recherches ont produit déjà de très-beaux mémoires du plus grand intérêt. Cependant, jusqu'à présent, de toutes ces recherches il ne s'est rien dégagé qui soit pratique et efficace pour la destruction de l'insecte, dont la présence cause la perte des racines de la vigne. M. *Faucon* seul a obtenu des résultats satisfaisants par une immersion prolongée de son vignoble sous une nappe d'eau; mais rien ne prouve que cette submersion, qui a réussi chez M. *Faucon*, soit un procédé infaillible, quoique cet agriculteur soit obligé de renouveler tous les ans son inondation. La vigne ne doit-elle pas souffrir de ces arrosages qui paraissent jusqu'à présent si contraires à sa nature, et ce qui pourrait être applicable à des vins ordinaires à bas prix pourrait-il être employé dans les vignobles supérieurs qui fournissent nos grands vins de table? M. *Faucon* est encore le seul qui ait réalisé avec succès cette méthode curative, et un fait unique ne peut pas être adopté pour base d'une règle générale.

En résumé, la vigne a de tout temps eu beaucoup d'ennemis et a été exposée à beaucoup de maladies. Mais jamais cette partie si brillante de notre agriculture n'a subi les atteintes d'un fléau aussi désastreux et aussi difficile à combattre que celui dont elle éprouve en ce moment les atteintes. L'oïdium, lui-même, ne détruisait que la récolte; il pouvait nuire aux parties extérieures de la vigne sans attaquer son existence; le phylloxera la frappe de mort!

M. *Mangon*, à l'occasion de l'une des dernières parties de l'intéressante communication de M. *Heuzé*, croit devoir exprimer la crainte que beaucoup de personnes n'aient donné, au fait remarquable constaté par M. *Faucon*, un caractère de généralité qu'il est peut-être prématuré de lui attribuer. Sans contester en rien l'importante observation d'un viticulteur aussi distingué que M. *Faucon*, on peut se demander si une seule expérience suffit pour décider une question aussi complexe que celle du salut de nos vignobles si menacés en ce moment. Plus que personne, M. *Mangon* voudrait que l'irrigation fût la voie du salut, il l'espère depuis le succès de M. *Faucon*; mais, en un sujet si grave, il faut plus qu'un espoir, il faut une conviction motivée. M. *Mangon* désirerait donc que cette pratique fût étudiée d'une manière régulière et plus complète, par des personnes versées dans l'art des irrigations, en état de varier les circonstances et les données, de faire connaître ce qui doit résulter, en tout lieu et en tout

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cas, de l'irrigation abondante des vignobles. Il craint que l'absence de cette étude ne jette dans des entraînements que pourraient regretter plus tard, trop tard, peut-être, ceux qui auraient donné à l'annonce d'un premier fait observé une importance trop étendue.

M. *Dumas* prenant ensuite la parole au sujet du phylloxera :

Je désire, dit-il, attirer toute l'attention du Conseil sur l'importante question dont M. *Heuzé* vient de l'entretenir. Le fléau qui attaque nos vignes doit être regardé comme un très-grand malheur national. Il ne s'agit pas, en effet, d'une maladie passagère qui puisse s'éteindre par des circonstances naturelles et dans les conditions ordinaires de la culture, mais d'une véritable plaie qui sévit sur nos vignobles et qui menace de ruine cette partie si florissante de notre agriculture. 200,000 hectares de vignobles sont ravagés et 1 million d'hectares sont atteints ou menacés. Le phylloxera remonte déjà jusqu'à Lyon; il s'est déjà développé dans le Bordelais, où cependant un terrain profond permet mieux à la vigne de se défendre; il a été signalé dans la Saintonge et près de Cognac, et on peut prévoir que, si ses ravages ne sont pas arrêtés, la France risque de perdre peut-être 1 milliard sur les produits les plus réguliers de son agriculture. Les trois départements du midi les plus frappés, le Gard, l'Hérault et l'Aude, récoltaient, en effet, à eux seuls, des vins pour une valeur de 900 millions. On conçoit donc que la perspective d'un pareil désastre oblige à en étudier la cause avec la plus grande sollicitude.

Lorsque le phylloxera a envahi un vignoble, la récolte de la première année n'a rien d'anormal, on observe seulement que les feuilles tombent plus tôt qu'à l'ordinaire après la vendange. L'année suivante, la vigne bourgeonne plus difficilement, la végétation est gênée, on n'a qu'une demi-récolte, les feuilles tombent plus tôt encore que l'année précédente et quelquefois même avant la vendange. La troisième année, la vigne est morte, toutes ses radicelles sont pourries; elle ne pousse plus que quelques courts sarments au moyen des sucs de son bois.

La seule tentative qui ait réussi à empêcher ce malheur est celle de M. *Faucon* dont on vient de vous parler. Son domaine rapportait 925 hectolitres de vin en 1867. Il a été attaqué par le phylloxera; la récolte a été réduite à 40 hectolitres et, dans la deuxième année, elle n'a donné que 35 hectolitres. Alors M. *Faucon* a inondé son vignoble à l'automne, quand la végétation de la vigne était suspendue et ne pouvait pas en être troublée. Au printemps, après quatre mois d'immersion, il a reconnu que les phylloxeras avaient disparu. Les ceps n'avaient pas souffert, la vigne renaissait et la récolte revenait à 120 hectolitres. Elle était de 450 hectolitres l'année suivante, et était rétablie à son taux normal de 849 hectolitres dans la troisième année et les suivantes. Tel est le fait dans toute sa simplicité.

Ce procédé est-il applicable partout et dans tous les cas? On aurait grand tort de l'affirmer. Toutes les vignes ne sont pas en état d'être aisément inondées; tous les cépages ne se prêteraient peut-être pas à subir un bain complet de quatre mois tous les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ans. On ignore si la qualité du vin ne serait pas modifiée. Mais, avant de parler de la qualité, il fallait s'occuper de l'existence même de la récolte qui était compromise et qui, rétablie, s'est faite dans des conditions telles que le vin récolté s'est bien vendu. Il est donc certain que M. *Faucon*, dans la situation où il se trouvait, a obtenu le succès qu'il cherchait. Il a tué, par submersion, tous les phylloxeras qui existaient dans son domaine. Il ne pouvait pas cependant s'en tenir à une seule opération. Il a dû recommencer chaque année, parce qu'il est entouré de voisins infestés qui lui envoient sans cesse de nouveaux insectes, et il devra renouveler cette opération tant qu'il y aura des phylloxeras dans la contrée.

Avant d'aller plus loin, je demanderai à M. *Heuzé* la permission de faire encore une observation au sujet de ce qu'il vient de dire relativement à *la pyrale*. Il n'est pas tout à fait exact d'attribuer à M. *Raclet*, dont je n'entends pas contester le mérite et à qui la reconnaissance du pays est due, l'invention absolue des procédés employés pour la destruction de la pyrale. Il est très-rare, en effet, que les agriculteurs trouvent immédiatement le remède à une maladie qui apparaît tout à coup. Ce n'est pas *l'empirisme*, mais bien *la science* qui montre le chemin par lequel on peut parvenir à combattre le mal, et *la pratique* ne vient, en général, que pour exécuter et réaliser les procédés dont la science a fourni les principes. Examinons quel a été, en effet, le rôle de la science dans cette circonstance.

En 1838 et en 1839, la pyrale fut signalée en Bourgogne et fit de grands ravages. Les tentatives diverses qui furent faites pour en combattre l'action étaient toutes infructueuses. C'est alors que la science fit connaître : 1° que dans une certaine partie de son existence la pyrale est un papillon nocturne ; 2° qu'elle pond ses œufs au dos de la feuille de vigne à laquelle ils adhèrent en formant des plaques nacrées faciles à reconnaître ; 3° que de ces œufs sortent, en juillet, des chenilles qui font un fil d'une certaine longueur et qui restent suspendues, en l'air, à son extrémité, jusqu'à ce qu'un mouvement de l'air les mette en contact avec le cep ; elles se détachent alors, descendent dans le sol et s'enfouissent sur le cep, à quelques centimètres de profondeur. Elles passent l'hiver ainsi, et au printemps elles remontent sur la vigne, dévorent tout ce qu'elles rencontrent, les bourgeons, les feuilles nouvelles, et elles causent presque la destruction de la plante ; puis elles se transforment en chrysalides et se cachent, à cet effet, dans les plis des feuilles de la vigne tordues en cornets. Elles en sortent à l'état de papillon.

Il fallait découvrir ces faits qui constituent les mœurs de l'ennemi qu'on avait à combattre. C'est la science qui s'en est chargée, en la personne de M. *Audouin*, membre de l'Académie ; la pratique a ensuite exécuté les procédés qui en dérivent. L'insecte était un papillon nocturne, on a allumé des feux, la nuit, dans les vignes, et un grand nombre de papillons sont venus s'y consumer. L'insecte quitte le cep pour aller se cacher en terre, on a goudronné le pied des ceps et la terre environnante. Les œufs sont en plaques visibles sur les feuilles, on a enlevé ces feuilles à la main. Sachant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'action délétère de l'acide sulfureux sur ces insectes, on a brûlé du soufre à l'extrémité des échalas où ils s'étaient cachés. Tous ces moyens, indiqués par M. *Audouin*, étaient efficaces, mais ils n'étaient pas suffisamment actifs ou étaient trop dispendieux. C'est alors que M. *Raclet*, s'appuyant sur une des parties les plus curieuses des mœurs de l'insecte, son hibernation en terre, a trouvé qu'on opérait la destruction complète de l'insecte en arrosant le pied de la vigne avec un litre environ d'eau bouillante. Mais, pour en venir là, il fallait savoir que c'était dans ce lieu d'élection qu'on trouverait l'ennemi qu'on voulait détruire et qu'il y serait engourdi et hors d'état de fuir pour se soustraire à la destruction; c'est ce qu'avait trouvé M. *Audouin*.

Les choses se passeront de la même manière en ce qui concerne le phylloxera. Hormis le succès que M. Faucon a obtenu et dont j'ai parlé, aucune des si nombreuses tentatives faites pour combattre le fléau n'a eu d'effet utile; non pas qu'on manque d'insecticides efficaces, ils sont, au contraire, très-nombreux; mais, quand ils ne détruisent pas la vigne elle-même, ils sont sans action utile sur l'insecte qu'on ne peut pas atteindre ou dont les habitudes sont inconnues aux inventeurs de remèdes. Lorsque l'Académie des sciences s'est occupée de ce sujet, elle a demandé, avant tout, qu'on fît connaître l'insecte et ses mœurs, dans toutes les phases de son existence. Tant que cette étude ne sera pas complète, on ne pourra faire que des efforts impuissants en portant ses coups dans les ténèbres contre un ennemi inconnu; mais, lorsqu'on l'aura complétée, on en déduira, j'en ai l'assurance, des moyens raisonnés et certains pour combattre ce fléau. Dès à présent, on peut résumer les connaissances acquises, faire connaître l'état d'avancement de ces études et signaler les espérances qu'elles donnent pour l'avenir.

A l'apparition du mal, deux opinions se sont produites et ont partagé les observateurs. Les uns ont considéré le dépérissement de la vigne comme une maladie propre à la plante elle-même; ils ont regardé l'insecte comme un parasite vivant des sucs viciés par cet état spécial dont la cessation produirait sa propre disparition. Les autres ont attribué la souffrance du végétal à l'existence de l'insecte par lequel elle était envahie, qui altérait ses racines, et qui, par sa prodigieuse multiplication, compromettait son existence. On en est venu, je crois, à être à peu près d'accord aujourd'hui. En effet, quelle que soit l'opinion adoptée, les conséquences pratiques qu'on en a déduites ont été les mêmes. On s'accorde, d'une part, à bien nourrir la plante avec le meilleur engrais possible afin de lui donner de la résistance contre le mal qui l'épuise, et, d'autre part, à détruire l'insecte, cause ou effet, dont la présence, dans tous les cas, exerce un effet nuisible sur la végétation.

A l'égard des conditions d'existence et des habitudes de l'insecte on s'est demandé, avant tout, comment il se reproduisait et s'il s'écoulait, entre deux générations successives, un temps court ou un temps très-long. Quelques analogies avaient porté à penser qu'il mettait un an à se reproduire. Mais l'observation a montré que cet intervalle était beaucoup plus court et ne dépassait pas vingt jours. Vingt jours après sa naissance,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans fécondation nouvelle, une femelle pond trois œufs par jour, pendant vingt ou trente jours au moins et probablement beaucoup plus. Cette multiplication se répète pour chacun de ses descendants avec une progression d'une effrayante rapidité, depuis le 15 avril jusqu'au 15 octobre! Voilà comment un seul insecte, une unité, survenant au printemps, produit, à l'automne, 12 à 15 milliards d'individus qui s'entassent, pressés l'un contre l'autre, sur les racines, en les recouvrant d'une manière aussi continue que l'épiderme de la peau recouvre un doigt. On a de la peine à se représenter une aussi effrayante fécondité. C'est la propriété contraire qui fait que le gribouri, par exemple, est moins dangereux. Il ne se reproduit que dans des conditions peu actives, tandis que la femelle du phylloxera peut, après sa naissance, pondre des centaines d'œufs sans avoir besoin d'être fécondée.

On a cherché ensuite à savoir si cette fécondation innée des femelles n'était pas remplacée, à une certaine période, par un accouplement régulier. Cette recherche a été difficile, et elle n'a rien produit tant qu'on s'est borné à observer le phylloxera de la vigne. Heureusement, il existe sur le chêne un insecte analogue plus facile à étudier, et il a servi à faire connaître la voie qu'on devait suivre. On a reconnu, en effet, que vers la fin de l'automne les phylloxeras pondent des œufs particuliers, n'ayant ni la taille ni la couleur de ceux des générations précédentes. Il en sort des insectes mâles et femelles qui sont différents de ceux qui les ont produits. Ils sont dépourvus d'appareils de succion et de digestion, incapables, dès lors, de se nourrir, et ces appareils sont remplacés par des organes mâles et femelles. Aussitôt nés, ils s'accouplent et produisent un œuf d'où naît une femelle qui pourra reproduire l'espèce pendant une longue suite de générations sans fécondation nouvelle.

Ces résultats sont dus à M. *Balbiani*, qui les a observés sur l'insecte du chêne, et à M. *Max. Cornu*, qui les a constatés sur celui de la vigne, et ils jettent un jour inattendu sur les principales circonstances de l'existence de ces êtres singuliers.

Il est encore une troisième forme sous laquelle le phylloxera de la vigne peut apparaître, et elle doit aussi être étudiée avec attention ; c'est la forme ailée. L'insecte qu'on observe ordinairement sur les racines de la vigne est aptère ; il peut se transporter à de petites distances et marche même assez vite, mais il ne peut pas traverser de grands espaces, et son existence serait bientôt éteinte par la ruine des ceps qu'il aurait fait périr, si la nature n'y avait pas pourvu. En juillet, et plus tard, on observe qu'il peut être transformé en un insecte ailé ressemblant un peu, en petit, à une mouche ordinaire. Pour cela, il faut qu'il ait été alimenté par une nourriture particulière, qui est le suc plus substantiel et plus riche des extrémités les plus vivantes et les plus jeunes des radicelles de la vigne et non le suc des grosses racines. Par l'influence de cette nourriture, les phylloxeras prennent des ailes, ils remontent à la surface du sol et ils sont enlevés et transportés par le vent à d'assez grandes distances. Ils sont d'ailleurs, en tout, pareils aux autres individus femelles dont ils ne diffèrent que par leurs ailes et vivent et se nourrissent comme eux ; ils ont un ovaire, mais ne donnent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

naissance qu'à trois œufs d'où sortent les individus sexués, capables de s'accoupler.

Cette étude des mœurs du phylloxera se continue et fait, chaque jour, des progrès nouveaux; mais dès à présent, et dans son état actuel, elle laisse concevoir l'espoir qu'on en retirera des applications utiles à une époque peu éloignée; on peut même déjà reconnaître les époques où la destruction de cet insecte peut être tentée avec le plus de chances de succès. M. *Faucon*, guidé par la pensée que la maladie de la vigne était due à la présence du parasite qui l'épuisait, a inondé ses vignes pendant l'hiver. A cette époque, l'insecte engourdi et inerte était dans l'impossibilité de se soustraire à la destruction, et le succès de l'opération était assuré. Un succès de même genre pourra être la conséquence des moyens de destruction efficaces qu'on emploierait au printemps ou en automne. Au printemps, en effet, les phylloxeras se réveillent, pondent, et les jeunes apparaissent doués d'une grande activité; mais alors, comme on est à l'origine de la période annuelle, la mort de chaque individu supprime les milliards qu'il aurait produits pendant l'année. En automne, d'autre part, la destruction des mâles et des femelles empêcherait la naissance des innombrables générations fécondées pour un long avenir qui sortiraient de leurs œufs.

En résumé, quant aux mœurs du phylloxera, les observations dues à la science n'ont pas été décisives, mais sont loin d'être restées stériles.

Si les grosses racines sur lesquelles le phylloxera se fixe en hiver dépérissent, c'est que l'insecte hibernant n'est pas engourdi et continue à se nourrir de leur suc, son suçoir implanté dans leur tissu.

Si la vigne meurt, c'est que toutes ses radicelles ont été attaquées par l'insecte, et que ses piqûres déterminent la formation de nodosités qui pourrissent en hiver, ce qui prive la vigne de tous ses organes nourriciers.

Dès le milieu d'avril, le phylloxera commence à pondre, et tous ses œufs, les œufs d'été, ordinairement en nombre effrayant, produisent des femelles voraces et fécondes, se multipliant à l'infini, sous la forme aptère et destinées à vivre et à mourir dans un étroit rayon.

Pour se transporter au loin et créer de nouvelles familles, l'insecte prend une nourriture choisie, devient ailé, et va pondre à distance des œufs capables de donner des individus sexués destinés à l'accouplement et privés de suçoir et d'organes digestifs.

De ceux-ci sortent des femelles dont les œufs, les œufs d'hiver, passent l'hiver sans éclore et, qui au printemps, deviennent le point de départ d'une nombreuse famille dont toutes les femelles se trouvent fécondes pendant de longues générations.

A quelques nuances près, cette histoire du phylloxera des racines ne diffère pas de celle du phylloxera des feuilles qui se développe sur les feuilles des vignes américaines. Je considère le phylloxera comme originaire d'Amérique, comme transporté en France. Mais je m'arrête, l'heure étant bien avancée. J'ai voulu seulement rétablir le rôle et les devoirs de la science dans leur véritable jour.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOMINATION. — M. *Henriet*, de la maison *Lemaire* et *comp.*, est nommé membre de la Société, par un vote du Conseil.

Séance du 24 avril 1874.

Présidence de M. DUMAS, président.

CORRESPONDANCE. — M. *Freulon*, fabricant de ferblanterie, rue des Vosges, 2, présente des bidons et vases à robinet mobile et à fermeture hermétique destinés à contenir l'huile de pétrole et les essences; il présente également une lampe à essence et à huile dépourvue de la vis qui existe ordinairement dans ce genre d'appareils. (Comité des arts économiques.)

M. *Giroud*, fabricant de régulateurs de la pression du gaz, rue des Petits-Hôtels, 27, présente un appareil capable de signaler, au moment même où ils se produisent, les changements de qualité qui surviennent dans le gaz employé. Cet appareil donne un débit de 38 litres à l'heure lorsque le gaz est dans les conditions réglementaires fixées par l'Administration municipale, et cette quantité brûlée dans un bec-bougie produit une flamme de 105 millimètres de hauteur. Si la nature du fluide est modifiée, il y a un changement simultané dans la hauteur de la flamme et dans le volume consommé. L'instrument permet de constater de deux manières ce changement et, par suite, la modification du fluide. (Comité des arts économiques.)

M. *Launay* (Charles), boulevard Voltaire, 136, fait présenter par M. le comte *du Moncel* un avertisseur de la pression du gaz. Lorsque deux établissements voisins sont éclairés par un certain nombre de becs de gaz, il arrive souvent que, lorsque l'extinction des lumières dans l'un de ces établissements est rapide, la pression du gaz varie assez brusquement pour causer des accidents dans l'établissement voisin et même des explosions graves. M. *Launay* a pensé qu'il était nécessaire de faire signaler ces circonstances par un avertisseur spécial. Celui qu'il présente consiste en une pile à bisulfate de mercure dont le liquide est en communication siphoïde avec le gaz, et a un niveau variable suivant les modifications de pression de la conduite. Lorsque cette pression dépasse une quantité déterminée pour laquelle l'instrument est réglé à l'avance, le liquide atteint des pièces métalliques qui ferment un courant électrique, etc. Ce courant fait immédiatement marcher une sonnerie, etc. (Comité des arts économiques.)

M. *Launay* présente également des appareils appropriés pour rechercher les fuites de gaz dans les tuyaux de conduite. Il emploie, à cet effet, une fumée sèche odorante comme la fumée d'encens, brûlée dans un fourneau particulier, qui est muni d'un appareil d'insufflation, par lequel la fumée est aspirée, puis refoulée dans le tuyau qui doit être mis à nu dans l'espace où on cherche la fuite. L'apparition de la fumée, annoncée par son odeur spéciale très-différente de celle du gaz, permet de reconnaître sans danger les fuites les plus faibles. (Comité des arts économiques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. *Voisin* et *Dronier*, rue Saint-Fargeau, 41, à Paris, soumettent à la Société un briquet électro-catalytique, qui permet d'avoir instantanément de la lumière avec une dépense minime. (Comité des arts économiques.)

M. *Faure* fait présenter, par M. *Salvetat*, les moyens mécaniques qu'il emploie pour le façonnage rapide et régulier des assiettes. D'assez nombreuses tentatives ont été faites, à plusieurs reprises, pour remplacer la main de l'homme et le calibre qui étaient employés jusqu'ici dans la mise en forme de la pâte de faïence ou de porcelaine; mais, jusqu'à présent, aucune n'avait produit de résultats satisfaisants. M. *Faure* est parvenu à opérer le façonnage des assiettes d'une manière régulière par l'emploi de trois machines : la première centre la masse sur le tour et la régularise; sur la deuxième, la coupe est faite et la matière est amenée à former une lame circulaire d'une épaisseur convenable et régulière; la troisième enfin donne la forme définitive au produit. Ces machines sont assez répandues à Limoges et donnent des résultats satisfaisants. (Comité des arts mécaniques et des arts chimiques.)

Imprimés. — M. *Leduc-Vic* fait hommage à la Société d'une brochure descriptive des presses mécaniques qu'il a inventées pour la compression des fourrages et de toutes les matières élastiques encombrantes, et qui ont déjà obtenu l'approbation de la Société. Cette brochure est extraite de la publication industrielle de machines, outils et appareils de M. *Armengaud* aîné.

L'Aéronaute, bulletin mensuel de la Société française de navigation aérienne, avril 1874. Cette livraison contient d'intéressants détails sur les préparatifs de l'expédition de MM. *Crocé-Spinelli* et *Sivel*.

M. *Sirand*, pharmacien à Grenoble, lauréat de la Société : Le procédé *Pasteur* appliqué aux éducations de 1873, brochure in-8.

MM. *Delesse* et *de Lapparent*, Revue de géologie, tome X, pour les années 1870 et 1871. Paris, 1873, 1 vol. in-8; *Savy*, éditeur.

M. *Wolowski*, député de la Seine, membre du comité du commerce de la Société. Discours dans la discussion de l'impôt du sel à l'Assemblée nationale. Paris, 1874; in-8°.

RAPPORT DES COMITÉS. — *Guide du tailleur.* — M. *Homberg* présente, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur le Guide du tailleur, publié par M. *Bondon*, rue Sainte-Anne, 64.

Le rapporteur propose de remercier M. *Bondon* de la communication qu'il a bien voulu faire à la Société, et d'insérer le rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voy. cahier d'août 1874, page 390.)

Pile thermo-électrique. — M. *du Moncel* lit, au nom du même comité, un Rapport sur la pile thermo-électrique de M. *Clamond*.

Le comité propose de remercier M. *Clamond* de la communication qu'il a faite à la Société et d'insérer le Rapport au *Bulletin*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Télégraphie électrique dans les hôtels. — M. *du Moncel* fait encore, au nom du même comité, un Rapport sur une disposition ingénieuse proposée par M. *Debayeux*, pour simplifier la transmission des ordres dans les hôtels.

Le rapporteur propose de remercier M. *Debayeux* de sa communication et d'insérer le Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Communications.—*Blanchiment de l'ivoire et des os.*—M. *Cloez*, membre du comité des arts chimiques, fait part à la Société d'un procédé qu'il a trouvé, et qui produit un blanchiment parfait de l'ivoire et des os.

Les conservateurs du musée anatomique du Jardin des plantes étaient désireux de faire disparaître la couleur jaunâtre et graisseuse, ainsi que l'odeur désagréable que répandent les squelettes. M. *Gratiolet* consulta M. *Cloez*, qui conseilla les dissolvants des corps gras, et principalement l'essence de térébenthine. Comme l'odeur qui en émanait incommodait, il mit dehors les vases où les objets à désinfecter trempaient dans l'essence, et il fut très-surpris de voir qu'en très-peu de temps l'odeur cadavéreuse avait disparu, et que, de plus, les os étaient devenus d'une blancheur éblouissante. Le même procédé, appliqué à l'ivoire, donne un blanchiment parfait. Une exposition de trois à quatre jours au soleil, dans de l'essence de térébenthine rectifiée ou non, suffit pour un blanchiment complet; à l'ombre, il faut un peu plus de temps. Mais une précaution essentielle à prendre est de placer les objets qu'on veut blanchir sur de petits chevalets en zinc, qui les soutiennent à quelques millimètres au-dessus du fond de la caisse vitrée dans laquelle on les place pour ce bain. L'essence de térébenthine est, en effet, un oxydant très-puissant, et c'est en vertu de cette propriété qu'elle agit; le produit de cette combustion forme un liquide acide qui s'étend en couche mince au fond de la caisse, et, si les objets mis à blanchir trempaient dans cette liqueur acide, ils seraient promptement attaqués par elle.

Cette action de l'essence ne s'exerce pas seulement sur les os et l'ivoire, elle s'exerce encore sur le bois et d'autres corps. Le hêtre, le charme, l'érable fournissent d'excellents résultats; le liége est blanchi très-rapidement. L'essence de térébenthine n'est pas la seule qui jouisse de cette propriété. L'essence de citron et les autres isomères de l'essence de térébenthine produisent le même effet.

M. *Cloez* a cru qu'il serait utile de publier ces procédés qui peuvent être utiles dans beaucoup de circonstances, et il en parle surtout en vue de les mettre dans le domaine public, et d'empêcher qu'ils ne soient l'objet d'une prise de brevet.

M. le *Président* remercie M. *Cloez* de l'intéressante communication qu'il vient de faire, et il le prie d'en faire l'objet d'une note qui sera insérée dans le *Bulletin* de la Société.

Vignobles de la Hongrie. — M. *Moll*, membre du comité d'agriculture, donne des détails sur la culture de la vigne en Hongrie, pays peu connu et peu visité, mais qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

semble avoir un grand intérêt, pour les Français, au point de vue spécial de la culture de la vigne.

La Hongrie produit des vins de table qui se rapprochent beaucoup de ceux de la France. Elle contient 7 à 800 000 hectares de terres cultivées en vignes, et, dans les bonnes années, elle récolte jusqu'à 19 millions d'hectolitres de vin. Ses vins ont une grande analogie avec les vins français; ils sont peut-être un peu plus riches en alcool, mais cette différence est loin d'être un défaut pour leurs consommateurs habituels, qui sont des habitants du Nord. Jusqu'à présent, ils ont été vendus sur un marché très-différent de celui où se placent ceux de la France. Mais il faut s'attendre à voir cette concurrence naître et s'affirmer d'une manière sérieuse, maintenant que des charges lourdes pèsent sur notre commerce, et que de terribles maladies sévissent sur nos vignobles. Il est donc indispensable d'étudier ce pays dont les produits peuvent s'emparer d'une partie de nos meilleurs débouchés.

Le royaume de Saint-Étienne occupe 27 millions d'hectares, et contient une population de 15 millions d'habitants; cette population a donc, en moyenne, une densité inférieure à celle de la France. Elle est remarquable, surtout, par la manière dont elle est composée; cinq races, en effet, existent mêlées sur le même sol : des Hongrois ou Maggyars, qui ne forment pas la moitié de l'ensemble; des Allemands, peu nombreux, si ce n'est en Transylvanie; les Serbes, vers le sud; les Croates et les Slavons, en Croatie et Slavonie; les Roumains, vers l'est. Il en résulte une diversité de langues qui est une grande calamité pour le pays. La justice doit être rendue en cinq langues différentes; les relations habituelles sont compliquées, et le commerce et l'industrie éprouvent une gêne continuelle. La population agricole, qui n'était autrefois composée que de Serbes, contient aujourd'hui une grande quantité de Maggyars.

Le climat est indiqué par la latitude comprise entre 46 et 49 degrés et par la position orientale de la Hongrie au milieu du continent. Les froids de l'hiver y sont cependant moins vifs que dans les régions voisines, parce que les monts *Karpathes* forment une puissante barrière qui protége les parties centrales, environ le tiers du territoire, contre les vents du nord. Cette région est plus spécialement propre à la culture de la vigne. Les froids, en effet, ne sont jamais assez rudes, en hiver, pour faire périr la vigne, et les chaleurs de l'été sont assez intenses pour mûrir parfaitement le raisin et favoriser ainsi la qualité supérieure du vin. Les vignes de Tokay, portées à la même latitude en France, ne pourraient pas y produire des vins pareils à ceux qu'elles donnent en Hongrie, et qui sont si justement estimés.

Les voies de communication sont analogues à celles des États-Unis d'Amérique. Il n'y a point de routes terrestres, mais des chemins de fer et des fleuves. De toute antiquité, les fleuves ont été les voies fréquentées par le commerce; c'est donc le long de leur cours que la civilisation s'est établie. Elle y a trouvé un sol d'une fertilité extrême, mais l'état marécageux des rives s'est opposé à ce qu'elle prît tout le développement qu'elle aurait pu avoir. Ainsi, le Danube est bordé de marais par plus de 14 kilo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mètres de largeur. Il en est de même de la Theiss, qui forme aussi de vastes plaines marécageuses. Ces espaces, à présent sans valeur, n'attendent que des travaux intelligents pour devenir le pays le plus productif du monde.

La région du Centre, et surtout le Banat de Temeswar, n'a point de route parce qu'elle n'a pas de pierres convenables. Elle est extrêmement fertile : la terre végétale y a une épaisseur énorme; les récoltes y sont faciles et très-abondantes ; aussi ne fait-on qu'une culture d'épuisement. On ne se doute même pas de l'utilité du fumier. Un exemple, entre autres, peut faire comprendre l'état du pays sous ce rapport. Il y a à Pesth une distillerie qui emploie ses résidus à l'engraissement des bœufs, elle entretient habituellement de 2500 à 3 000 bœufs. Cette population bovine produit des quantités considérables de fumier ; comme on ne lui trouvait aucun emploi, il a fallu l'entasser pour s'en débarrasser, et la masse est bientôt devenue assez grande pour former une véritable montagne où se développent les fermentations les plus diverses. A l'époque où le choléra a envahi la Hongrie, l'épidémie a sévi avec beaucoup de rigueur dans les environs de Pesth, et la municipalité, pour écarter toutes les causes d'infection, a ordonné l'enlèvement et la destruction de ces fumiers. Il a fallu obéir. Mais on n'a pas pu trouver d'autre moyen d'évacuation que de les porter au Danube. Cela ne suffisait pas; on n'enlevait ainsi que des quantités insignifiantes, eu égard à la masse énorme qu'il fallait déblayer. On a, de plus, organisé, pour les brûler, cinq fours continuellement en activité; mais la production était encore presque égale à la consommation, et toutes ces ressources n'ont donné que des résultats insignifiants.

Revenons à la culture de la vigne; en ce moment son développement est limité par la méthode de culture qu'on emploie. Les vignes sont toutes plantées sur les coteaux et cultivées à bras. La population est rare, elle est libre ; les salaires sont élevés. Ce sont des conditions toutes semblables à celles dans lesquelles se trouve la France. Le danger d'une concurrence sérieuse n'apparaîtra que lorsque les plaines se mettront à cultiver la vigne. Cela est possible, en effet, et un essai, qui a très-bien réussi, donne une idée de ce qu'on peut réaliser. Lors donc que la charrue s'emparera de la culture des vignes, la Hongrie pourra faire concurrence à nos vignobles du Midi, qui donnent, dans les bonnes années, de 300 à 400 hectolitres à l'hectare, et, avec des frais moindres, peut-être même avec une qualité supérieure, elle produira des quantités analogues.

Pour que cette transformation s'opère, il faut que la répartition de la population soit modifiée. En ce moment, elle est tout entière concentrée dans de très-gros villages ou bourgs, de 3 à 4 000 habitants, éloignés les uns des autres par des espaces considérables inhabités, de telle sorte qu'il faut souvent faire 4 lieues pour aller cultiver un champ. Cet état, qui est la conséquence des guerres entre les chrétiens et les musulmans, dont la Hongrie a été si longtemps le champ de bataille, a imposé le mode de culture épuisante qui est en vigueur. On ne peut pas fumer ces champs éloignés ; on les laboure, on les ensemence, puis on les abandonne jusqu'à l'été. Alors le cultivateur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

revient, fait la récolte, la bat, la trie, abandonne la paille et n'emporte que le grain. Mais, lorsque la sécurité sera complète, quand la circulation sera facile et toujours assurée, les cultivateurs s'établiront dans ces grands espaces qui séparent les villages. Des fermes et des habitations s'élèveront sur les lieux mêmes de la production, et, ce jour-là, nous trouverons dans les Hongrois une rude concurrence pour la production des vins de table.

M. le *Président* remercie M. *Moll* de cette intéressante communication qui pourra trouver place dans le *Bulletin*.

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil :

MM. *Dobelle*, industriel, à Amiens ;
de Laguerenne, propriétaire, à Mont-Saint-Angel (Allier) ;
Lagrange, directeur de la raffinerie de Guillon ;
Mignot (Léon), chimiste, à Paris ;
Joulie, fabricant de produits chimiques, à Paris ;
Balguerie (Jean-Jacques-Alfred), ingénieur au chemin de fer du Midi, à Bordeaux.

Séance du 8 mai 1874.

Présidence de M. BALARD, *Vice-Président*.

Nécrologie. — M. *Mangon* annonce à la Société la mort récente de M. *Belanger*, ingénieur en chef des ponts et chaussées, en retraite, dont les travaux sont bien connus de tous ceux qui s'intéressent à l'application des sciences à l'industrie.

M. *Belanger* né, le 10 avril 1790, à Valenciennes, entra à l'École des ponts et chaussées en 1813. Dès l'origine de sa carrière il se fit remarquer par son aptitude spéciale pour les sciences, en publiant son Essai sur le mouvement des eaux courantes, qui ouvrit de nouvelles voies aux recherches sur cette partie importante de l'art de l'ingénieur. Peu après la fondation de l'École centrale, il fut appelé à professer la mécanique dans ce grand établissement, et sut donner à cet enseignement nouveau un caractère à la fois élémentaire et vraiment scientifique qui le fit grandement apprécier. En 1840, M. *Belanger* fut nommé professeur de mécanique appliquée à l'École des ponts et chaussées, et plus tard, enfin, il fut attaché comme professeur à l'École polytechnique.

M. *Belanger* a publié un cours de Mécanique appliquée, un traité de Géométrie analytique et plusieurs autres ouvrages estimés. On doit certainement le compter parmi les savants professeurs qui ont puissamment contribué à répandre en France la connaissance de la mécanique appliquée. La Société d'encouragement, qui suit avec tant d'intérêt les efforts de tous ceux qui se consacrent aux progrès de l'industrie fran-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

çaise, partagera les sentiments douloureux des amis et de tous les anciens élèves de M. *Bélanger*.

M. *Mangon* ajoute, en terminant, que M. *Dumas*, empêché d'assister à la séance, l'a chargé d'exprimer à la Société tous ses regrets de ne pouvoir pas rendre lui-même, en ce moment, un dernier hommage à l'un de ses plus anciens collègues de l'École centrale.

CORRESPONDANCE. — M. *Briet* (Jules), à la Ferté-sous-Jouarre (Seine-et-Marne), présente un mémoire sur les moyens de garantir les ouvriers qui taillent les pierres meulières des poussières nuisibles à leur santé. Ce mémoire est destiné au concours ouvert auprès de la Société d'encouragement pour la solution de cette question. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Dupont* (L.), rue d'Ulm, 11, à Paris, adresse un mémoire sur les moyens de créer, au moyen de puits absorbants convenablement disposés, des forces motrices dans tous les lieux où on peut amener de l'eau. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Coret*, mécanicien, rue Nau, 78, à Marseille, envoie un spécimen de l'appareil dont il a soumis les dessins et la description dans la séance du 13 mars dernier, et qui a pour objet de faire connaître à chaque instant, sur un cadran intérieur, la vitesse d'un navire en marche. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Dietrich* (Ch.), graveur, rue Gossin, 15, Grand-Montrouge, étude d'un compteur hydraulique. (Comité des arts mécaniques.)

MM. *Dordron* et *comp.*, fondeurs, rue Saint-Lambert, 7, à Paris, demandent à la Société de faire examiner une graisse épurée pour usages domestiques, préparée et vendue par eux sous le nom de *beurrine*. (Comité des arts chimique.)

MM. *Jolley* et *comp.*, chaussée de Ninove, 57, à Bruxelles, envoient des renseignements supplémentaires et des croquis relatifs à l'armoire de glace qu'ils ont présentée au concours ouvert par la Société pour la conservation des denrées alimentaires. (Comité des arts économiques.)

M. *Gaffard*, chimiste, fabricant de produits pharmaceutiques, à Aurillac (Cantal), soumet à l'examen de la Société une encre indélébile. (Comité des arts chimiques.)

M. *Millochau*, chimiste, 739, Spruce street, à Philadelphie, annonce qu'il ne fera de communication sur le procédé pour diminuer l'insalubrité des caisses d'épuration du gaz d'éclairage que quand le concours ouvert par la Société sera jugé, afin que cette communication, qui n'a pu arriver qu'après la clôture du concours, ne nuise à aucun concurrent. (Comité des arts chimiques.)

M. *Saix* (Calixte), à Bougezet, près Florac (Lozère), envoie un dossier de huit pièces relatives à la fabrication artificielle du diamant.

M. *Bourbaud* (Ed.), négociant, boulevard Saint-Germain, 13, donne des renseignements complémentaires pour faire suite à la communication d'une eau et d'une poudre dentifrice au cachou, qu'il a présentées dans la séance du 10 avril 1874. (Comité des arts chimiques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Vavin* (Charles), membre de la Société, boulevard Saint-Michel, 7, présente une machine pour opérer mécaniquement la séparation des rognures et poussières de fer qui se trouvent mêlées au cuivre dans les détritus et limailles des ateliers.

Ce triage, qui se fait ordinairement à la main, exige beaucoup de temps et nuit essentiellement à la santé des ouvriers courbés toute la journée sur des matières pulvérulentes contenant du cuivre. M. *Vavin* opère ce travail mécaniquement en employant deux cylindres creux superposés tournant dans le même sens, sur lesquels la matière à trier est répandue par une trémie. La surface de ces cylindres est formée de bandes en fer doux, maintenues dans un état de magnétisme continu par des aimants enchevêtrés. Les particules de fer contenues dans la matière à trier s'attachent sur la surface de ces cylindres, et, à un certain moment de la rotation dans laquelle elles sont entraînées, elles sont détachées par des brosses tournantes et rejetées dans une hotte latérale, tandis que les particules cuivreuses et terreuses tombent au bas de l'appareil.

Cette petite machine fonctionne dans plusieurs ateliers, et elle peut opérer le triage de 500 kilogrammes de matière par heure. (Comité des arts économiques.)

M. *Mangon*, membre du Conseil, dit qu'il a employé l'appareil de M. *Vavin* pour rechercher le fer titané dans les terres arables. La précision obtenue ainsi est très-remarquable. Il a pu, en effet, séparer, en très-peu de temps, un gramme et même un demi-gramme de fer titané disséminé dans 100 kilogrammes de terre. Aucun moyen chimique ou autre n'aurait permis d'obtenir une aussi grande précision.

Communications. — *Élagage des arbres forestiers.* — M. *Chatin*, membre du comité d'agriculture, rend compte à la Société d'une visite qu'il a faite récemment dans les bois de Roset-Saint-Albin, appartenant à M. le comte *A. des Cars*, et de la méthode que cet habile silviculteur emploie pour la direction des arbres forestiers ou d'alignement, en vue d'activer leur croissance et d'augmenter leur valeur. Cette méthode, basée sur les préceptes donnés, en 1861, par M. *de Courval*, a produit d'excellents résultats comme M. *Chatin* l'a constaté par lui-même, et il en recommande l'application à la culture des arbres pour bois de charpente dont la valeur augmente sans cesse.

Les soins à donner aux arbres forestiers ont été résumés, par M. le comte *des Cars*, dans un petit manuel de l'art de diriger ces arbres, où de nombreuses figures dessinées d'après nature avec une grande exactitude font comprendre d'une manière précise l'objet et l'avantage des préceptes que le livre contient.

M. *Chatin*, dans la visite qu'il vient de faire, a été plus spécialement frappé, parmi les améliorations qu'il a vues, de l'application de trois de ces préceptes.

Le premier est l'élagage des branches gourmandes ou mal dirigées, afin de ramener la séve sur le tronc et vers la cime. La cime s'allonge alors, la séve est employée principalement à augmenter le bois de la tige, au lieu de servir à la formation de grosses branches latérales sans valeur. On régularise ainsi la forme de l'arbre en dirigeant sa

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

croissance vers la hauteur et en lui donnant la forme qui convient à son âge. L'arbre s'en trouve mieux, et la lumière et l'air circulent mieux sur le taillis environnant.

La manière dont cet abatage des branches est opéré est le deuxième point à remarquer. Au lieu de laisser un moignon, ou bout, plus ou moins long, sur les branches abattues, M. *des Cars* recommande de faire les plaies unies et le plus rigoureusement possible au ras du tronc. Ces plaies sont immédiatement recouvertes de *coaltar* ou goudron de houille, puissant antiseptique, qui empêche toute pourriture et s'oppose au contact de l'air. Ainsi traitées, les plaies du tronc ne produisent pas de bourrelet supérieur et le godet carié que l'élagage ordinaire cause inévitablement, le bois recouvre en droit fil le tronc amputé et ne laisse aucune trace de la cicatrice. On peut donc hardiment faire à tout âge les amputations nécessaires pour la bonne direction de l'arbre, et le coaltar fournit une précieuse substance pour empêcher la carie du tronc.

Le troisième précepte est relatif aux soins à donner à la cime de l'arbre. M. *des Cars* refait cette cime lorsqu'un accident quelconque l'a fait périr, et il ranime ainsi des arbres qui auraient été condamnés de bonne heure à être abattus ou qui auraient été pourris en peu de temps. Pour cela, il choisit, parmi les rameaux voisins, celui qui est assez important et assez bien placé pour pouvoir devenir la nouvelle cime de l'arbre. Il coupe, suivant la méthode qui vient d'être exposée, la partie ou cime condamnée, et il redresse, par la tension des courroies ou avec d'autres liens, la branche choisie pour la nouvelle cime jusqu'à ce qu'elle soit devenue verticale. La séve circule très-difficilement dans les branches inclinées ou horizontales, plus aisément dans celles qui sont un peu relevées, et le mieux possible dans les branches devenues verticales. C'est sur ce principe qu'est fondée toute la culture des arbres fruitiers et des espaliers. La nouvelle application, qui en est faite aux arbres forestiers, n'est pas moins avantageuse, et on remarque bientôt que l'arbre redressé a repris sa vigueur, sa croissance normale et une cime régulière comparable à la première.

Ces indications rapides ne peuvent que donner une idée des principaux résultats de la méthode de M. le comte *des Cars;* il faudrait voir les soins intelligents donnés aux arbres à toutes les époques de leur vie, la surveillance attentive dont ils sont l'objet, et on partagerait ainsi l'espoir qu'il a conçu de faire augmenter beaucoup la production des arbres pour bois de charpente, qui, jusqu'à présent, en France, était sans direction et sans culture raisonnée.

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil

— MM. le comte *de Grouchy*, ancien préfet, à Paris, présenté par M. *Dumas;*

Dordron, fondeur de suif, à Paris, présenté par M. *Balard*.

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BULLETIN
DE
LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ÉLECTRICITÉ.

RAPPORT *fait par* M. LISSAJOUS, *au nom du comité des arts économiques, sur le* SYSTÈME D'APPAREILS *employé pour allumer les lustres à gaz de la salle de l'Assemblée nationale, à Versailles, par* M. GAIFFE, *rue Saint-André-des-Arts, à Paris.*

Messieurs, l'éclairage de l'Assemblée nationale, à Versailles, se fait au moyen de lustres et de girandoles comprenant un nombre total de 256 becs.

Au début, ces becs restaient en plein feu pendant toute la durée des séances; mais, depuis que le plafond peint a été remplacé par un vitrage, l'éclairage au gaz n'est plus nécessaire qu'à partir du moment où la lumière extérieure commence à faiblir.

Néanmoins les exigences du service de l'Assemblée, la nécessité d'éviter des manœuvres d'allumage qui pourraient troubler la séance, ont, après l'installation du plafond vitré, obligé d'allumer encore les becs dès midi et demi, et de les maintenir à bleu jusqu'à l'heure où la lumière du jour faisait défaut.

Le désir d'économiser une quantité considérable de gaz, dont la consommation inutile au point de vue de l'éclairage se traduisait par un dégagement de chaleur souvent nuisible, a donné l'idée d'employer l'électricité à l'allumage presque instantané de la salle.

Une expérience avait déjà été faite dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne par M. Rhumkorff, à l'époque de l'inauguration des conférences, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'électricité était déjà employée dans le même but, et sur une grande échelle, au Capitole de Washington. Le succès ne paraissait donc pas douteux.

Néanmoins les difficultés spéciales d'installation ont été surmontées par M. Gaiffe avec beaucoup de bonheur; l'appareil présente une grande simplicité, la dépense d'entretien est presque nulle et le fonctionnement irréprochable.

L'appareil électrique est installé dans une armoire (près de la porte de la salle des séances, à gauche du Président), dans laquelle se trouvent également les robinets correspondants aux diverses conduites qui alimentent la salle.

Dans cette armoire se trouve une bobine Rhumkorff, moyen modèle, avec interrupteur automatique à mercure. Cette bobine est mise en action par une pile Leclanché de quatre éléments, dont les zincs ont 4 décimètres carrés de surface.

Ces éléments, de dimension considérable, ne représentent effectivement que l'équivalent de trois éléments de Bunsen, de dimension moyenne, mais leur durée est beaucoup plus grande. Sous l'influence de cette pile, la bobine donne des étincelles de 15 centimètres seulement.

Pour transmettre l'électricité aux divers appareils d'éclairage, on emploie pour chaque lustre et chaque girandole un câble spécial, mais le retour de l'électricité se fait par un câble commun.

Ces câbles sont formés d'une corde de fils de cuivre de $0^{mm},5$ à quatre brins, couverte de trois couches de gutta-percha, d'un filin goudronné, et d'une toile enduite de caoutchouc. Partout où le câble est supporté, il est entouré d'un tube de caoutchouc de 2 millimètres d'épaisseur, et les supports eux-mêmes sont formés de blocs de caoutchouc durci et percés de trous cylindriques par lesquels passent les câbles.

L'isolement est donc irréprochable.

Chaque câble a pour point de départ un bouton métallique isolé et distinct, que l'on met en relation avec le fil induit de la bobine à l'aide d'un excitateur terminé par une boule et relié à l'un des bouts du fil induit par une chaîne; cet excitateur est muni d'un manche en caoutchouc durci. Tous les boutons sont rangés sur une même plaque isolante et portent leur numéro d'ordre. L'autre bout du fil induit est en communication permanente avec le câble de retour. Les deux câbles d'aller et de retour sont réunis sur le lustre même que l'on doit allumer par un circuit métallique soigneusement isolé, qui présente autant d'interruptions qu'il y a de becs.

A cet effet, à la base de chaque bec et dans le disque métallique qui sup-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

porte le globe, est inséré un bloc épais de caoutchouc durci traversé par deux fils de cuivre terminés par des pointes en platine. Ces divers appareils sont réunis, de proche en proche, par des fils intermédiaires, et les extrémités de cette chaîne interrompue aboutissent aux deux câbles d'aller et de retour. Dans chaque appareil allumeur, la distance des deux pointes est de 1/3 à 1/2 millimètre : l'une d'elles plonge dans la lame de gaz, l'autre est au-dessus et un peu en dehors. De cette manière il y a toujours un mélange explosif sur le trajet de l'étincelle.

L'étincelle reçue entre les deux bouts du câble est beaucoup plus courte qu'à la bobine même ; elle est réduite de 15 centimètres à 25 millimètres seulement. Néanmoins cette décharge suffit pour alimenter, à coup sûr, les cinquante-quatre interruptions de 1/3 de millimètre, qui se trouvent dans le circuit correspondant aux plus grands lustres.

Pour effectuer l'allumage, on met la bobine en fonction en fermant le circuit de la pile au moyen d'un levier muni d'un manche en caoutchouc durci ; puis on ouvre les robinets du gaz, et à l'aide de l'excitateur on donne l'étincelle sur les boutons correspondants aux divers câbles électriques.

L'allumage total dure à peine quinze secondes.

Les girandoles de la tribune, alimentées par des conduits trop étroits, exigent une minute et demie d'attente; elles doivent donc être l'objet d'une manœuvre spéciale.

Au moment où l'expérience se fait, la pile possède un excès considérable de charge accumulé pendant la période de repos, et elle donne alors beaucoup plus qu'il ne faut pour produire l'effet voulu. Cet avantage est précieux parce qu'il assure le service, même par les temps les plus humides.

Si on répétait l'expérience un certain nombre de fois, l'électricité finirait par faire défaut; mais on a reconnu que l'on pouvait allumer la salle jusqu'à vingt fois de suite sans accident. La sécurité est donc complète.

La pile, fonctionnant au plus pendant deux ou trois minutes chaque jour, s'use à peine. Il est seulement indispensable de ne pas laisser, par mégarde, le circuit fermé après l'opération.

Pour éviter tout oubli à cet égard, M. Gaiffe a disposé le levier qui ferme le circuit de façon qu'en abaissant le panneau glissant qui ferme l'armoire on abatte nécessairement ce levier et on rompe le circuit de la pile.

Dans l'invention et l'exécution de ce système d'appareils aussi simple qu'ingénieux, aussi sûr qu'économique, M. Gaiffe a fait preuve d'une grande habileté. Il fallait, en effet, une certaine hardiesse pour accepter d'exécuter,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en six semaines, tout ce travail qui comprend l'isolement absolu de 1 400 mètres de fil et le réglage de 356 appareils d'allumage.

Le succès a été complet dès le premier jour, et l'économie réalisée considérable, car, d'après des renseignements authentiques obtenus par votre rapporteur à la questure de l'Assemblée, elle s'élève au moins à 2 000 fr. par mois.

En résumé, Messieurs, le travail exécuté à Versailles par M. Gaiffe, quoiqu'il ne mette pas en jeu de principes nouveaux, constitue cependant une application utile et intéressante de l'électricité. C'est la première fois que cette application est réalisée sur une aussi grande échelle avec un dispositif habilement étudié.

Votre comité vous propose donc de remercier M. Gaiffe de son intéressante communication, de le féliciter de son succès et d'insérer ce rapport au *Bulletin*.

Signé LISSAJOUS, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 10 *juillet* 1874.

AGRICULTURE.

RAPPORT *fait par* M. HARDY, *au nom du comité d'agriculture, sur les* SÉCATEURS *présentés par* M. GISSEY, *rue de Rennes*, 151, *à Paris.*

Messieurs, M. Gissey, mécanicien, a présenté à la Société plusieurs instruments destinés à la taille des arbres fruitiers et à l'élagage des arbres forestiers. Ce sont des sécateurs dont la forme et la force varient suivant qu'ils doivent servir à l'une ou à l'autre de ces opérations.

Le sécateur pour la taille des arbres fruitiers se fait principalement remarquer par son mode de fermeture, auquel M. Gissey a donné le nom de *fermeture à bascule*.

La plupart des sécateurs se ferment, à leur base, à l'aide d'une sorte de charnière dont une des extrémités est retenue par une pointe. Pour ouvrir l'instrument, il faut indispensablement se servir des deux mains, ce qui dans certaines circonstances, comme, par exemple, lorsque le jardinier est monté

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur une échelle, peut présenter des inconvénients. Il est souvent utile d'avoir une main libre.

M. Gissey a mis la fermeture de son sécateur au haut des branches de l'instrument au lieu de la laisser en bas. Un bouton en fer posant en arrière sur un petit ressort en acier, et formant alors bascule, vient s'emboîter dans l'entaille d'une pièce rapportée à l'endroit où les deux branches du sécateur se croisent. Cette disposition ingénieuse permet d'ouvrir et de fermer l'instrument par un simple mouvement du pouce, dont l'habitude s'acquiert promptement. Une seule main suffit donc au maniement de l'outil, l'autre reste toujours libre ; le travail se trouve ainsi rendu plus facile.

A cet avantage s'en joint un autre par l'addition de la pièce entaillée dont nous avons parlé tout à l'heure ; le sécateur se trouve renforcé précisément à l'endroit où est placée la vis qui tient les deux branches ajustées ensemble.

Le desserrement de cette vis est alors moins fréquent que dans les sécateurs ordinaires. En évitant ce défaut, l'instrument tranche mieux les branches à tailler et en laisse la coupe aussi nette que possible ; ce qu'on doit toujours rechercher.

Quant au grand sécateur construit en vue de l'élagage des arbres forestiers, il diffère peu des instruments de cette nature. Toutefois M. Gissey a établi le sien à ressort, de manière à en rendre le maniement plus expéditif et moins fatigant. Cet outil, muni de deux longs manches en bois, se manœuvre avec les deux mains. Il est commode en ce qu'il permet d'atteindre, sans le secours d'une échelle, les branches élevées de 2 et 3 mètres ; sa puissance est suffisante pour enlever d'un seul coup, sans effort, des branches de 20 à 25 centimètres de circonférence.

Une de ses bonnes applications, ainsi que l'a expérimenté notre honorable collègue M. Chatin, est le rabattage, au ras du sol et sans fatigue pour la souche, des jeunes taillis, principalement ceux de châtaignier. On sait que cette essence demande des précautions spéciales, difficiles à remplir dans une juste mesure avec la serpe. Le grand sécateur de M. Gissey permet d'opérer avec précision la section des plants là où il faut la faire, sans causer d'ébranlement souvent préjudiciable à la bonne venue des jeunes souches.

Le prix de ces instruments ne diffère pas de celui demandé par les bons constructeurs. Le sécateur pour arbres fruitiers coûte de 6 à 8 fr. suivant la force, et celui pour arbres forestiers vaut 18 fr. Ils peuvent donc entrer dans la fabrication courante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Par ces divers motifs, votre comité d'agriculture a l'honneur de vous proposer, Messieurs, de remercier M. Gissey de vous avoir fait connaître ses nouveaux modèles de sécateurs, et d'insérer ce rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé HARDY, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 25 juillet 1874.

LE PHYLLOXERA.

CONFÉRENCE FAITE A LA SOCIÉTÉ PAR M. DUCLAUX, PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE LYON (1).

« Messieurs, la Commission nommée dans le sein de l'Académie des sciences, pour rechercher les moyens de combattre l'invasion menaçante du phylloxera dans les vignes du midi de la France, a bien voulu me confier la mission d'aller sur les lieux, et en particulier dans la vallée du Rhône, faire une enquête sur les étapes successives et l'extension actuelle du fléau. Le travail que j'ai eu l'honneur de lui soumettre sur ce sujet a reçu son approbation, et elle a pensé qu'il ne serait peut-être pas inutile que je vienne en exposer les principaux résultats devant vous.

« Ce n'est pas sans quelque appréhension que j'ai accepté la périlleuse tâche de vous parler d'une question qui est, à mon avis, dans l'ordre économique, une des plus importantes dont on doive se préoccuper. Je vais pourtant essayer de développer devant vous ce sujet un peu aride de l'histoire et de la géographie de l'invasion.

« Les documents écrits que j'ai eus à ma disposition pour étudier cette question ont malheureusement été trop peu nombreux, les souvenirs des personnes que j'ai consultées trop lointains ou trop peu précis, pour que je n'aie pas dû commettre quelques erreurs. Je pense, néanmoins, dans l'ensemble, ne m'être pas trop éloigné de la vérité.

« Je crois, par exemple, pouvoir affirmer que la première apparition de la maladie date de 1865, et s'est produite sur le plateau de Pujaut, dans le département du Gard, à peu près à moitié distance entre Avignon et Orange, sur la rive droite du Rhône. Le sol de ce plateau, formé par le diluvium alpin, est fait de cailloux roulés siliceux, reposant sur un fond imperméable. La maladie, lorsqu'elle s'y traduisit, à l'œil, par la

---

(1) Séance du 22 mai 1874.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mort des ceps, y existait à l'état latent depuis un temps indéterminé ; mais, bien que celui qui s'en est inquiété le premier, M. de Penanrun, ait cru pouvoir, dans la lettre qu'il écrivit alors à ce sujet, en faire remonter l'apparition en 1864 et même peut-être en 1863, j'ai pu, en allant plus tard, et lorsque les caractères de la maladie ont été mieux connus, demander à M. de Penanrun de bien préciser ses souvenirs, conclure que c'était en 1865 seulement que les premiers ceps avaient paru atteints.

« Quoi qu'il en soit, la maladie passa encore inaperçue cette année; mais, en 1866, elle descendait rapidement les pentes du plateau de Pujaut, et arrivait au voisinage de Roquemaure. En même temps, ainsi que le montrent les cartes dressées à ce sujet, elle apparaissait à Uchaud, Sainte-Cécile, Piolenc, Gigondas, etc., dans Vaucluse, à Saint-Remy et à Saint-Martin-de-Crau, dans les Bouches-du-Rhône.

« C'est à un viticulteur de ce dernier département, M. Delorme, d'Arles, qu'il faut rapporter l'honneur d'avoir le premier reconnu et décrit la maladie naissante comme une maladie nouvelle, et d'avoir eu le pressentiment des désastres qu'elle apportait avec elle.

« Dans une lettre adressée, le 8 décembre 1867, à M. de Falbaire, président du Comice agricole d'Aix, M. Delorme s'exprimait ainsi, au sujet d'une vigne plantée en 1863, près de Saint-Martin-de-Crau, et qui, en 1865, était très-florissante.

« A la fin de juillet 1866, le fermier vit un certain nombre de ceps dont le feuillage « avait perdu sa nuance ordinaire vert foncé, et sur diverses feuilles on voyait « poindre une teinte rougeâtre.

« En prenant de l'extension, le mal se propagea dans la direction générale des pre- « miers ceps affectés, c'est-à-dire du Nord au Sud. *Tous les ceps atteints étaient dans « le voisinage immédiat les uns des autres* à la fin d'août ; ils étaient au nombre de « deux cents à peu près.

« Dès les premiers jours de décembre, lorsque l'on commença à tailler, la plupart « des souches étaient déjà desséchées et cassantes dans leurs parties supérieures, et « plusieurs pieds étaient même complétement privés de vie. Sur ceux d'apparence « saine, on trouvait des racines mortes. Sur quelques-unes une légère pression entre « le pouce et l'index suffisait pour en détacher l'épiderme. Leur tissu était de cou- « leur foncée très-noirâtre, et elles cassaient aussi facilement que du bois sec.

« Dès la fin de février 1867, toutes les souches malades étaient mortes. Dans ce « même intervalle, et pendant toute la saison d'hiver, la maladie n'avait pas cessé « de s'étendre dans toutes les directions, mais toujours *de proche en proche*. Pendant « l'été, de même. En septembre, au moment de la récolte, les pieds morts ou ma- « lades occupaient une étendue de 5 hectares environ, et leur produit fut à peu près « nul. »

« Sauf la rapidité, les symptômes indiqués par M. Delorme sont encore ceux que la maladie affecte aujourd'hui, et un champ qu'elle a envahi présente un facies particulier qui la fait reconnaître, même à distance, surtout lorsqu'on observe au moment où

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la vigne, en pleine végétation, commence à couvrir le sol de ses longs rameaux. On voit alors, au centre de l'espace attaqué, quelques ceps que le printemps n'a pas réveillés, ou qui n'ont donné que de maigres et courts rejetons. En s'éloignant du centre, la longueur et la grosseur du sarment augmentent, et l'aspect tend de plus en plus à devenir normal, jusqu'au point où toute trace de souffrance a disparu.

« Vient-on visiter la même vigne un ou deux mois après, on constate que le cercle d'invasion s'est élargi. Les ceps malades ont à peine continué à croître, et en dehors de ceux-ci une zone plus ou moins large, sans mal apparent jusque-là, se trouve brusquement arrêtée dans son développement. Le mal gagne ainsi de proche en proche, et la surface atteinte augmente de plus en plus.

« Voilà pour l'aspect extérieur. Si on examine grossièrement les racines, on constate, comme M. Delorme, qu'elles sont pourries, non-seulement sur les ceps morts, ce qui peut paraître médiocrement surprenant, mais sur des ceps encore florissants en apparence.

« A quoi rapporter cet état de pourriture des racines? La réponse à cette question, laissée de côté dans l'intéressante lettre de M. Delorme, n'a été fournie qu'en 1868, époque à laquelle M. Planchon, professeur à la Faculté des sciences de Montpellier, en étudiant, à la loupe, une racine malade, y découvrit l'insecte appelé à devenir si tristement célèbre sous le nom de *phylloxera vastatrix*.

« Je ne veux pas faire ici l'histoire naturelle de cet insecte, c'est une tâche dont mon collègue, M. Cornu, s'acquittera prochainement, avec beaucoup plus de compétence que moi. Je dois seulement indiquer quelques points de cette histoire, dont la connaissance nous sera nécessaire.

« On sait que le phylloxera est un aphidien, de la grosseur d'une tête d'épingle environ, vivant en troupes innombrables sur les racines de la vigne, où il puise ses sucs nutritifs au moyen d'un dard qu'il y implante et par lequel il reste fixé. Sous l'influence de ces parasites la vigne souffre, subit d'abord un arrêt de végétation, et meurt au bout d'un temps variable, lorsque ses racines, atrophiées, ne lui apportent plus de séve.

« A ce moment, elle a été déjà abandonnée par ses ennemis, qui, en quête d'une nourriture plus abondante, sont allés s'implanter sur les racines voisines de quelque cep encore vigoureux. C'est toujours sur celles-ci que le nombre des pucerons est le plus considérable, et en songeant qu'on n'en trouve plus sur les racines mortes, peu sur celles des végétaux mourants, beaucoup sur les racines des ceps ayant tout l'aspect extérieur de la santé, on serait tenté, et on a été, en effet, tenté de croire qu'il n'y a aucune relation entre le puceron et la maladie de la vigne. Mais, au bout de quelque temps, les pieds qu'on avait trouvés florissants, quoique chargés de pucerons, dépérissent à leur tour, sont abandonnés par leurs parasites et ne présentent bientôt plus que des racines pourries. Pour résumer ces faits sous la forme brève que leur a donnée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Vialla, « les pucerons produisent la maladie de la vigne, ils la précèdent toujours et ne la suivent jamais. »

« A cette tendance du puceron de passer d'une vigne malade à une vigne saine, correspond l'élargissement du cercle d'invasion que je signalais tout à l'heure et qui sur les cartes se traduit, en 1867, par une large tache recouvrant, et au delà, toute la contrée où, en 1866, avaient paru des points d'attaque. Cette tache s'élargit encore en 1868, vint effleurer vers le Nord le département de la Drôme, enveloppa la moitié de l'arrondissement d'Uzès dans le Gard, ne fut arrêtée au Midi que par la mer, et produisit à l'Ouest une agitation profonde dans la vallée de la Durance. En même temps que le cercle de la maladie s'élargissait, elle devenait effrayante dans les pays primitivement atteints. Sur la vigne où s'était exercée la sagace observation de M. Delorme, il y avait, comme nous l'avons vu, environ deux cents souches malades en 1866, puis quelques milliers de mortes en 1867. En juillet 1868, la Commission de la Société d'agriculture de l'Hérault, dont faisait partie M. Planchon, y voyait avec stupeur huit hectares de vignes complétement anéanties et, à droite et à gauche de ce vaste cimetière, six à sept hectares mourants. Sur ce terrain de Crau, dont le nom, il est vrai, est presque synonyme d'infertilité, dans les défrichements de bois ou de *garigues* où on avait planté des vignes en Vaucluse, et spécialement dans le Plan-de-Dieu, aux environs d'Orange, on peut accepter, comme résumant parfaitement l'histoire de deux ans, ces paroles concises de M. de Courtois : « Tout ce qui a paru malade, en juillet 1866, était mort au printemps de 1867; tout ce qui était chétif, au printemps de 1867, était mort à l'automne de la même année. »

« Voici quelques chiffres qui donnent une idée de la soudaineté et de l'étendue du désastre. Dans la commune de Maillanne, au N. O. du centre d'invasion de Saint-Remy-de-Crau, la récolte moyenne de 1865, 1866, 1867 était de 2 500 hectolitres. En 1868, elle tombe brusquement à 1 000, et à 250 en 1869. Dans la commune d'Eyragues, voisine de la précédente, les chiffres sont 15 000 hectolitres en 1867, 5 000 hectolitres en 1868, 3 500 en 1869, presque rien en 1870.

« En nous adressant à des surfaces plus restreintes, nous aurons des faits encore plus frappants. Dans une vigne de M. Faucon, plantée en *espar* en 1865, la récolte, en 1867, avait été de 112 hectolitres ; en 1868, elle fut de 8 hectolitres. Dans une autre elle tomba de même de 174 à 20. Nous sommes ici sur des terrains meilleurs que la moyenne des deux communes qui précèdent, car M. Faucon habite la vallée d'alluvion de Graveson. Mais voici un dernier exemple qui, malgré ses proportions restreintes, est aussi probant que tout ce qui précède :

« M. Mourret cultive, à Tarascon, des terrains admirables de fertilité et de profondeur, où, la vigne détruite, prospèrent maintenant à l'envi le blé, la garance, la luzerne, etc. Il fut atteint en 1868, et au concours agricole de Montpellier, qui eut lieu en 1872, il avait exposé un cep de vigne mort et arraché, portant les traces de la taille de 1868 et de 1869 et, à côté, les deux sarments enlevés ces deux années. Celui de 1868, ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gnifique de grosseur et de forme, mesurait 4m,30 de long; le suivant, grêle et effilé, avait une longueur de 30 centimètres.

« On est presque heureux de penser, malgré les infortunes de la situation actuelle, que la maladie n'a plus ce degré de virulence et que ses coups ne sont plus aussi foudroyants. Il faut maintenant plus de temps pour la destruction d'un vignoble, et quand la vigne est placée en bon sol, profond et bien drainé, elle donne encore des récoltes longtemps après que le phylloxera y a apparu. Tel était le cas, en 1872, pour une notable partie du vignoble du Gard, atteint pourtant depuis deux ans, mais encore si beau à cette époque, que s'il faut en croire une parole prononcée, sans qu'elle soulevât de protestations, dans une séance de la Société d'agriculture du Gard à laquelle j'étais présent, le commerce ni la propriété ne se préoccupaient encore pas de l'existence de la maladie. Tel est le cas, en 1873 et 1874, pour la partie Sud du département de l'Hérault, la plaine riche et cultivée qui longe le bord de la mer sur une largeur d'une vingtaine de kilomètres, et où la vigne se défend depuis quatre ans contre le phylloxera, grâce à la profondeur, à l'étendue et au bon état de son système radiculaire.

« Si la fertilité du sol pouvait devenir une protection, elle en serait une dans ces contrées où la vigne prospère si bien, qu'on cite des rendements de 400 hectolitres à l'hectare. Malheureusement il n'en est rien, et, pour affirmer que ces vignes admirables périront à leur tour, il suffit de savoir que le sol qui les porte n'est pas imperméable au puceron, et qu'en vertu de sa texture physique il se creuse de fentes, de gerçures ou de cavités livrant passage à l'ennemi.

« Point n'est besoin, pour cela, de larges ouvertures. Les fissures produites par la sécheresse dans les sols argileux, les interstices entre les cailloux des sols calcaires, les longs tunnels que forment les lambeaux du périderme soulevés à la surface des racines suffisent à des insectes qui n'ont qu'un quart de millimètre de hauteur lorsqu'ils sont jeunes, et que leurs goûts voyageurs sont le plus développés. Il n'y a qu'un sol qui ne leur livre pas passage, c'est le terrain sablonneux qui, toujours bien tassé par la pluie ou par la sécheresse, enveloppant constamment les racines, offre à la circulation du puceron un obstacle presque absolu. L'expérience prouve même qu'il suffit de bien peu de sable en plus ou d'argile en moins dans une terre pour la rendre inaccessible à la maladie. Des quartiers entiers de vignes, restés verdoyants au milieu d'un vignoble dévasté, ne doivent leur préservation qu'à ce fait, et il y a peut-être, dans cette voie encore inexplorée, des tentatives intéressantes à faire.

« Si l'attention ne s'est pas portée davantage de ce côté, c'est que les terrains restés indemnes, parce qu'ils sont sableux, sont rares, que le phylloxera tourne ceux qu'il ne peut traverser, et que, rencontrât-il devant lui une barrière continue infranchissable, naturelle ou artificielle, sa puissance d'expansion en serait à peine diminuée.

« On voit, en effet, le mal apparaître quelquefois en pays complétement sain, à des distances considérables du gros de l'invasion. Une de ces avant-gardes se montre, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1868, aux environs de Montélimar, une autre dans le Gard près de Redessan. Mais c'est surtout en 1869 qu'elles sont multipliées. Il y en a, au N., à Loriol et aux environs de Crest (Drôme) ; à l'O., à Milhaud, Langlade, Aspères (Gard), Saint-Mathieu-de-Tréviers et Saint-Gely (Hérault) ; à l'E., à Joucas. Au S. O., la maladie a traversé la chaîne de l'Esterel, et apparaît à Saint-Maximin, la Cadière et Ollioules dans le Var. Les bonds faits par le fléau, cette année-là, sont si étendus, que, si la progression eût été depuis la même, la maladie serait actuellement à Toulouse d'un côté, en Italie de l'autre et vers le Nord aux portes de la Bourgogne. Ces points d'attaque isolés ne tardent pas, en effet, à devenir confluents, forment une tache qui s'agrandit et devient envahissante.

« A ce mode de propagation du fléau correspond à son tour une forme de phylloxera, découverte aussi par M. Planchon, et dans laquelle l'insecte, arrivé à son état parfait, possède des ailes trop faibles, il est vrai, pour lui permettre de s'envoler, mais assez larges pour donner prise au moindre souffle de vent. Comme, d'ailleurs, l'insecte ailé, à raison de la délicatesse et de la fragilité de ses nouveaux organes, ne peut pas avoir été destiné, comme l'insecte aptère, à vivre dans le sol, que M. Faucon l'a vu en grandes troupes à la surface de la terre, que M. Lichtenstein d'abord, et d'autres observateurs à sa suite, en ont trouvé d'arrêtés dans les toiles d'araignées tendues dans les champs, chacun des coups de vent violents, dont la vallée du Rhône est le théâtre, doit emporter au loin, lorsque les circonstances sont favorables, des nuées d'insectes ailés. A ceux-ci se joignent souvent des insectes aptères, forcés, par la nature du sol, lorsqu'ils sont en quête de nourriture, de venir tourner, en passant par la surface, les difficultés de circulation qu'ils rencontrent dans l'intérieur. Que l'un de ces insectes, à la fécondité si prodigieuse, soit porté par le vent sur une vigne, et que lui-même ou un de ses descendants y trouve une racine où s'implanter, son action commence de suite, et après quelques années de multiplication silencieuse il se révèle en tuant le cep qui l'a nourri.

« Le temps nécessaire pour que le vigneron commence à s'apercevoir de la présence de son terrible visiteur doit dépendre évidemment du nombre d'insectes qui se sont abattus sur la vigne. Il ne semble pas qu'il y en ait jamais beaucoup. L'attaque commence généralement par un point très-restreint, et il m'est arrivé plusieurs fois de ne pouvoir, malgré des recherches soigneuses, constater la présence du puceron dans un champ ailleurs qu'au voisinage du point où les vignes mouraient. Ce caractère d'une tache centrale qui s'élargit peu à peu est, d'ailleurs, général, ainsi que nous l'avons vu aux débuts de la maladie. Il n'y a donc, sans doute, à l'origine, des phylloxeras que sur un point assez restreint, et on comprend bien qu'il en soit ainsi. Quel que soit le nombre d'insectes qu'un coup de vent emporte avec lui, il n'y a pas beaucoup de chances pour qu'il en tombe deux au même point, lorsque ce point est à 20 ou 30 kilomètres du point de départ. Il n'y a pas non plus beaucoup de chances pour que ces deux insectes soient également heureux à trouver immédiatement une racine de vigne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

où s'implanter. On est donc conduit à penser, et cette perspective est un peu accablante, qu'un seul insecte a pu être présent à l'origine de chaque point d'attaque et qu'il suffit, par conséquent, de quelques individus pour accroître dans une proportion notable la vitesse de l'invasion.

« De là, Messieurs, l'intérêt considérable du problème, qui consisterait à rechercher les conditions les plus favorables à la dissémination du phylloxera. Ce problème, malheureusement, est à peine posé. On devine bien que l'insecte y joue un rôle, et qu'il est utile d'étudier les circonstances dans lesquelles se produit l'insecte ailé, ou bien celles qui font sortir du sol les insectes aptères. Mais il est évident que les chances de dissémination sont d'autant plus grandes que les phylloxeras sont plus nombreux ou, ce qui revient au même, qu'ils ont été plus favorisés par les circonstances atmosphériques dans l'année que l'on considère; on est donc forcé de tenir compte de celles-ci.

« Or, de ce côté là, on tombe un peu dans l'inconnu. Quelles sont, parmi les données qu'enregistrent précieusement et minutieusement les stations météorologiques, celles dont il faut tenir compte dans le problème; et cette première question résolue, ont-elles, dans tout le courant de l'année, la même importance ? L'influence prépondérante n'appartient-elle pas, tantôt à l'une, tantôt à l'autre, suivant la saison, l'état des vignes, la période de vie de l'insecte? C'est ce que l'on ignore. Essayons pourtant de pénétrer, mais avec prudence, dans cette question compliquée, et voyons si, partant de quelques faits bien établis, nous ne pourrions pas leur trouver une explication naturelle et raisonnable.

« Si on songe un instant à l'augmentation progressivement croissante de la surface envahie, on est amené à conclure que les chances de dissémination de l'insecte vont en augmentant constamment aussi, et qu'une armée qui devient de plus en plus nombreuse doit envoyer chaque année, et plus loin, un plus grand nombre d'avant-gardes. Celles-ci se traduisant, au bout de quelque temps, par des centres d'invasion, le nombre des points d'attaque doit s'augmenter chaque année dans une proportion notable. Cette conclusion est au moins logique; elle est conforme à la réalité.

« Il suffit de jeter les yeux sur les cartes pour constater que l'année de plus grande extension a été de beaucoup l'année **1869**. L'année **1873**, qui nous montre le phylloxera aux environs de Vienne, à une cinquantaine de kilomètres du gros de l'invasion, ne rappelle **1869** que de ce côté, car vers l'E. et vers l'O. les progrès de la maladie y ont été beaucoup plus lents.

« Comme la maladie n'apparaît pas l'année même de l'invasion du puceron, il a dû y avoir une dissémination plus abondante de l'insecte avant **1869**. Mais combien de temps avant? C'est ce qu'il nous est impossible de dire d'une façon précise. Voyons si nous pourrons le deviner.

« Remarquons d'abord que les années qui se sont écoulées depuis **1865** n'ont présenté entre elles de grandes différences, de différences pouvant être mises en parallèle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec celles que nous venons de constater dans la marche du fléau, qu'au point de vue de la nature et de la rigueur de leurs hivers. Voici, pour donner une idée de leur caractère météorologique pendant cette saison, les quantités de pluie, évaluées en millimètres, tombées d'octobre à mars, depuis 1864, dans l'arrondissement d'Arles :

Hiver de	1864	535 mill.
—	1865	349 —
—	1866	195 —
—	1867	99 —
—	1868	376 —
—	1869	472 —
—	1870	404 —
—	1871	903 —
—	1872	480 —
—	1873	350 —

« On voit que les hivers de 1866 et 1867 ont été très-secs, comme l'année qui s'est écoulée entre eux. Le Midi subit alors, jusqu'au printemps de 1868, une sécheresse excessive. De plus, ces hivers ont été froids. En 1868 et 1869 ils ont été, au contraire, doux et humides, celui de 1868 plus que l'autre, et à la fin de cette année sont tombées, dans les mois d'août, de septembre, d'octobre et surtout de novembre, des pluies abondantes dont l'action sur le puceron a été bien constatée par un observateur habile, constamment aux aguets et souvent heureux dans ses recherches, M. Faucon. Voici comment il rapporte lui-même ses observations :

« Octobre, malgré son contingent de pluie, fut le mois où le nombre de pucerons « fut le plus grand. Ils couvraient les racines comme d'un vernis jaunâtre..... La « terre, à la fin de ce mois, était, il est vrai, humide jusqu'à une assez grande profon- « deur, mais elle n'était qu'humide. La sécheresse avait été tellement grande, que « l'eau ne se trouvait en excès nulle part. La terre n'adhérait pas aux souches des ra- « cines arrachées; une simple secousse la faisait tomber, et l'insecte bien vivant appa- « raissait au-dessous.

« Jusqu'à ce moment, le puceron ne semblait pas être incommodé par l'humidité.

« Les 23, 24 et 25 novembre, il plut sans discontinuer pendant trois jours. La « terre se trouva, dès lors, imbibée d'eau jusqu'à plus d'un mètre de profondeur; les « racines des souches arrachées étaient boueuses. La terre était tellement saturée d'eau, « qu'en la pressant dans la main on en faisait suinter le liquide; elle adhérait tout à « fait aux racines.

« A partir de ce moment, le nombre des pucerons diminua d'une manière très- « marquée. L'excès d'humidité, aidé de la fraîcheur que les dernières pluies avaient « communiquée à la terre, les tuait. L'effet fut si prompt et si complet, que, dès les pre- « miers jours de décembre, il ne me fut plus possible de trouver un seul puceron dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« toute l'étendue de ma vigne, tant sur les racines des souches atteintes à divers de-
« grés que sur celles qui étaient saines. »

« Notons que les terres de M. Faucon sont argileuses, très-difficiles à traverser, et que l'effet a dû être bien plus marqué dans des terres moins compactes. L'hiver pluvieux de 1868-1869 dut donc détruire un nombre considérable d'insectes. Il en fut de même, mais dans une proportion moindre, de l'hiver de 1869-1870. Aussi, aux printemps consécutifs à ces deux hivers, la vigne subit une amélioration si évidente, que l'on crut de bonne foi que la maladie allait disparaître.

« Il n'en fut rien pourtant, l'insecte était toujours là et les rares individus respectés par les pluies automnales purent pulluler assez dans le courant de l'année pour arrêter dans leur croissance les vignes qui avaient donné des espérances de guérison. Quelques mois suffisent donc au phylloxera pour meurtrir une vigne, lorsqu'il y est disséminé même en nombre très-restreint. Quelques mois doivent donc lui suffire aussi pour tuer un cep dont les racines portaient seulement à l'origine un ou quelques insectes, et cette conclusion se trouve tout à fait d'accord avec le spectacle que présente quelquefois une vigne atteinte en un seul point d'où l'on voit la maladie irradier à vue d'œil, ou en quelques jours tel cep, jusque-là luxuriant de végétation, se trouve brusquement arrêté dans son développement.

« Maintenant que nous sommes en possession de cette conclusion, voyons si elle pourrait nous servir à éclairer l'histoire de l'invasion.

« Les hivers de 1866 et 1867 ont été très-secs, ainsi que le montrent les nombres du tableau ci-dessus. Les grandes destructions d'insectes, produites par les pluies automnales, n'ayant pas eu lieu ces années-là, il est facile de deviner avec quelles forces se fit l'entrée en campagne en 1867 et surtout en 1868. Rappelons-nous maintenant ce que nous disions, en commençant, de l'intensité particulière de la maladie pendant ces deux années néfastes ; la raison de ce fait nous sautera aux yeux.

« Que l'on songe aussi à la lutte pour l'existence qui dut s'établir, en 1867 et 1868, sur les points déjà envahis, à la difficulté rencontrée par les générations nouvelles de pucerons pour trouver une place. On est frappé, à chaque instant, en parcourant les documents relatifs à ces années, de la forme employée pour peindre l'état d'envahissement des racines : « Les insectes étaient les uns sur les autres, ils ne formaient qu'une tache continue. » M. Faucon nous disait tout à l'heure d'eux qu'ils recouvraient la racine comme d'un vernis. Ne peut-on pas légitimement conclure qu'ils durent alors venir en plus grande abondance à la surface du sol, soit à l'état aptère, soit à l'état ailé, et qu'ils subirent une dissémination plus abondante? De là, évidemment, le caractère particulier de l'année 1869.

« De 1866 et 1867 à 1869 et 1870, il y a, nous l'avons vu plus haut, assez de temps pour que les pucerons, transportés par les vents sur des terrains encore indemnes, aient pu y pulluler et y manifester leur présence par des signes extérieurs. Il faut songer, en effet, que d'après la convention qui a servi de base à la construction des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cartes, sur les points marqués comme envahis en **1869**, la maladie n'a presque toujours été nettement constatée qu'en **1870**, et que c'est seulement alors que l'on s'est rappelé l'état de faiblesse de quelques souches l'année précédente.

« En résumé, les hivers pluvieux favorisent le vigneron, les hivers secs et froids favorisent l'insecte. Cette conclusion nous a servi à éclairer l'histoire des années écoulées ; voyons à quelles prévisions elle nous conduit au sujet de l'année courante.

« L'hiver de **1873-1874** a été, tout le monde en conviendra, plutôt sec qu'humide. A Montpellier, il est tombé dans les six mois, d'octobre à mars, **350** millimètres d'eau seulement, et presque toujours par petites portions. Il ne nous en faut pas plus pour conclure que l'année qui s'écoule est mauvaise pour nous, et qu'en outre des ravages sur les points déjà atteints nous aurons à constater, l'an prochain, ou même cette année, de nouveaux points d'attaque. Or il suffit de songer aux fertiles contrées que la maladie avoisine maintenant pour comprendre quelles ruines va produire sa fatale extension. En effet, vers l'Est, elle a dévoré tout ce qu'elle pouvait saisir, et ne s'est arrêtée que devant les massifs montagneux du Ventoux et de la chaîne des Alpes; si, vers l'Ouest, elle n'a devant elle que la maigre proie du département de l'Ardèche, elle menace, vers le Nord, le Beaujolais et surtout, vers le Sud-Ouest, les vignobles de l'Hérault et de l'Aude.

« La France produisait, il n'y a pas bien longtemps, pour **1 200** millions de vins communs, de ceux que l'on peut appeler les vins de tout le monde. Sur ces **1 200** millions, l'Aude, l'Hérault et le Gard en donnaient à eux seuls pour **900** millions. Or le Gard est fortement atteint, l'Hérault compromis et l'Aude menacée, et il se trouve des gens pour nier le danger qui menace la fortune viticole de la France ! »

ARTS MÉCANIQUES.

MÉMOIRE SUR LE RABOTAGE DES MÉTAUX, PAR M. TRESCA,

Membre du Conseil.

(*Suite et fin*) (**1**).

IV. *Exemples de rabotage recueillis dans la pratique industrielle.*

Les faits qui viennent d'être exposés à la suite de l'examen méthodique auquel nous nous sommes livré sur les diverses circonstances du rabotage se reproduisent dans la

(1) Voy. *Bulletin* de **1873**, 2e série, t. XX, p. **584** et **655**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plupart des travaux de l'industrie. Partout on retrouve, pour tous les métaux, les mêmes indications relatives au plissement des copeaux, au poli de la surface de séparation, à l'augmentation de l'épaisseur, au coefficient de réduction en longueur, à l'enroulement ou au vrillage des copeaux.

Nous n'avons pas la pensée de multiplier, à ces différents points de vue, les exemples ; un petit nombre suffira pour établir la plus parfaite connexité entre les déformations que nous avons décrites et celles que l'on peut observer dans le travail des grandes machines-outils. On nous excusera facilement de ne reproduire que les résultats les plus caractéristiques.

Les outils sont très-variés dans leurs dispositions, mais c'est surtout par le mode d'emmanchement qu'ils diffèrent, car, dans la plupart des circonstances, on n'emploie que le tranchant rectiligne ou le tranchant courbe, dit en langue de chat.

Dans le premier cas, on incline habituellement la face agissante de 3 à 4 degrés, par rapport à l'axe de cheminement et l'on délarde le talon de manière que l'angle qu'il forme avec la face rabotée varie de 2 à 8 degrés.

Pour les outils à tranchant courbe, la disposition se rapproche beaucoup de celle que nous avons employée.

Nous adopterons d'abord, dans l'examen des copeaux fournis par l'industrie, l'ordre qui se rapproche le plus de celui de nos études précédentes, en nous réservant de décrire ensuite quelques circonstances dans lesquelles le refoulement de la matière donne lieu à des effets remarquables.

Copeau plat des forges et chantiers de la Méditerranée.

Ce copeau, enlevé au tour sur une partie seulement du rayon de la rive d'une pièce cylindrique de fer par un outil à tranchant incliné, et qui rentre dans la catégorie de ceux qui sont libres sur l'un des bords, est l'amplification exacte de nos petits copeaux de plomb obtenus dans les mêmes circonstances. Les détails sont tellement les mêmes qu'il nous a paru convenable de faire photographier ce spécimen, le plus caractéristique de tous ceux que nous avons pu nous procurer, mais cette représentation n'a pu être faite qu'à une échelle réduite, et se trouve reproduite planche 16, fig. 1.

La matière enlevée avait seulement 4 millimètres d'épaisseur ; le copeau en a 7, ce qui correspond à un coefficient de réduction de $4 : 7 = 0{,}57$; sans tenir compte de l'augmentation de largeur résultant de ce que l'outil agissait sous un angle de 45 degrés ; la largeur primitive, $m = 38$, a été ainsi portée à $m' = 53$.

Les stries sont inclinées parce que l'outil avait un tranchant incliné ; les bords sont arrondis par suite d'un petit refoulement latéral dans le prolongement de la base de la surface de contact. Le bord qui avait une attache latérale avec la pièce est coupé beaucoup plus carrément que l'autre.

Malgré la rugosité de la face supérieure, on retrouve toutes les circonstances de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'arrangement que nous avons décrit précédemment. Cet échantillon, de dimensions exceptionnelles, confirme ainsi toutes nos vues précédentes, pour un métal dur et présentant une grande résistance.

L'apparence des déchirures de la surface tendait à faire croire que le fer soumis à une telle déformation devait être très-fissuré à l'intérieur. Il est, au contraire, parfaitement homogène, et l'oxydation d'une coupe transversale n'y a fait apparaître qu'un pointillé très-fin, beaucoup moins apparent que le rubanage ordinaire de tous les fers laminés.

L'outil, exceptionnellement résistant, qui a servi à former ce copeau est représenté à part, figure 2, planche 16.

Copeau cylindrique d'acier de M. Shurp Stewart et comp.

Ce copeau, planche 17, fig. 1, qui forme dix spires serrées les unes contre les autres, avec un très-petit chevauchement hélicoïde, n'a pas moins de $0^m,146$ de largeur et de $1^m,45$ de longueur. Les deux bords sont coupés à vif, mais l'un d'eux est un peu plus rugueux que l'autre. L'épaisseur de ce copeau est absolument régulière, $e' = 0,8$; aussi les spires se sont-elles enroulées en forme de cylindre à la manière d'un rouleau de papier dont les bords ne se trouveraient pas absolument superposés.

La surface intérieure est très-finement striée et rappelle exactement, par sa couleur de plombagine, nos plus petits copeaux de fer de l'expérience du 30 septembre 1866.

Copeau hyperboloïde de MM. Petin et Gaudet, provenant du rabotage d'une plaque de blindage.

Ce rabotage a été fait avec un outil à tranchant rectiligne et incliné : aussi la bande, de $0^m,116$ de largeur, s'est-elle enroulée en spires obliques se recouvrant très-peu les unes les autres. Le bord extérieur, plus épais et beaucoup plus ridé, est le plus long, et la grande largeur de ce copeau, dont les génératrices restent rectilignes, lui donnent en projection l'apparence de celle d'un hyperboloïde à une nappe, que nous n'avons pas représenté.

Ce copeau est un de ceux sur la face lisse desquels on remarque que le burin franchit successivement les petits échelons formés par les extrémités des sillons résultant de l'enlèvement des lambeaux disposés en écharpes qui restent adhérents à la surface du bloc au moment du cisaillage. Ces lambeaux sont de véritables fibres qui se rompent de distance en distance, toujours dans le même sens, et cette disposition constante n'est pas une des moindres particularités à noter dans les phénomènes du rabotage des métaux fibreux.

Copeaux de mortaisage de l'usine de Graffenstaden.

Ces copeaux, enlevés en façonnant le logement d'une clavette, étaient engagés par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les deux côtés. Ils ont une largeur de $0^m,025$, une épaisseur de $0^m,0004$, et affectent la même forme, en 9, que nos petits copeaux de fer du 30 octobre 1866, planche 17, fig. 2 et 3. Nous ne les citons que pour avoir l'occasion d'établir la valeur du coefficient de réduction ; $l = 124$; la valeur moyenne de $l' = 48$, d'où $R = 0,384$.

Les deux bords longitudinaux de ces copeaux sont coupés à arêtes vives, comme nous l'avions reconnu pour le plomb dans les mêmes conditions.

Deuxième copeau à rivets elliptiques du chemin du Midi.

Le premier spécimen de ce genre de copeau est tellement démonstratif que nous croyons utile d'en décrire un second, moins régulier, il est vrai, mais beaucoup plus épais, et donnant, par cela même, un aperçu plus complet de la formation des vagues et de leurs interstices dans les parties d'inégale épaisseur que l'outil avait à enlever sur les diverses parties de la surface à raboter.

Ce copeau provient aussi des ateliers du chemin de fer du Midi, dont l'outillage est, comme on sait, très-robuste.

Le coefficient de réduction est ici un peu plus grand que pour l'exemple déjà décrit, $R = 0,375$ au lieu de 0,255. Il y a, d'ailleurs, dans ce coefficient une légère différence, suivant que l'on considère les deux axes de l'ellipse de transformation ou la réduction de la longueur comprise entre les rivets.

Pour obtenir de pareils copeaux, l'outil était solidement fondé; son support reposait sur le sol et il attaquait la surface du bandage presque à angle droit, planche 16, fig. 3.

La bande enlevée avait un profil courbe, mais la pression de l'outil a suffi pour redresser ce profil et pour mouler les génératrices du copeau sur le plan de la face agissante.

Nota. Nous avons sous les yeux un grand nombre d'anneaux elliptiques de plomb, provenant du dressage, au rabot de menuisier, des sections transversales de quelques-uns des jets cylindriques de nos premières expériences. Chaque anneau circulaire s'est transformé, par la pression de l'outil, en une ellipse dans laquelle le rapport des axes peut être estimé, en moyenne, à 0,40, ce qui donne la mesure du coefficient de réduction pour ce mode de rabotage. Tous les anneaux d'une même coupe sont concentriques et juxtaposés, et forment ensemble une ellipse pleine, dont le contour est quelquefois déprimé sur quelque point. Le même accident se produit alors sur tous les contours concentriques.

Copeau spiral du grand tour de MM. Ducommun et comp.

Ce copeau rappelle tout à fait, bien que sous des dimensions un peu moindres, les copeaux légèrement coniques des ateliers du chemin de fer du Midi, et qui proviennent d'une opération analogue; l'un des bords est coupé à vif, l'autre est en biseau. La lar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

geur est de $0^m,075$ seulement, et l'épaisseur, plus régulière, est comprise entre les deux autres, $e' = 1,5$.

Ce copeau, planche 17, fig. 4, enlevé sur une jante conique, nous servira d'intermédiaire entre les copeaux cylindriques et les copeaux en bout que nous aurons à décrire un peu plus loin.

Copeau spiral du chemin de fer de Lyon.

Ce copeau a été obtenu en creusant, avec un outil plat, une rainure dans un piston en fer, pour le logement d'un anneau de la garniture du système Ramsbottom. Il s'est contourné en sens inverse de la disposition primitive et a formé une sorte de pelote plate par la superposition de différentes spires, au nombre de 70, planche 17, fig. 5; ces spires, en se superposant, se sont pelotonnées les unes sur les autres avec la plus grande régularité et mesurent, dans leur ensemble, une longueur totale, réduite à $7^m,90$.

La surface extérieure est lisse, la surface intérieure est finement ridée, parce que le copeau est mince, et dénote, dans le métal, une grande homogénéité.

Copeau spiral de fonte.

Les copeaux de fonte se fendillent presque toujours sous l'action de l'outil et se présentent alors sous forme de petites aiguilles isolées. Cependant, voici un copeau spiral, planche 17, fig. 6, dont toutes les parties sont restées adhérentes sur une grande longueur. Les déformations sont manifestement les mêmes que sur les copeaux de fer, si ce n'est que les rugosités se présentent plutôt sous forme d'écailles isolées que de vagues continues, dont la formation apparaît encore, quoique moins accusée, dans la disposition générale.

Nous ne connaissons pas la provenance du copeau principal qui nous a été donné par M. le général Morin, mais plusieurs autres, qui présentent à peu près les mêmes caractères, viennent du tournage extérieur, près de la bouche d'un canon de fonte, à la fonderie de Ruelle.

Copeaux ordinaires de rabotage.

Le rabotage s'effectue, le plus ordinairement, avec un outil à tranchant courbe, incliné sur la direction générale du mouvement pour rendre le dégagement plus facile, et se traduit par la formation d'un copeau hélicoïde parfaitement régulier toutes les fois que l'épaisseur est constante.

Nous possédons des copeaux de métal homogène (acier Bessemer décarburé) d'une longueur de plus de 10 mètres, et qui sont absolument identiques d'un bout à l'autre, tant sous le rapport du diamètre des spires que de leur section triangulaire, provenant de la transformation de la section primitive en forme de croissant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les dessins de ce copeau, planche 17, fig. 7 et 8, ne sont malheureusement pas accompagnés de l'évaluation du coefficient de réduction.

Copeaux de fer obtenus sur une machine à raboter.

M. Pihet a bien voulu, à notre demande, déterminer le coefficient de réduction de quelques copeaux obtenus sur les machines de son atelier, en opérant sur des pièces dont la longueur était mesurée à l'avance, et en ne recueillant que les copeaux qui provenaient de toute la longueur.

1° 10 copeaux de fer, $l = 90$.

Ces copeaux ont 2,5 de largeur sur la face lisse; ils forment tous une portion de spire, dont la longueur, l', varie de 36 à 38; d'où résulte $R = 0{,}422$.

La section transversale est triangulaire; la face provenant de l'intérieur du croissant est finement striée; celle qui correspond à l'avancement de l'outil, plus profondément dentelée. La face d'entrée est relativement plus mince et plus courbée que la face de sortie, tout à fait distincte, d'ailleurs, de la partie lisse.

Pour tous ces copeaux, le bord mince est celui qui s'est le moins raccourci et qui occupe, par conséquent, la convexité des spires.

L'identité de ces spécimens avec les copeaux de plomb est telle qu'on ne saurait les distinguer qu'au toucher.

2° 4 copeaux de fer, $l = 4^m,45$.

Il est assez rare d'obtenir des copeaux bien entiers pour une longueur aussi grande. Ils ont été pris sur un rail des usines d'Hayange; l'épaisseur des passes était la même, leur profondeur très-différente; pour deux des copeaux on a, sur la partie lisse, $\delta = 2{,}5$; pour les deux autres, $\delta = 4$.

Pour les deux premiers, $R = 0{,}535$; pour les deux autres, $R = 0{,}439$; il semblerait donc que la profondeur du copeau aurait eu pour résultat de diminuer le refoulement.

Les copeaux minces, planche 17, fig. 9, forment 60 et 66 spires; les copeaux épais, fig. 10, 30 et 32 spires seulement, mais ces dernières sont nécessairement d'un diamètre à peu près double.

Pour les copeaux minces, la pointe du croissant est à l'intérieur; pour les deux autres, on ne saurait assigner de prépondérance à aucune des arêtes. Pour quelques spires d'un plus grand diamètre que les autres, l'arête épaisse est cependant à l'extérieur. La section est partout triangulaire et a la plus complète analogie avec celle des échantillons de plomb.

3° 18 copeaux d'acier, $l = 400$.

Tous ces copeaux, pour lesquels $\delta = 5$, sont identiques. Chacun d'eux forme 8 spires hélicoïdes, de même diamètre, dans lesquelles la face lisse est tout entière contenue dans une paroi cylindrique, fig. 11. Le bord épais est profondément dentelé,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme l'indique le dessin. Les longueurs des copeaux varient de $l' = 205$ à $l' = 216$, ce qui donne $R = 0{,}510$.

4° 4 copeaux de zinc, $l = 800$; $\delta = 3{,}5$.

Ces échantillons sont identiques; ils forment, par leur partie lisse, la surface extérieure d'une vis à filet carré présentant un total de 17 spires sur un diamètre de 8 millimètres, fig. 12.

La longueur, calculée d'après ces éléments, serait de 571 millimètres, et correspondrait à $R = 0{,}716$. Ces quatre copeaux ont une section triangulaire, finement rugueuse à l'intérieur; on ne les distingue de ceux du fer que par leur nuance plus argentée.

5° Copeau de cuivre rouge, fig. 13, formé de 12 spires cylindriques dans des conditions tout à fait analogues. Cet échantillon montre mieux qu'aucun autre la complète identité de forme avec les copeaux de fer les plus réguliers. L'homogénéité du métal devait, en effet, conduire à des dispositions géométriques se reproduisant à chaque spire dans les mêmes conditions.

Copeaux de mortaisage des forges et chantiers de la Méditerranée.

On se sert, sur les machines à mortaiser comme sur les machines à raboter, d'outils en langue de chat, qui peuvent alors être très-robustes, et il nous paraît utile de citer au moins un exemple de ce mode de rabotage, planche 17, fig. 14. Cinq copeaux, pour lesquels $l = 120$, mesurent respectivement 58, 58, 60, 67 et 67; moyenne 62, correspondant à un coefficient de réduction $R = 0{,}57$.

Tous ces copeaux sont à section triangulaire et à face conique lisse. La face de la passe précédente est très-finement striée et comme recouverte de poussière de fer ayant conservé l'éclat semi-métallique de la plombagine; la face qui correspond à celle du bloc raboté est, au contraire, très-rugueuse et comme taillée en dents de fraise.

Quatre de ces copeaux ont leur arête mince à la partie concave; un seul, et c'est exceptionnellement le plus épais, présente la disposition inverse.

Copeaux de tour avec évaluation du coefficient de réduction.

Les copeaux de tour ne diffèrent pas notablement de ceux provenant du rabotage toutes les fois que les dimensions transversales sont à peu près les mêmes, et on les recueille plus facilement avec de grandes longueurs; nous en citerons seulement trois, pour lesquels les coefficients de réduction ont été déterminés.

1° 8 copeaux de fer enlevés sur un arbre de $0^m{,}22$ de diamètre.

On avait fait sur cet arbre une petite incision suivant une génératrice, de manière

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que le copeau se trouvait coupé à chaque tour, correspondant à un développement l de $0^m,70$.

Chacun des copeaux, planche 17, fig. 15, formait sept spires coniques, avec le bord mince à l'extérieur. Le diamètre moyen était $0^m,015$, et la longueur axiale 0,10; on doit estimer la longueur de chaque échantillon complet à $l' = 0^m,33$, d'où $R = 0,471$.

L'avancement m de l'outil étant $m = 0,0045$, et la profondeur $n = 0,003$, le poids de chaque copeau aurait dû être 7,337. En réalité, il a varié de 7,17 à 9,45, sans modification notable dans la longueur du copeau.

2° Copeau provenant d'un arbre en acier Bessemer de la fabrication de Saint-Seurin.

Ce copeau a une longueur totale de 11 mètres et est formé de spires, parfaitement régulières et juxtaposées, d'un diamètre moyen de $3^{mm},85$.

Il y a 295 spires par mètre, ce qui correspond à une projection de l'hélice égale à $295 \times \pi \times 0,00385 = 3^m,56$. La longueur de l'hélice est donc, pour 1 mètre de longueur axiale, $\sqrt{(3,56)^2 + 1,00} = 3^m,70$, et, pour le copeau total, $11 \times 3,70 = 40^m,70$. Le rabotage ayant été fait sur un arbre de 0,062 de diamètre, sur une longueur de $0^m,08$, et avec un avancement de 1/4 millimètre par tour, le copeau correspond à 320 tours, d'un développement total, $320 \times \pi \times 0,062 = 62,400$.

Du rapprochement entre ces deux chiffres on doit conclure, $R = \frac{40,70}{62,40} = 0,652$, mais on comprend combien ces évaluations sont incertaines.

3° Copeau d'acier Bessemer de même provenance.

Ce copeau, de $14^m,50$ de longueur axiale, est formé de 165 spires par mètre, d'un diamètre moyen de 6 millimètres. La longueur développée correspondante revient ainsi à $l = 49^m,45$.

L'arbre, de 0,085 de diamètre, sur lequel il a été enlevé par passes de 1/4 millimètre, sur une longueur de $0^m,10$, soit au moyen de 400 passes, permet d'estimer la largeur primitive à $400 \times \pi \times 0,085 = 106,81$. De là, $R = \frac{49,45}{106,81} = 0,463$. Les spires sont légèrement coniques, le bord mince à l'extérieur.

Ces exemples établissent que le coefficient de réduction paraît varier de 0,45 à 0,65. Dans les indications qui suivent, nous avons surtout pour objet de constater, sur de très-gros échantillons, les caractères accessoires de chaque mode de formation.

7 juin 1867. *Copeau d'acier provenant de l'exposition de MM. Petin et Gaudet.*

Parmi les objets envoyés à l'Exposition de 1867, par MM. Petin et Gaudet, figuraient de nombreux spécimens d'aciers de toutes qualités, parmi lesquels nous avons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

remarqué un copeau de tour d'une régularité parfaite et d'une très-grande longueur.

Ce copeau, en acier corroyé, avait une largeur de $10^{mm},5$ et une épaisseur de 1^{mm}. Nous avons tenu à en donner une représentation, fig. N, en vraie grandeur, pour la vue d'ensemble, et à une échelle décuple, fig. P et Q, pour les détails, parce que toutes les circonstances de la déformation y sont inscrites avec une grande netteté. On comprend que le tournage d'une pièce de grand diamètre sur laquelle un burin ordinaire enlève un copeau large et mince ne saurait présenter de grandes différences quant à la déformation par rapport au rabotage rectiligne de mêmes dimensions. Le copeau de tour est, toutefois, plus frisé, et celui que nous décrivons forme de nombreuses spires presque cylindriques de 40 millimètres environ de diamètre. La face extérieure, lisse, est celle qui formait la séparation avec la face primitive. Dans sa largeur, le copeau n'a aucune courbure, bien qu'il ait été enlevé avec un outil à tranchant courbe. L'acier lui-même se moule absolument sur la surface agissante de l'outil. Cette surface entière, bien que lisse en apparence, est comme couverte d'écailles qui se re-

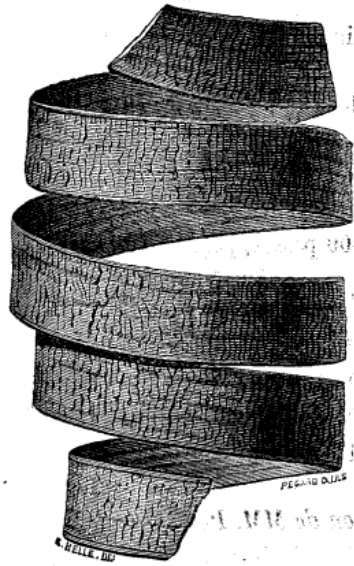


Fig. N.

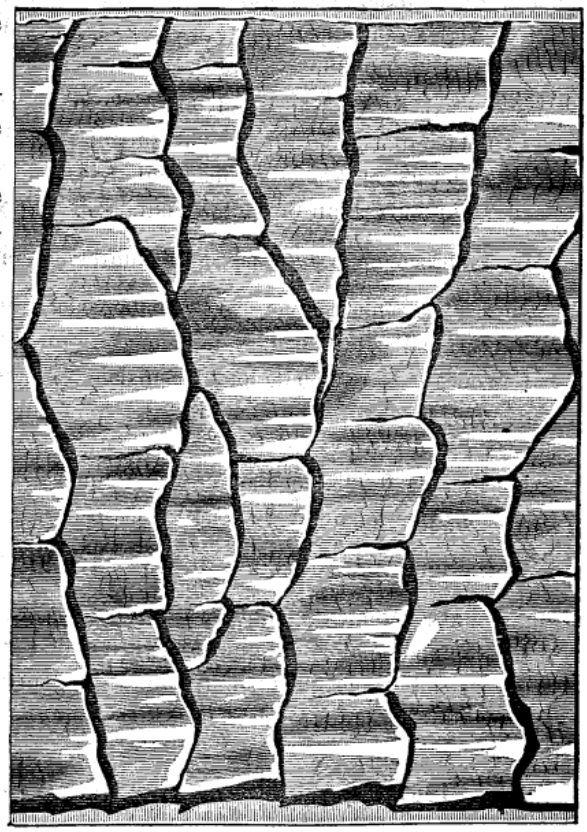


Fig. P.

couvrent les unes les autres, mais dont les bords ne sont, en réalité, fig. P, que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de petits échelons provenant de fréquentes ruptures entre les deux surfaces, et ces échelons sont tous placés dans un sens tel que l'on puisse le préciser en disant que l'outil se déplaçait dans le sens convenable pour monter les marches de ce petit escalier, composé d'une innombrable quantité de marches microscopiques.

La face intérieure, fig. Q, est striée et mamelonnée dans toute sa longueur; ces stries et

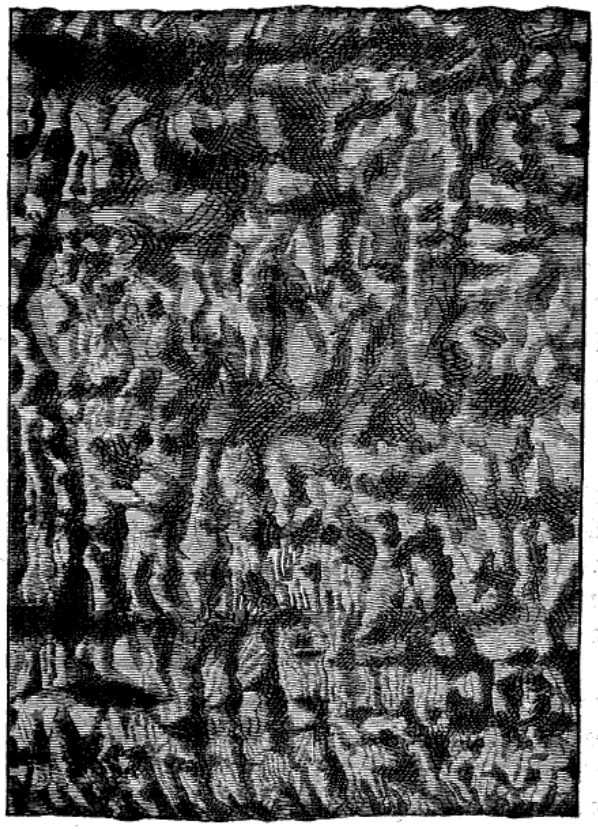


Fig. Q.

ces mamelons occupent tous une position transversale par rapport aux bords du copeau et forment des vagues beaucoup plus rapprochées que les bords des marches de la face opposée. On a une idée exacte du refoulement de la matière en comparant leur écartement à celui des stries de la face opposée.

Enfin, la coupe transversale du copeau est triangulaire; le bord le plus épais correspond au bord concave du copeau; l'autre bord se termine en lame de couteau.

La blancheur du métal aide beaucoup à reconnaître tous ces caractères, qui rappellent ceux que nous avons tant de fois constatés avec le plomb.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Petit copeau hélicoïde de fer.

Le copeau représenté dans la figure ci-jointe, planche 17, fig. 16, a une forme tout à fait spéciale, en ce que les spires, d'une largeur constante de 11 millimètres, et d'un diamètre, à l'extérieur, de 20 millimètres, convergent toutes vers la ligne droite qui figure l'axe commun de tous les cornets successifs. Évidemment ce copeau a été enlevé sur le bout d'un arbre cylindrique avec un outil qui rabotait jusqu'au centre. Dans ce rabotage en bout on comprend, en effet, que l'axe de l'arbre ne puisse avoir dans le copeau qu'une longueur très-restreinte par rapport à celle des parties enlevées à la circonférence. La surface hélicoïde doit présenter alors le caractère que représente la figure.

20 *janvier* 1865. — *Copeau de plomb en bout.*

Pour justifier cette explication, nous avons d'ailleurs cherché à obtenir, sur le bout d'un cylindre de plomb de 50 millimètres de diamètre, un copeau de forme analogue, sur l'origine duquel nous ne saurions avoir la moindre incertitude. Ce copeau est représenté planche 17, fig. 17.

Grand copeau conique enlevé en bout.

Il en est de même, par voie de comparaison pour un copeau de dimensions tout à fait exceptionnelles en fer que représente la figure 18. La largeur de la bande ne mesure pas moins de 65 millimètres, et son épaisseur ne varie que de 0,80 à 0,85.

Quand l'outil n'agit pas jusqu'au centre de la pièce et n'enlève alors qu'un anneau, les cornets peuvent être beaucoup moins fermés, comme celui que nous examinons en ce moment.

C'est encore ce que nous avons vérifié en tournant le bout d'un anneau de plomb de 65 millimètres de diamètre extérieur, formé de deux parois cylindriques, concentriques et distantes de 7,5. Un trait de scie donné à l'avance, suivant un rayon, ne permettait de recueillir qu'une longueur de copeau correspondant à un tour entier. Pour une épaisseur de 1,4, le coefficient de réduction a été R = 0,23.

Copeaux de fer provenant des ateliers de MM. Cail et comp.

Lorsqu'on doit diminuer le diamètre d'une pièce cylindrique, on agit dans des conditions analogues avec un outil en bout qui n'agit que par les parties les plus voisines de sa pointe. On facilite alors le dégagement du copeau en présentant l'outil en biais, de telle sorte que la lame de matière enlevée soit celle qui serait formée par les spires successives d'un anneau conique à directrice spirale. Cette origine se retrouve, malgré les déformations, dans deux spécimens de copeaux détachés : l'un, composé de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

54 spires de 12 millimètres de largeur et de 0,7 d'épaisseur, fig. 19; l'autre, de 348 spires de 21 millimètres de largeur.

Rabotage du plomb en bout par un outil incliné.

Afin qu'il n'y ait aucune incertitude sur l'action d'un outil incliné, dans les conditions qui viennent d'être indiquées, nous avons représenté un copeau de plomb encore adhérent au bloc obtenu dans les mêmes circonstances. Il est évident, à l'aspect de ce copeau, fig. 20, que, s'il avait été continué, il aurait formé une suite de spires superposées d'égal diamètre à partir d'une certaine limite.

Grands copeaux de MM. Ducommun à l'Exposition de 1867.

Ces diverses opérations, réalisées avec l'outillage ordinaire des ateliers de nos constructeurs, ont pris des proportions toujours croissantes à mesure que les outils sont devenus plus robustes et que l'on a compris l'obligation de les mieux fonder; on a pu voir, à l'Exposition de 1867, toute une série de copeaux provenant d'un tour construit par M. Ducommun, de Mulhouse, avec des dimensions exceptionnelles. Nous indiquerons seulement par un croquis les spécimens les plus remarquables, fig. 21, afin qu'on y retrouve, à une échelle bien différente, tous les caractères de nos petits copeaux de plomb. Comme ceux que nous venons d'énumérer, ces spécimens ont été obtenus avec des outils inclinés par rapport à l'axe de la pièce en travail.

Indications relatives à divers modes accessoires de rabotage.

On a pu voir, par les exemples qui viennent d'être indiqués, que notre opinion ne s'est pas faite en un jour. Quelques-uns de nos échantillons sont entre nos mains depuis plus de dix ans, et nous n'avons négligé aucune occasion d'en varier les conditions autant que possible. Aussi nous permettra-t-on d'indiquer quelques autres circonstances de rabotage dans lesquelles le fait de l'écoulement des corps solides joue aussi, bien que sous un autre aspect, le rôle principal.

Encore bien que ces modes de rabotage doivent être considérés pour très-secondaires par rapport aux autres, ils ne feront que confirmer nos principales appréciations.

Copeaux d'alésage de la fonderie de Douai.

Lors de l'installation du grand tour à forer les canons installé, par M. Pihet, à la fonderie de Douai, nous nous sommes procuré quelques copeaux d'alésage, obtenu avec cette machine, d'une grande stabilité.

On sait que l'opération de l'alésage consiste à perfectionner la paroi intérieure de manière à lui donner partout le même diamètre. On se sert, à cet effet, de lames

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étroites, destinées à enlever peu de matière, mais, pour la régularité du travail, il est utile que l'outil morde à la fois sur une grande longueur.

En réalité, quelques-unes de ces lames, qui forment des cornets très-allongés, agissent quelquefois par un tranchant de 40 centimètres, et nous avons des échantillons de cette largeur, fig. 22, étant entendu que ce mot largeur s'applique à la longueur des feuillets dont le cornet est composé.

La surface extérieure est brillante, bien que plissée et fissurée, ce qui empêche de dérouler les feuillets sans les briser.

La surface intérieure est hérissée de petites pointes de métal qui lui donnent l'aspect et le chatoiement du velours. A l'aide d'un grossissement suffisant, on s'aperçoit que cet effet provient de nombreuses paillettes refoulées qui viennent poindre les unes à côté des autres. Épaisseur 0,3 à 0,4. La longueur des lames dénote mieux que tout autre indice la parfaite homogénéité du métal, et nous avons, en conséquence, recherché ce caractère dans les copeaux de forage des canons que nous avons dû faire construire au commencement de cette année.

Copeau de bronze provenant du forage des canons.

Ce copeau a la forme d'un secteur circulaire légèrement enroulé en forme de cornet ou de cône.

Le développement de ce cône correspond exactement à la courbure de la section circulaire qui a 9 centimètres de diamètre. Il n'y a donc pas d'allongement latéral bien sensible.

La surface extérieure est lisse.

La surface intérieure est composée d'une suite de côtes dirigées suivant les rayons, et fréquemment séparées les unes des autres suivant une partie de leur longueur, pl. 17, fig. 23.

Les sillons provenant du refoulement de la matière sont très-distincts sur la plupart des côtes et sont exactement perpendiculaires à la surface lisse.

Épaisseur, $1^{mm},5$.

Nous avons joint à ce dessin de copeaux de forages du bronze celui d'un copeau d'acier, fig. 24, provenant de l'arsenal de Lorient; les dispositions sont les mêmes.

Janvier 1871. — *Débouchure de forage d'un canon.*

Dans le forage des canons en bronze la pression de la mèche détermine des déplacements moléculaires très-appréciables, et dont l'exemple suivant permet d'indiquer la mesure.

Pour ceux qui doivent être percés de part en part, l'extrémité de la culasse ayant été préalablement planée au tour, lorsque le foret s'approche, par le trou du forage, de cette face encore plane, elle s'arrondit jusqu'à présenter au centre une flèche de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plusieurs millimètres. Lorsque le métal n'est pas de très-bonne qualité, la courbure extérieure, ainsi déterminée par refoulement, présente en certains points de la surface des traces de déchirures qui caractérisent encore mieux le mode de déformation.

Au moment où l'épaisseur du métal, sur les bords de la débouchure, devient assez faible pour que le fond se trouve découpé, on obtient comme résidu une sorte de lentille plane-convexe, dont la figure est très-caractéristique, et qui représente la totalité du métal ainsi refoulé.

La surface plane est sillonnée d'une suite de traits radiaux qui accusent les reprises de l'outil, et cette disposition, qui était exactement la même, avant le forage, sur la face extérieure, est maintenant remplacée par une disposition qui en diffère notablement. Non-seulement ces sillons ont changé d'aspect par suite du refoulement, mais encore les lignes radiales se sont déviées en s'éloignant du centre, et montrent ainsi que la matière de la lentille a été entraînée par le frottement de l'outil, dans son mouvement de rotation, jusqu'à une profondeur très-appréciable. Le point le plus dévié sur la face extérieure est ainsi déplacé de plus de 5 millimètres, à une profondeur de 6 millimètres.

Enfin les bords du cône central formé par le nez du tour sur lequel les premières opérations ont été faites se sont régulièrement déformés par le fait du refoulement. Ils correspondent à un angle au sommet du cône de 93°, au lieu de 90°, qui mesuraient l'angle primitif du pointeau; le cône s'est ouvert par suite du refoulement exercé sur la face opposée.

La grandeur de la flèche de ces calottes, aussi bien que les déchirures de la partie convexe, sont d'excellents indices de la qualité du métal.

Copeaux de forage obtenus avec un outil évidé au centre.

Le mode d'action des outils de forage est évidemment peu favorable à la formation du copeau; ces outils coupent à la fois, suivant un rayon, au fond de la cavité cylindrique que l'on veut obtenir, et sur une hauteur seulement égale à l'avancement de l'outil, sur la paroi cylindrique de cette cavité; aussi le refoulement est-il considérable et le copeau généralement très-divisé.

Dans certains cas, suivant les modèles employés par M. Collas, on se sert d'une lame évidée au centre, afin d'éviter plus sûrement toute déviation latérale de l'outil, et cet évidement a déterminé dans les ateliers de Meudon un phénomène d'écoulement qu'il est essentiel de signaler, surtout parce qu'on opérait sur de l'acier. Les forets, qui étaient montés sur d'excellentes machines, fonctionnaient à raison de 75 à 90 tours par minute. Leur section, au tranchant, planche 16, fig. 6, était celle d'un secteur de 250°, pris dans un cercle de 14 à 19 millimètres de diamètre, suivant les cas, mais une petite gouttière d'environ 1/2 millimètre de diamètre était réservée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au centre, fig. 4 et 5, et cette partie centrale, non détachée par l'action de l'outil, est celle qui nous intéresse surtout en ce moment.

Le bloc d'acier à percer avait, tantôt 70 millimètres d'épaisseur, pour le foret de 15 millimètres de diamètre, tantôt une épaisseur de 106 millimètres pour les deux autres forets. Ces hauteurs étaient, d'ailleurs, réduites par un premier forage un peu plus grand à 65 et à 100 millimètres seulement.

D'après les échantillons que M. de Reffye a bien voulu nous communiquer, il arrivait fréquemment que la tige centrale, réservée par la présence de la gouttière, restait intacte dans toute sa longueur, et qu'ainsi la calotte de forage, fig. 7, pl. 16, se trouvait accompagnée d'une aiguille adhérente qui faisait corps avec elle. Un faible recuit permettait même de rendre au métal toute son élasticité, et nous possédons plusieurs de ces singulières épingles à large tête qui témoignent de l'étonnante homogénéité du métal.

Ces préliminaires étaient indispensables pour faire comprendre la particularité tout à fait curieuse de l'aiguille centrale : il a été reconnu maintes fois que la tige d'acier était plus longue de plusieurs millimètres que ne semblait le permettre l'épaisseur du métal. L'acier, soumis à la pression de l'outil, était incessamment refoulé du côté de la tige, de manière à soulever la partie déjà isolée et à en déterminer l'allongement.

L'extrémité libre de la tige, examinée à la loupe, montrait, d'ailleurs, que cet allongement avait été plus grand sur la paroi extérieure de la tige que dans l'axe, car elle formait une sorte de capsule régulière dont la dépression au centre se reconnaissait sur toutes les tiges qui n'avaient pas été brisées pendant le travail.

Calottes de forage de plomb et d'étain avec tige centrale.

Quelque probante que soit une explication, nous nous sommes assujetti toujours à la contrôler, *à posteriori*, par des expériences directes, et le fait de l'écoulement de l'acier dans les circonstances que nous venons d'indiquer exigeait tout au moins que nous reproduisions sur des métaux plus mous les mêmes effets.

Peut-être avons-nous dépensé à cette recherche plus de soins qu'elle n'en comportait, mais, après avoir échoué complétement, nous sommes arrivé cependant à reproduire ce même phénomène d'écoulement dans des conditions tout à fait analogues sur le plomb et sur l'étain.

L'outil à centre évidé ne nous ayant pas réussi, nous avons reculé les arêtes tranchantes un peu au delà du centre pour réserver plus sûrement la tige.

Le copeau épais à la circonférence, beaucoup plus mince au centre, se raccordait à cette tige sans s'en détacher et formait, d'ailleurs, une surface hélicoïde, à spires superposées, dont la figure mérite d'être examinée. La frange latérale, planche 17, fig. 25, est celle qui adhérait à la tige, avec laquelle elle était soudée de distance en distance. Aussi les rudiments de cette tige étaient-ils bientôt tordus et disjoints, et ce n'est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'avec les plus grandes précautions, et en assurant tout à la fois une pression constante, une action très-lente et un graissage abondant, que nous sommes parvenu à obtenir la tige adhérente à la calotte de forage d'abord avec de l'étain, ensuite avec du plomb; les allongements qui ont pu être mesurés sont suffisamment indiqués dans le tableau suivant.

DÉSIGNATION du métal.	HAUTEUR primitive du bloc.	HAUTEUR de la tige centrale.	COEFFICIENT d'allongement	PRESSION exercée sur l'outil.
Étain.	28	38	1,357	79,30
Etain.	28	44	1,571	79,30
Plomb.	28	50	1,786	52,90
Plomb.	30	53	1,767	52,90
Plomb.	32	57	1,781	79,30

Les extrémités des tiges centrales, vues à la loupe, sont creusées en forme de coupe, absolument comme les tiges d'acier de l'exemple précédent.

Copeaux de rainures creusées avec un outil à tranchant arrondi.

En cherchant à former, à l'aide d'un outil à tranchant arrondi, une rainure profonde dans un métal dur, on met plus complétement en évidence les effets des réactions moléculaires dues au rabotage.

Le copeau, engagé dans la rainure, à section courbe, ne peut s'y redresser et conserve, par suite, une disposition générale qui rappelle sa forme primitive; elle est creusée comme la passe elle-même et présente la disposition d'une gouttière à bords relevés; mais ces bords, étant alors beaucoup plus minces, se raccourcissent plus que le corps du copeau, se déchirent transversalement et se divisent ainsi en une suite de petites bandes distinctes, arrangées d'une manière analogue à des barbes de plumes qui se rattachent à la nervure médiane.

Nous avons figuré trois de ces copeaux : l'un en fer, d'une longueur primitive de $1^{m},52$; les deux autres en zinc, fig. 26, 27 et 28, beaucoup plus étroits, mais tout aussi caractéristiques. Pour le fer, le coefficient de réduction est $R = 0^{o},184$.

Les petits copeaux de zinc rappellent nos échantillons de plomb de l'expérience du 23 août 1871.

Nous aurions pu multiplier encore les exemples, mais nous pensons avoir établi d'une manière suffisante les analogies que présentent les différents métaux sous le rapport des déformations produites par le rabotage; il en est de même pour le bois, l'ivoire, la corne, etc., etc., mais nous laissons de côté ces matières pour nous occuper des conditions géométriques de toutes ces déformations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Étude géométrique des déformations déterminées par le rabotage.

L'examen minutieux que nous avons fait jusqu'ici des diverses circonstances du rabotage était indispensable pour faire comprendre, d'une manière générale et dans ses caractères essentiels, le mode de déformation par suite duquel un prisme solide, enlevé par le burin, à la surface d'un solide raboté, se convertit, sous l'action de l'outil, en un autre prisme plus court et plus épais, suivant certaines lois déterminées. Nous avons aussi examiné ces circonstances à un point de vue exclusivement géométrique, afin de comparer les faits eux-mêmes aux conséquences de cet examen.

Il serait impossible, sans de nombreuses épures, de présenter ici, dans tous les détails qu'ils comportent, ces rapprochements, et nous devrons nous borner à indiquer seulement en quoi consiste cette partie de notre travail et à quelles conclusions elle nous a conduit.

Pour ne parler encore que de l'action d'un outil à face plane agissant sur toute la largeur de la pièce à raboter, il est clair que, le copeau conservant la largeur primitive de cette pièce, le petit prisme enlevé se trouve transformé, à la suite du rabotage, en un prisme plus court et de plus grande section, et en ne considérant, pour un instant, le phénomène que lorsqu'il est arrivé à l'état de régime, la matière, entre ses deux positions extrêmes, est enlevée dans la même condition que si, entrant dans un vase de forme déterminée, par un orifice rectangulaire, elle en sortait continûment en même quantité par un orifice rectangulaire plus grand, et par conséquent avec une plus faible vitesse. Ce vase intermédiaire n'existe pas en réalité, mais il représente la forme que prend la matière dans l'intervalle, et sa section augmente à mesure que l'on s'éloigne de la section d'entrée en cheminant vers la section de sortie; l'épaisseur successive de chaque tranche élémentaire sera telle que son épaisseur ira constamment en augmentant en raison inverse de la nouvelle longueur à laquelle chacun des éléments se trouve réduit, ce qui suffit pour faire voir, en termes généraux, que, pendant une certaine période de compression sous l'action de l'outil, chaque point de la surface primitive décrira dans l'espace une hyperbole équilatère qui s'étendra depuis le premier moment où la tranche sera comprimée par la matière interposée entre elle et l'outil jusqu'au moment où la compression sera arrivée au maximum, et où le copeau, entièrement détaché, s'écoulera en se moulant, pour ainsi dire, sous sa forme finale.

Si l'on admet que l'épaisseur de la section augmente en raison inverse de la réduction de la longueur, chaque point décrira, pendant son trajet, une hyperbole équilatère dont il est facile de déterminer l'équation; il en sera particulièrement ainsi pour tous les points de la surface du copeau, et toute ligne transversale tracée sur cette surface avant l'action de l'outil se déplacera en décrivant une surface cylindrique dont la directrice sera une hyperbole équilatère spéciale et qui donne une idée bien complète de la surface de raccordement entre le copeau déjà détaché et la surface primitive, non

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

encore altérée, qui fera bientôt partie du copeau à enlever, à partir du moment où il entrera dans la zone d'activité.

Les choses ne se passeront ainsi que quand une certaine longueur de copeau aura déjà été formée, et à la condition que l'outil sera encore placé assez loin de l'extrémité de la face à raboter. Pour se faire une idée complète de l'action totale, il faut concevoir, en dehors de cette période de régime, pendant laquelle le copeau se produit toujours le même, deux autres périodes, en quelque sorte secondaires, la période d'entrée et la période de sortie.

Lorsque l'outil vient latéralement au contact de la pièce à raboter, la première tranche enlevée n'est pas autant refoulée que pendant la période de régime, et le copeau, à sa naissance, au lieu d'avoir une épaisseur constante, n'acquiert son épaisseur finale qu'après un certain parcours de l'outil. Tous les copeaux présentent ainsi une partie d'épaisseur croissante que l'on doit attribuer à une période spéciale de l'action, que nous avons désignée sous le nom de période de pression croissante.

A la fin de sa course, l'outil n'ayant plus devant lui qu'une petite longueur de matière qui puisse lui résister, le refoulement est nécessairement moindre, et l'on peut désigner, en conséquence, sous le nom de période décroissante, cette dernière phase du rabotage.

Tous les copeaux laissent voir ces diverses circonstances, mais il est à peine nécessaire de faire remarquer que c'est la période de régime qui est surtout intéressante, et nous l'avons suffisamment caractérisée en indiquant qu'elle correspondait à un refoulement successif des différentes tranches soumises à l'action de l'outil, refoulement donnant lieu à un déplacement cylindrique de toutes les transversales successives atteintes par la zone d'activité. Cette zone se manifeste par le déplacement continu d'une vague de métal, de forme hyperbolique, qui raccorde la portion non rabotée au copeau déjà détaché, et ayant subi la double déformation en longueur et en épaisseur que nous avons signalée dans tous nos mesurages.

Ces déformations singulières, accompagnées du cisaillement déterminé par l'outil, ne peuvent s'effectuer sans qu'il y ait quelques inégalités produites; les plissements et les déchirements qui sont inévitables n'empêchent pas, toutefois, de reconnaître, dans le phénomène principal, tout son caractère géométrique qui devient plus complexe, mais tout aussi régulier, cependant, lorsque le copeau, au lieu d'augmenter seulement d'épaisseur, augmente simultanément de dimension en épaisseur et en largeur.

C'est ce qui arrive toutes les fois que la largeur et l'épaisseur de la passe sont de dimensions comparables entre elles, et il nous a suffi de suivre les mêmes méthodes d'investigation pour montrer l'identité qui existe entre les faits observés et les déductions géométriques. C'est ainsi que nous avons pu établir le mode de transformation d'une section carrée en une section triangulaire, et même représenter, par une épure et par un modèle construit sur cette épure, toutes les circonstances de cette transformation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet examen nous a permis ensuite de porter les mêmes considérations sur les copeaux obtenus avec un outil à tranchant courbe, tel que ceux qui sont le plus ordinairement employés, et de montrer ainsi, une fois de plus, la régularité avec laquelle la pression se transmet dans l'intérieur de la masse du copeau pour y déterminer des déplacements toujours les mêmes et toujours en relation, d'une part, avec les pressions exercées par l'outil, d'autre part avec la forme de la section du solide dans lequel cette pression se transmet.

On voit, par ce qui précède, que la formation des copeaux constitue un phénomène géométrique d'un caractère très-net, dont toutes les périodes peuvent désormais être représentées par des épures, nous faisant connaître, pour la première fois, toutes les circonstances de la forme extérieure d'un solide amené à l'état que nous avons désigné sous le nom d'état de fluidité. Ces circonstances sont toutes expliquées par un refoulement et un écoulement effectués sous la pression de l'outil, et il ne nous reste plus qu'à porter nos investigations sur le travail intérieur ou sur le travail extérieur qu'exigent ces déformations.

Ces phénomènes sont aussi ceux dans lesquels, pour la première fois, les métaux les plus durs, tels que l'acier, se comportent, en réalité, comme le plomb, comme le savon, comme la cire, nous dirions presque comme les liquides, tant est complet le rapprochement que l'on doit faire entre les rides de nos différents copeaux et de véritables vagues de métal.

Mesure de la zone d'activité.

Nous aurions désiré qu'il nous fût possible de faire voir pourquoi le coefficient de réduction varie avec la hauteur de la passe, mais nous n'avons pu, jusqu'à présent, nous en rendre compte que par les considérations suivantes :

En désignant par e l'épaisseur primitive du copeau, et par b la partie de sa longueur qui se comprime pour lui donner son épaisseur finale e', la relation générale $be = e'^2$, commune à toutes les hyperboles de refoulement, dans le cas où il n'y a de dilatation que dans un seul sens, conduit finalement à

$$\frac{e}{e'} = R = \frac{e'}{b} = \frac{e'}{e}\,\frac{e}{b} = \frac{e}{b} \times \frac{1}{R}$$

d'où l'on tire

$$\frac{e}{b} = R^2$$

Dans cette relation b représente la longueur de la zone d'activité, et l'on voit ainsi que la longueur de cette zone serait mesurée dans tous les cas par le rapport $e : R^2$ de l'épaisseur au carré du coefficient de réduction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si la longueur b était constante, la relation précédente

$$e = b\,R^2$$

serait l'équation d'une parabole qui devrait coïncider avec la courbe représentative des résultats des expériences dans lesquelles nous avons pris les épaisseurs des passes pour abscisses et les coefficients de réduction pour ordonnées; nous pouvons déjà indiquer que les courbes sont, en réalité, disposées comme ces paraboles.

D'un autre côté, la relation $e' = b\,R$ nous apprend que, quand le coefficient R augmente, l'épaisseur finale du copeau occupe une plus grande partie de la zone d'activité; la période de refoulement est relativement moins prolongée, et, à la limite, elle serait nulle dans le cas où la longueur de la zone d'activité serait précisément égale à l'épaisseur finale du copeau.

TRAVAIL MÉCANIQUE DÉPENSÉ DANS L'OPÉRATION DU RABOTAGE.

Les vues qui précèdent sur le mode de déformation qu'entraîne le rabotage des métaux permettent aussi, pour la première fois, de présenter quelques appréciations sur le travail mécanique dépensé dans cette opération.

Pour expliquer plus facilement nos vues à cet égard nous désignerons par B la phase pendant laquelle la matière augmente de section, dans toute la longueur de la zone d'activité, sous la pression de l'outil, et par B′ celle qui correspond à son glissement sur la face de contact de l'outil.

Laissant de côté les déchirures et les glissements anormaux qui se présentent quelquefois et qui peuvent jouer un rôle important dans la question qui nous occupe, nous pouvons déjà calculer le travail correspondant au cisaillement, et celui qui est relatif au refoulement de la matière pendant les phases B et B′. Si incomplet que puisse être cet examen dans l'état actuel de nos connaissances, nous verrons cependant que les formules auxquelles nous serons conduit justifieront les tendances principales qui se manifestent, depuis quelques années, dans les grands ateliers, pour effectuer le façonnage extérieur des pièces de métal, par voie de rabotage, dans les conditions les plus économiques.

Travail de déformation.

Après avoir suivi chaque élément du solide primitif dans ses déformations et dans ses déplacements successifs, il nous est devenu possible d'apprécier le travail qu'il dépense dans ces différentes évolutions, et il convient d'adopter pour la recherche de ce travail les divisions mêmes qui nous ont conduit à la solution de la partie géométrique du problème, dans le passage de la phase B et de la phase B′, après lesquelles le copeau est arrivé à sa forme définitive.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Phase B. Chaque élément $\alpha\,\beta\,\gamma$ du solide primitif se modifie dans cette phase de manière à acquérir les dimensions $\alpha'\,\beta'\,\gamma'$, avec cette condition que $\alpha\,\beta\,\gamma = \alpha'\,\beta'\,\gamma' = c$, la seule dimension α, parallèle au chemin parcouru par l'outil, a diminué par le refoulement; les autres ont augmenté, et le travail élémentaire de la transformation est exprimé par $d\,\theta = 2\,k \times \beta\,\gamma \times d\,\alpha = 2\,k\,c\,\frac{d\,\alpha}{\alpha}$.

Dès lors le travail total, pour le volume $\alpha\ \beta\ \gamma$, devient $\theta = 2\ k\ c \log \frac{\alpha'}{\alpha} = 2\ k\ c \log \frac{1}{R}$ pour un volume primitif c; et pour 1 mètre cube

$$t = 2\,k \log \frac{1}{R}$$

quelles que soient, d'ailleurs, les valeurs individuelles des coefficients de dilatation dans les deux sens transversaux.

2° Phase B'. Un vase en forme de parallélipipède rectangle $m' \times e'^2$ étant pressé sur une de ses faces $m'\,e'$ de telle manière qu'un volume de matière $m'\,e'\,dl'$ s'écoule par la face de sortie, de mêmes dimensions que la face d'entrée, le travail élémentaire est

$$d\,\theta' = 2\,k\,m'\,e'\,dl'$$

et le travail total, pour un jet de longueur l',

$$\theta' = 2\,k\,m'\,e'\,l' = 2\,k\,m\,e\,l$$

ce qui revient par mètre cube à $t' = 2\,k$.

Le travail moléculaire, nécessaire à la double transformation, est donc exprimé, pour un mètre cube, par

$$t + t' = 2\,k\left(1 + \log \frac{1}{R}\right)$$

La dépense indiquée par le second terme est tout à fait fondamentale et dépend absolument du coefficient R qu'il faudra chercher à rendre aussi grand que possible. Quant au premier terme, il est possible d'en atténuer l'importance par les dispositions d'outil les mieux appropriées pour permettre la transformation dans des conditions plus favorables que celles qui correspondent à la condition de l'outil à face plane. La forme cylindrique de la face agissante, ayant pour directrice une des hyperboles équilatères déjà considérées, sera, sous ce rapport, d'un grand intérêt, et des essais spéciaux devront être tentés pour en constater toute la valeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Travail de cisaillement.

Il est évident que le travail qui vient d'être calculé ne comprend absolument que le travail intérieur, correspondant à la déformation constatée dans les expériences; il resterait le même si un prisme isolé de longueur l, de largeur m et d'épaisseur e était refoulé dans un moule dont les formes successives seraient B et B', pour en sortir sous forme de jet prismatique.

Il y a donc encore à tenir compte du travail spécial de cisaillement, qui peut être évalué très-facilement, d'abord pour un copeau non adhérent sur les bords.

Nous avons vu, dans un précédent mémoire, que, lors de l'expulsion de la débouchure formée par voie de poinçonnage, l'effort à exercer pour effectuer le cisaillement était proportionnel, tout à la fois, à l'épaisseur et au contour de la partie à cisailler. Ici le contour est réduit à la largeur m', et la longueur qui intervient dans l'expression de la résistance n'est autre que celle du rayon d'activité que nous désignerons par λ; l'effort est ainsi exprimé par $K\, m'\, \lambda$, et le travail dépensé, pour une longueur l rabotée, dans les conditions de la période de régime, par le produit

$$\theta'' = k\, m'\, \lambda \times l$$

La seule difficulté consisterait donc à évaluer cette longueur λ dans les conditions de chaque expérience, mais il suffit de rappeler, en adoptant cette nouvelle notation, que $m\, \lambda\, e = m'\, e'^2$, par suite de l'hypothèse de l'égalité des volumes, avant et après le refoulement. On tire de cette relation

$$\lambda = \frac{m'\, e'^2}{m\, e} = \frac{e'}{R}$$

si l'on remarque que $m'\, e' = \frac{m\, e}{R}$, et par suite $\theta'' = k\, l\, \frac{m'\, e'}{R} = k\, m e l \times \frac{1}{R^2}$.

Il serait facile, d'ailleurs, de compléter cette formule si l'on voulait tenir compte du travail de cisaillement latéral qui serait, pour un seul côté,

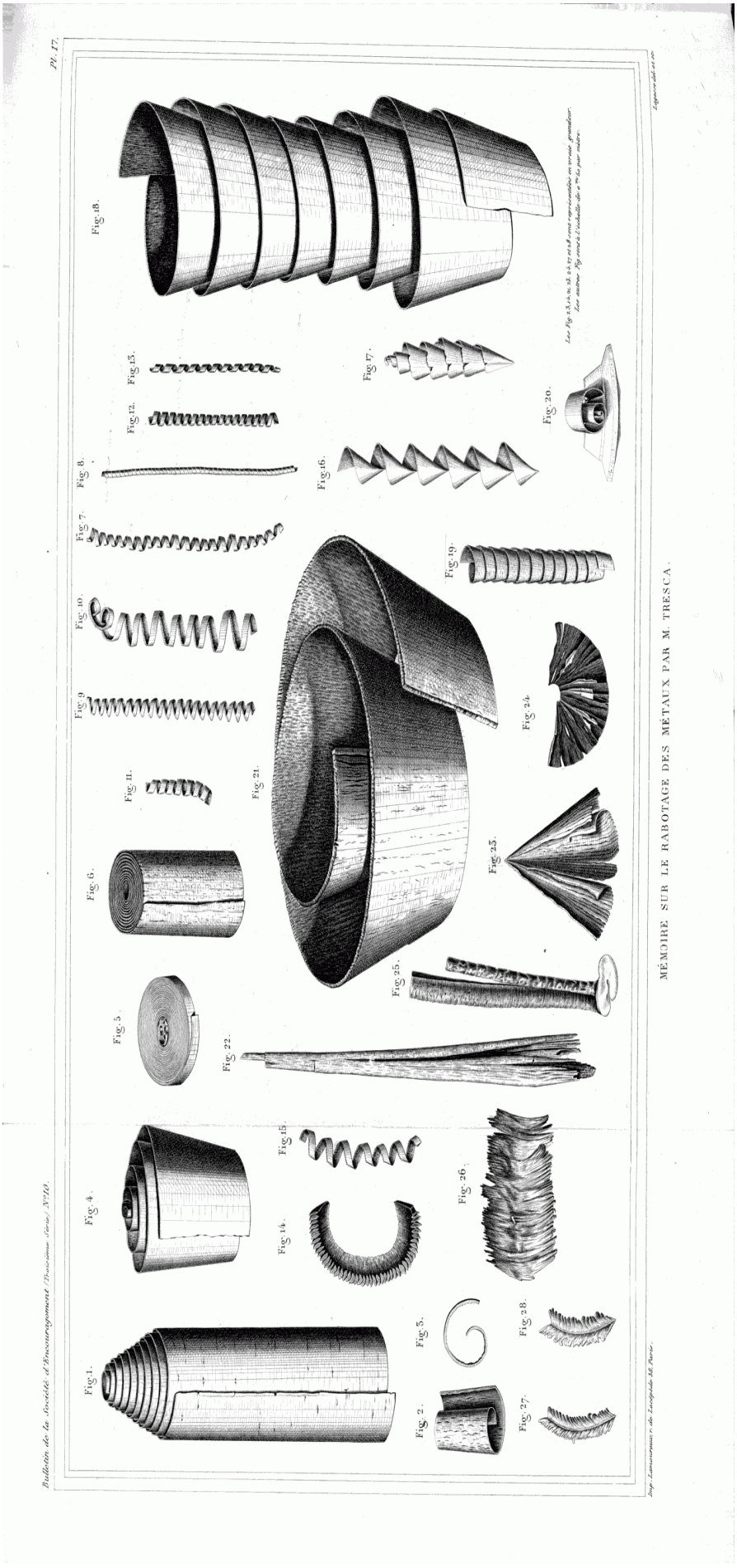
$$\theta''' = k\, e'\, \lambda\, l = k\, l\, \frac{e'^2}{R} = \frac{k\, m\, e\, l}{R^2}\, \frac{e'}{m'}$$

et pour le travail par mètre cube

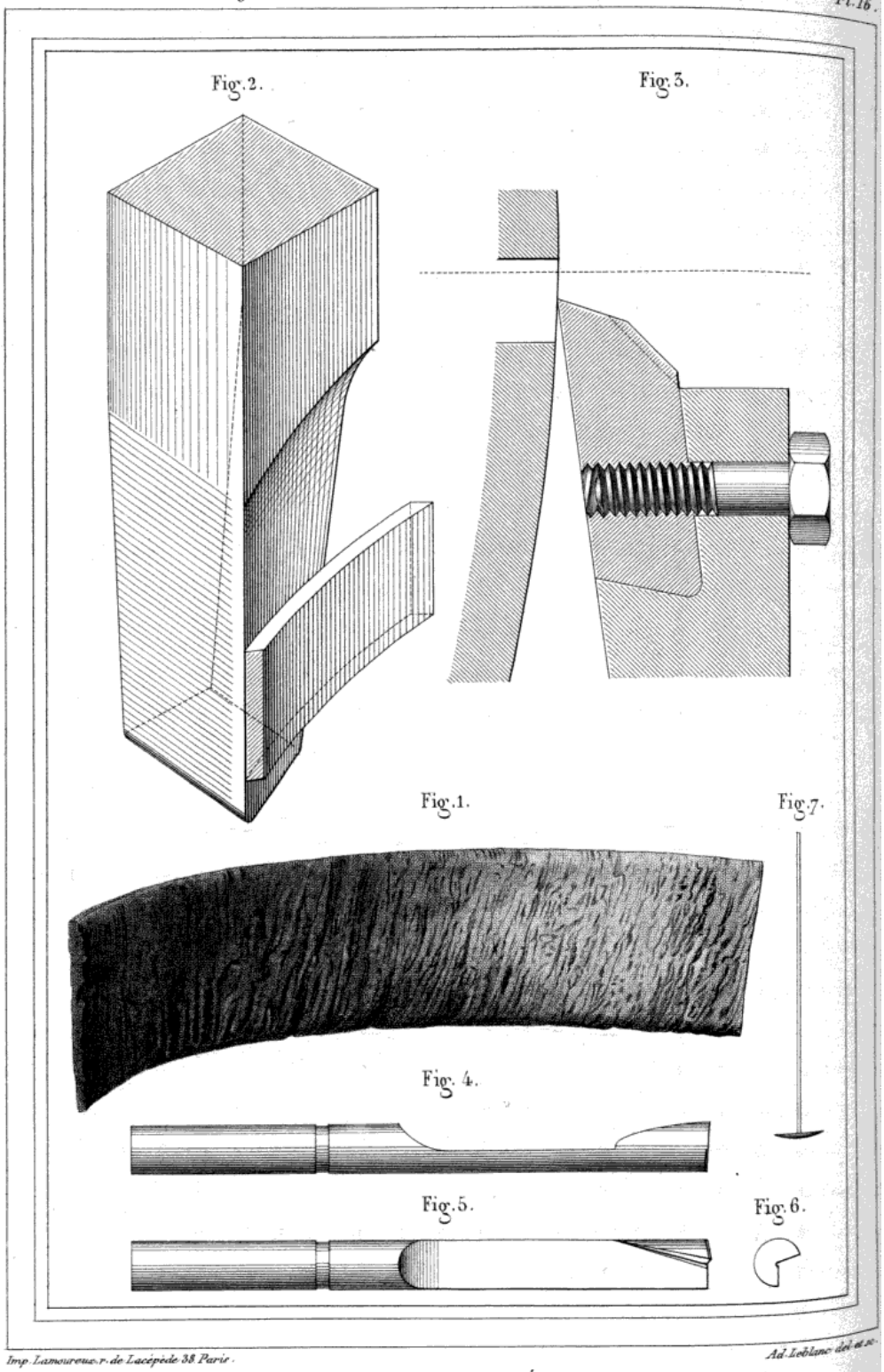
$$t''' = k \times \frac{1}{R^2} \times \frac{e'}{m'}$$

Dans le cas où le refoulement a lieu dans les deux sens, comme nous l'avons indiqué pour les copeaux rectangulaires, $e' = m$, et cette expression devient égale à la précédente.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38 Paris.

Ad. Leblanc del. et sc.

MÉMOIRE SUR LE RABOTAGE DES MÉTAUX, PAR M. TRESCA.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Travail total par mètre cube.

Les valeurs précédentes renferment toutes le facteur $m\,l\,e$, qui représente le volume du solide enlevé par le rabotage. Si donc on veut rapporter le travail total dépensé au mètre cube de matière enlevée, il suffira de diviser par ce facteur, et l'on aura ainsi pour le cas le plus ordinaire

$$T = t + t' + t'' = 2\,k\left(1 + \log\frac{1}{R} + \frac{1}{R^3}\right)$$

Ce qui établit l'avantage relatif des passes épaisses, puisque le coefficient R va alors en augmentant, entre des limites que nous avons appris à connaître par l'ensemble de nos expériences.

Cette tendance vers l'augmentation de l'épaisseur des passes est celle de l'industrie mécanique, et nous la voyons chaque jour se manifester davantage par l'accroissement des dimensions et de la stabilité des grandes machines-outils. Cette tendance est d'ailleurs corroborée par l'utilité que l'on trouve à diminuer le nombre des trajets de l'outil, nécessaires pour un résultat déterminé, et, par conséquent, la somme de travail dépensée par les résistances passives.

Il serait désirable que ces vues pussent être vérifiées par la mesure directe des efforts exercés par l'outil, et nous ne voyons jusqu'ici d'autre procédé dynamométrique à employer, dans ce but, que celui qui résulterait de l'écrasement ou de l'écoulement d'un métal mou sous l'action de l'effort transmis par la partie libre de cet outil, ainsi que nous l'avons fait déjà dans d'autres circonstances bien plus difficiles. Ce sont là des expériences fort délicates que nous ne pourrions entreprendre, en ce moment, sans retarder encore la publication des considérations qui précèdent. Nous nous proposons, toutefois, d'en essayer l'exécution aussitôt que possible.

CONCLUSIONS ET DÉVELOPPEMENTS.

En examinant d'abord, sous l'inspiration de l'expérience, les faits auxquels le rabotage donne lieu; en étudiant ensuite les considérations de la théorie qui découle de nos recherches sur le poinçonnage et la déformation des métaux, nous sommes arrivé, par les deux moyens, à diverses conséquences qui nous permettent maintenant de formuler les conclusions de notre travail.

I. L'opération du rabotage détermine, dans le prisme de matière qui se trouve cisaillé par l'outil, des pressions et des déformations caractéristiques qui varient suivant la forme de l'outil et l'épaisseur du prisme enlevé.

II. Ces circonstances sont plus faciles à définir lorsqu'il s'agit d'un rabotage opéré sur toute la largeur d'un solide avec un outil à tranchant rectiligne et à surface agis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sante, plane ou cylindrique, dont les génératrices sont perpendiculaires au sens du mouvement et parallèles à la surface du solide raboté.

Dans ces conditions, le copeau détaché est une transformée du prisme primitif, opérée par diminution de longueur, par suite d'un écoulement transversal de la matière dans le sens de l'épaisseur du copeau, sous la pression de l'outil.

III. Le coefficient de contraction longitudinale dépend du degré d'acuité de l'outil, des facilités qu'il offre au dégagement du copeau, mais surtout de l'épaisseur même du copeau enlevé.

Le coefficient de réduction est plus petit pour les copeaux minces parce que l'écoulement dans le sens transversal est alors rendu plus facile.

IV. Le coefficient de dilatation, suivant l'épaisseur, est inverse du coefficient de réduction, suivant la longueur.

V. Le coefficient de réduction varie, dans toute la série des expériences faites de 0.10 à 0.60, et nous possédons des copeaux d'acier de plus d'un millimètre d'épaisseur pour lequel il ne dépasse pas 0.25.

VI. La surface de séparation, entre le copeau et le bloc, est toujours lisse et se moule sur la face agissante de l'outil.

La face opposée est toujours striée et présente l'apparence d'une série de vagues parallèles, d'autant plus saillantes que le copeau est plus épais.

Ces vagues se continuent jusque vers les bords où l'on reconnaît les indices d'un écoulement en largeur, limité à une très-petite étendue, à partir de ces bords.

Dans les copeaux minces, les stries, beaucoup plus fines, se traduisent par une apparence veloutée de toute la surface.

VII. Une circonférence tracée sur la face extérieure, avant le rabotage, se transforme en une ellipse dans laquelle le rapport des axes peut donner la mesure du coefficient de réduction, mais il vaut mieux l'obtenir en opérant sur de grandes longueurs.

VIII. Lorsque les déformations dépassent certaines limites, le copeau se fendille de distance en distance, et il y a disjonction suivant les directions dans lesquelles se remarquent les sillons séparatifs des vagues qui viennent d'être mentionnées.

IX. Lorsque l'outil est émoussé, le coefficient de réduction diminue et le rabotage devient plus difficile.

X. La forme cylindrique de l'outil est très-favorable à l'opération, et l'examen des déformations nous conduit à penser que la forme hyperbolique est la plus recommandable.

XI. En vertu de la pression exercée par la face agissante de l'outil sur celle du copeau, celui-ci émerge perpendiculairement à la surface du solide pour se contourner ensuite.

Les copeaux minces se pelotonnent en forme de cylindre à base spirale, dont les spires se recouvrent exactement. Le rayon d'enroulement augmente avec l'épaisseur.

XII. Lorsque les génératrices du cylindre qui constitue la paroi de la face agissante

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'outil sont inclinées par rapport au plan de cheminement, le copeau, au lieu de s'enrouler en cylindre, prend la disposition de la surface extérieure d'une vis à filet carré.

XIII. L'attache latérale d'un copeau rectangulaire, par l'un ou l'autre de ses bords, n'a pas d'influence sensible sur le résultat du rabotage; le coefficient de réduction reste le même, mais les bords primitivement engagés sont moins arrondis et souvent tranchés à vif dans une partie de l'épaisseur du copeau.

XIV. Lorsque la dimension en épaisseur devient comparable à la dimension en largeur, il y a dilatation dans les deux sens, et le copeau prend une forme toute particulière, à section triangulaire, qui se déduit facilement de certaines considérations géométriques.

XV. L'emploi d'un outil à tranchant courbe donne lieu à des transformations analogues qui s'expliquent de la même façon.

XVI. Au point de vue géométrique, la formation des copeaux peut être représentée, dans toutes ses phases, par des tracés géométriques reposant sur des règles parfaitement sûres.

Dans une première phase, dite de refoulement, la matière non encore détachée du bloc acquiert, dans chacune de ses tranches longitudinales, ses dimensions définitives en épaisseur et en largeur.

Dans une deuxième phase, dite d'écoulement, le copeau glisse sur la face de l'outil et acquiert sa section définitive.

Dans une dernière phase, le copeau s'échappe en se contournant, suivant que les coefficients de réduction imposés à ses différentes tranches longitudinales exercent sur elles une influence plus ou moins prépondérante.

XVII. Avec l'outil rectangulaire à angles égaux, un copeau, à section carrée, se dégage dans le plan bissecteur du dièdre formé par les deux faces enlevées, en donnant lieu à une déformation plus complexe, mais tout aussi plausible que celle des copeaux ordinaires.

XVIII. Avec l'outil à tranchant courbe, les effets sont du même ordre, et mettent en lumière le mode de refoulement d'un solide amené à l'état de fluidité sous l'action des pressions extérieures auxquelles il est soumis par une de ses faces.

La courbe de gorge qui se produit à la limite des deux premières phases de la formation est complétement caractéristique et laisse son empreinte sur la face primitivement libre du copeau, sous forme de sillons courbes, qui se reproduisent identiquement les mêmes sur toute la longueur.

XIX. Dans ces copeaux la largeur est approximativement déterminée par la corde qui joint les extrémités du croissant détaché à chaque passe par le tranchant.

XX. La convexité du copeau appartient généralement au bord le plus épais, et il n'y a d'exception à cet égard que pour les cas où l'acuité relative de l'outil exerce sur les parties minces une influence suffisamment grande pour compenser celle du coefficient de réduction, plus favorable, correspondant au bord le plus épais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

XXI. Les modes plus complexes de rabotages, tels que le travail sur le tour, en circonférence ou en bout, n'apportent aucun changement notable dans ces conclusions, qui sont ainsi tout à fait générales.

XXII. Le travail nécessaire pour produire le rabotage se compose d'un travail de cisaillement et d'un travail de déformation, représentés l'un et l'autre par des formules rationnelles.

XXIII. Ces formules montrent l'avantage des passes épaisses qui marquent la tendance actuelle de l'industrie des machines-outils.

XXIV. La pression exercée par l'outil se transmet, de tranche transversale en tranche transversale, jusqu'à la limite de la zone d'activité, suivant une loi logarithmique déduite de ces formules.

XXV. Enfin, et c'est là le caractère dominant de ce travail, les métaux les plus durs, comme les plus mous, sont soumis, dans toutes ces déformations, à des lois communes qui établissent, pour toutes les matières expérimentées, une identité à peine entrevue, jusqu'ici, dans leurs propriétés mécaniques, bien au delà de leur limite d'élasticité.

XXVI. Les faits qui précèdent ne sont peut-être pas sans intérêt pour la théorie de la charrue, que l'on peut considérer comme un outil de rabotage fonctionnant dans des conditions spéciales.

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 22 mai 1874.

Présidence de M. DUMAS, *Président.*

CORRESPONDANCE. — M. *Granjon*, serrurier, à Châtonay (Isère), et à Paris, rue Réaumur, 49 *bis*. Niveau portatif à l'usage des écoles et des ingénieurs de l'armée. (Comité des arts économiques.)

M. *Reverchon-Chamussy*, à la Bauche (Savoie), envoie un petit Tràité de musique, nouvelle théorie et nouvelle pratique. Un vol. in-18, édité par l'auteur. (Comité des arts économiques.)

M. *Grossot* (J. V.), fumiste, rue Daral, 11, à Paris, présente les dessins et la description d'un nouveau calorifère à lames convergentes donnant le maximum du développement des surfaces de chauffe. (Comité des arts économiques.)

M. *Laour* (A.), mécanicien, passage du Grand-Cerf, 8, à Paris, demande le concours de la Société pour prendre un brevet pour une nouvelle serrure d'une grande simplicité. (Comité des arts mécaniques).

M. *Dupont* (L.), rue d'Ulm, 11, à Paris, adresse de nouveaux renseignements à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'appui du Mémoire qu'il a présenté dans la séance du 8 mai, pour faire connaître les avantages qu'on pourrait retirer de la création de chutes au moyen des puits absorbants. (Comité des arts mécaniques.)

La *Société industrielle du Nord*, constituée depuis peu à Lille, envoie le programme des prix, en assez grand nombre, qu'elle met au concours, et demande que la Société d'encouragement donne le plus possible de publicité à ce programme. (Commission du *Bulletin*.)

M. *Voisin* (A.), rue Saint-Fargeau, 41, à Paris, membre de la Société, signale un procédé très-simple pour connaître les imperfections de montage des objectifs des appareils photographiques et pour mettre au point, avec précision, les glaces qui doivent recevoir l'image formée à leur foyer. (Comité des arts économiques.)

M. *Péret* (Ad.), rue Birague, 11, envoie un mémoire manuscrit décrivant un procédé pour détruire le phylloxera. (Comité d'agriculture.)

M. *Charlot*, ingénieur civil, maison de l'hospice, à Ivry-sur-Seine, adresse à la Société un Mémoire sur le même sujet. (Même comité.)

M. *Magnin* (Célestin), artiste, à Barfleur, envoie une note sur divers usages nouveaux de la gomme élastique et de la gutta-percha. (Comité des arts chimiques et Commission des beaux-arts appliqués à l'industrie.)

CONFÉRENCE SUR LES RAVAGES PRODUITS PAR LE PHYLLOXERA.

M. le *Président* donne la parole à M. *Duclaux*, professeur à la Faculté de Lyon, qui a été chargé spécialement, avec M. *Maxime Cornu*, d'étudier l'invasion du *phylloxera* dans les vignobles de la France, et qui désire exposer, devant la Société, les résultats des importantes recherches qu'il a faites jusqu'à ce jour sur ce sujet. (Voir plus haut, p. 494.)

M. le *Président* remercie, au nom de la Société, M. *Duclaux* de la conférence qu'il vient de faire, et il annonce à l'assemblée que *Maxime Cornu*, chargé, par l'Académie des sciences, avec M. *Duclaux*, de l'étude du fléau qui ruine nos vignobles, donnera, dans la prochaine séance, des détails sur l'histoire naturelle et sur les mœurs du phylloxera.

Séance du 12 juin 1874.

Présidence de M. DUMAS, *Président.*

CORRESPONDANCE. — M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* adresse à la Société deux exemplaires des tomes I et II, 1re partie, de la collection des Brevets d'invention, et deux exemplaires des numéros de 7 à 10 du Catalogue des brevets d'invention délivrés pendant l'année 1873.

M. *Houssard* (E.), président de la Société d'agriculture d'Indre-et-Loire, demande

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la Société d'encouragement de désigner un de ses membres pour faire partie du jury pour le concours des moissonneuses de Mettray. (Comité d'agriculture.)

M. *Fua* (de Padoue) présente une note additionnelle au travail qu'il lui a déjà envoyé sur la culture du maïs. (Comité d'agriculture.)

M. *Perrault* (A.), ingénieur à Sées, directeur gérant de la Société des argiles réfractaires de Sées et de Fontaine-Riant (Orne), rue Bergère, 26, chez M. *Legrand*, envoie des renseignements sur ces argiles et sur leur emploi dans l'industrie. (Comité des arts chimiques.)

M. *Maunoir*, secrétaire général de la Société de géographie, et M. le baron *Reille*, commissaire général du Congrès international des sciences géographiques qui se réunira à Paris au printemps de 1875, envoient des documents relatifs à ce congrès. Le commissariat général est boulevard Latour-Maubourg, 10, à Paris. (Comité de commerce.)

M. *Dupont* (L.), rue d'Ulm, 11, adresse la description et les dessins d'un nouveau frein pour les trains de chemins de fer. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Bouvier*, directeur de l'imprimerie typographique de Poissy (Seine-et-Oise), demande qu'on donne de la publicité à un procédé qu'il croit nouveau pour empêcher l'incrustation des générateurs de vapeur. Ce procédé consiste dans l'emploi d'une quantité, relativement petite, de *mélasse de cannes* (10 kilog. par mois pour une machine de 10 chevaux). (Comité des arts mécaniques.)

M. *Jarre*, directeur des usines d'Ornans (Doubs), propose un candidat pour une médaille de contre-maître. (Commission spéciale.)

M. *Rougé* (Henri), rue Coquillière, 34, à Paris, présente un appareil très-simple qu'il nomme *laitière parisienne*, et qui a pour objet d'empêcher que le lait ne verse en bouillant, même lorsque l'ébullition a lieu sans aucune surveillance. (Comité des arts économiques.)

M. *Pellerin* (A.), rue de la Fontenelle, 10, à Montmartre-Paris, demande le concours de la Société pour l'aider à développer l'emploi d'un nouveau métier pour le tissage des velours. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Durr* (Auguste), serrurier-mécanicien, rue Jacob, 40, à Paris, soumet à l'examen de la Société un nouveau système de moule pour fondre les clichés sur matière. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Baux* (Ch.), manufacturier, à Givet, envoie la description et les dessins d'une machine à laver les minerais, les rognures de peaux et autres déchets, qu'il emploie depuis quinze ans avec un grand succès. (Comité des arts mécaniques.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — M. *Gustave Roy* lit, au nom du comité de commerce, un rapport sur l'atlas de l'industrie française, résumé de l'enquête faite de 1861 à 1865, qui a été dressé par M. *Loua*, ingénieur, sous-chef au bureau de la statistique générale de la France.

Le comité du commerce propose de féliciter M. *Loua* au sujet de son travail, de le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

remercier de la communication qu'il en a faite à la Société et d'insérer le rapport au *Bulletin*. (Voy. Cahier de septembre 1874, p. 440.)

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

DEUXIÈME CONFÉRENCE SUR LE PHYLLOXERA, PAR M. MAXIME CORNU.

Lorsqu'on a vu la vigne frappée d'une maladie qui, jusqu'à présent, paraît sans remède, et quand on a reconnu que son apparition était accompagnée du développement de nombreux insectes presque microscopiques, le premier sujet de recherches qui s'est présenté à l'esprit a été de connaître si l'insecte était la cause ou la conséquence de la maladie. Un aussi petit être peut-il produire d'aussi grands ravages? N'est-il pas plus naturel de penser que son invasion si considérable provient de la maladie qui, en altérant les sucs de la vigne, produit une nourriture appropriée à sa nature, et qu'il n'aurait pas trouvée sur des vignes saines. Quoique cette question soit maintenant résolue aux yeux de tous les observateurs attentifs, il est important de l'examiner avant tout, parce que de sa solution dépendra la direction qu'il faudra donner aux procédés à employer pour combattre le fléau. Cette discussion ne sera, d'ailleurs, pas inutile, parce qu'elle donnera occasion de décrire les symptômes de la maladie et la marche qu'elle a suivie.

Dans une plaine sèche et couverte de vignes prospères, on voit tout à coup que les feuilles de quelques ceps languissent, jaunissent et se crispent sur les bords. On est frappé aussitôt de leur état de souffrance, et du contraste qu'ils présentent avec tous ceux qui les entourent. En regardant au pied de ces ceps, on voit que les parties déliées des racines ont des renflements jaunes anormaux, qui n'existent jamais sur les vignes saines, et qu'on ne peut pas s'empêcher de rapporter à la même cause que la maladie. Mais, sans descendre aux racines de la vigne, on remarque que cet état de souffrance des ceps s'étend de proche en proche, en formant dans le vignoble une tache circulaire, comme ferait une tache d'huile sur du papier.

La cause du mal qui détruit ainsi la vigne est-elle la sécheresse? Non, car les premières atteintes qu'on en a remarquées, à Bordeaux, se sont montrées dans la Palud, plaine humide admirablement arrosée par de nombreux canaux. Cette cause n'est pas l'humidité, car la maladie, en s'étendant, a gagné les coteaux très-secs de Florac, où elle s'est développée. Elle s'est répandue aussi sur les plateaux très-secs des bords du Rhône et dans la plaine de la Crau, dont on connaît l'aridité habituelle. On ne peut pas davantage relier ce fléau à l'épuisement du sol. En effet, la Société d'agriculture de l'Hérault a pris pour champ d'expérience un vignoble placé près de Montpellier, dans lequel on trouve une épaisseur de 15 mètres d'excellente terre végétale, où la terre a toujours été très-bien fumée et très-bien travaillée, et qui a produit, en 1872, une récolte admirable de 3 hectolitres par are. Dans de pareilles conditions, pourrait-on attribuer une maladie de la vigne à l'épuisement du sol? La contagion, cependant, a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

frappé à son tour ce beau vignoble, et il est maintenant complétement improductif. La taille de la vigne n'est non plus pour rien dans ce qui se passe aujourd'hui. Elle est faite, sans modification aucune, comme elle l'a été de tout temps, suivant les méthodes les plus rationnelles, et elle donne les meilleurs résultats dans les environs des lieux mêmes où la maladie s'est montrée tout à coup.

La propagation de la maladie indique, d'ailleurs, une cause étrangère à l'état des cultures normales. Elle s'opère, de proche en proche, d'un cep à un autre d'une manière circulaire, en partant souvent d'un cep unique pris au milieu d'un beau vignoble, mais toujours aussi lorsqu'il y a contiguïté entre les vignes contaminées et des vignes saines. La dégénérescence de l'espèce, l'altération du sol, les vices de la taille pourraient-ils produire de tels effets? La réponse à cette question ne peut qu'être négative, mais elle est dictée à l'avance par ce qu'on observe, tous les jours, sur les autres plantes qui périssent par des maladies analogues dont la propagation, comme celle d'un incendie, se fait en taches croissant circulairement. La luzerne, le blé, d'autres végétaux présentent des phénomènes semblables, et l'étude des causes de ces désordres a bientôt fait découvrir la cuscute, l'orobanche et d'autres parasites végétaux ou animaux, dont l'existence était liée, par une relation de cause à effet, avec la maladie qui disparaissait quand ils étaient détruits.

La vigne, en France, est malheureusement dans une situation pareille. La contre-épreuve, qui a été faite involontairement en Camargue et en Corse, confirme la conviction que les observations qu'on vient de rapporter avaient fait acquérir. Dans l'une et l'autre de ces deux contrées, l'introduction de plants de vigne provenant de vignobles malades a amené immédiatement l'explosion de la maladie, qui s'est étendue sur tous les vignobles environnants.

Mais la démonstration la plus directe résulte du traitement qu'un viticulteur anglais a fait subir aux plants de ses serres qui étaient ravagées par le phylloxera. Lorsque la végétation a été ralentie, il a arraché ses vignes, les a nettoyées complétement de toute trace d'insectes, les a ensuite replantées, et a vu avec bonheur la végétation en devenir prospère et exempte de toute maladie.

Il est donc impossible de mettre en doute que la cause de la maladie ne soit l'insecte que M. Planchon a observé sur nos vignes et qu'il a nommé *phylloxera vastatrix*.

Nous allons voir maintenant comment la vigne meurt quand elle est attaquée par cet ennemi.

Si on prend quelques-uns de ces parasites et si on les met sur un cep de vigne, on voit, au bout d'un jour ou deux, des phylloxeras à l'extrémité du chevelu des racines, mais on n'en observe aucun sur les grosses racines. Les radicelles qui forment le chevelu de la plante sont terminées par des appendices cylindriques très-courts et déliés, d'un tissu tendre, qui présentent, à leur extrémité, des pores d'absorption. De même que, dans l'intestin des animaux, l'absorption s'opère par l'épithélium, sans cesse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

renouvelé, qui les recouvre, de même, dans les racines des végétaux, l'absorption se fait par l'épithélium terminal des radicelles, qui est aussi sans cesse renouvelé par leur allongement progressif. C'est cet organe essentiel que le phylloxera attaque : il se porte sur cette extrémité, se place de côté, et enfonce son suçoir sur ce point terminal. Deux jours après, on voit apparaître une dilatation de l'extrémité de la radicelle, qui augmente et se développe en un renflement assez considérable. Au bout de dix à douze jours, ces renflements pourrissent taut à coup; mais on remarque souvent alors un développement des radicelles comme un effort de la végétation pour combattre le mal qui l'attaque. Lorsque deux phylloxeras se placent au même point, le mal est plus grand et plus rapide. On peut donc dire que l'altération de la vigne est en proportion du nombre des insectes qui l'attaquent. S'il n'y en a qu'un petit nombre, les radicelles attaquées périront seules sans entraîner la perte du cep. S'il y en a beaucoup, la plante cessera d'être nourrie, s'étiolera et périra.

La vigne, en effet, emmagasine, vers l'automne, une provision d'amidon qui lui est nécessaire, au printemps, pour servir de nourriture au développement nouveau que la plante prend dans cette saison, et l'absorption opérée par les racines est nécessaire pour la production de cette matière amylacée. Quand cette réserve manque, les bourgeons pourrissent, les sarments s'arrêtent et la vigne meurt. C'est ce qui arrive fatalement quand elle est attaquée par le phylloxera. L'anatomie des tissus d'un pied atteint par la contagion montre, en effet, qu'il ne possède point cette réserve. La nutrition de la plante est dès lors entravée, et la vigne meurt d'épuisement; elle meurt de faim. C'est une mort analogue à celle des phthisiques, dans lesquels le poumon qui servait à absorber l'air respirable est détruit; et la vigne périt par la destruction des organes dont elle était douée pour l'absorption de matières essentielles à son existence. On a cherché à combattre ces désordres par des engrais et en fumant fortement les vignes ; on a eu d'abord de bons résultats, mais l'invasion du phylloxera a augmenté aussi, et la vigne a toujours fini par succomber.

Voyons maintenant quel est cet insecte qui cause d'aussi effrayants ravages.

On trouve quelquefois sur les vignes malades deux êtres d'apparence différente, mais qui, en réalité, ne causent qu'une seule et même espèce : le phylloxera des feuilles et celui des racines. Le premier est ailé, et produit, sur les feuilles, des galles qui protégent ses œufs, le second est toujours aptère; mais, si on dépose une de ces galles sur un cep de vigne sain planté dans un pot, on ne tarde pas à voir pulluler, sur ses racines, des individus aptères en tout semblables aux phylloxeras des vignes malades. Il est très-rare de trouver cet insecte ailé vivant à l'état normal sur les feuilles. On ne l'a observé encore que chez M. Lalliman, près de Bordeaux, et on ne doit en parler que pour mémoire et à un point de vue purement théorique; mais la forme aptère et les individus ailés spéciaux qui en proviennent, vers l'arrière-saison, se montrent, au contraire, dans toutes les vignes malades.

Lorsqu'on examine les racines d'un cep envahi, on y trouve un nombre énorme,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus grand qu'on n'aurait pu l'imaginer, de ces insectes aptères qui sont d'un genre voisin de celui des pucerons, et qui forment quelquefois, sur les fines radicelles auxquelles ils sont attachés, une enveloppe continue comme le doigt d'un gant. Ils pullulent sans cesse, pondent un grand nombre d'œufs, qui éclosent au bout de quelques jours, en fournissant de nouvelles générations, qui sont bientôt, à leur tour, directement fécondes, sans accouplement, suivant un mode spécial qu'on a désigné sous le nom de *parthénogénèse;* et cette faculté procréatrice se répète ainsi de génération en génération jusqu'à l'automne. Il eût été peu prudent d'apporter, à cette séance, des spécimens du *phylloxera vastatrix* montrant cette prodigieuse fécondité, mais cet insecte ressemble beaucoup au phylloxera du chêne, qui n'a pas les mêmes dangers, et qui vit en plein air sur les feuilles; et on peut voir, sur des feuilles apportées dans ce but et distribuées dans l'assemblée, le nombre inouï d'œufs qui les recouvre, autour des points où sont placées les pondeuses.

M. Cornu donne la description de l'insecte des racines de la vigne, en en montrant les différentes parties sur une figure considérablement grossie. En réalité, le phylloxera de la vigne n'a qu'un demi-millimètre de longueur, et qu'un sixième à un tiers de millimètre d'épaisseur. Il pond des œufs ovales jaunes, qui brunissent bientôt et éclosent trois jours après en produisant de nouveaux êtres qui sont bientôt prêts à pondre à leur tour. Le calcul simple du dernier terme d'une progression géométrique montre qu'on ne peut guère évaluer, en automne, le nombre des insectes sortis d'un seul être éclos au printemps à moins d'un milliard.

Pour compléter cette description, on doit ajouter que, vers la deuxième quinzaine du mois d'août, on voit apparaître des individus ailés semblables à ceux qui viennent d'être décrits. On ne les trouve jamais sur les racines. C'est une très-petite mouche dont les yeux sont très-remarquables, qui est jaune d'abord, mais qui brunit rapidement et qui a alors, en très-petit, toutes les apparences d'une mouche ordinaire. Dans un flacon envoyé de Cognac, on a trouvé trente-trois individus ailés pour vingt renflements de racines, ce qui prouve qu'à cette époque il y a beaucoup d'insectes qui prennent cette forme.

On peut étudier maintenant la manière dont cette maladie se propage, et les moyens que cet insecte possède pour se transporter d'un point sur un autre.

A petite distance la propagation s'opère par la migration des phylloxeras, qui quittent les vignes épuisées pour se porter sur des ceps nouveaux. Cette progression sur le sol, en troupes nombreuses, a été constatée par divers observateurs. M. Faucon, à Graveson, a vu les phylloxeras marchant sur le sol en troupe serrée, d'une vigne malade à une vigne saine, et arrivés au but, s'enfonçant dans les crevasses nombreuses que présentait le terrain. MM. Planchon et Lichtenstein ont placé des phylloxeras d'un côté d'un pont séparant deux objets et les ont vus franchir ce passage. Il n'est pas rare qu'on puisse assister à ces migrations quand on observe le sol avec attention.

Dans l'intérieur de la terre, la progression se fait au milieu des fissures sans nombre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que présente un sol caillouteux ou un sol argileux fendillé, et même le long de l'écorce qui recouvre les racines sans être partout absolument continue, et elle est facilitée par la très-petite épaisseur de l'insecte, qui lui permet de passer dans des fentes très-petites. Une expérience directe a été faite, à ce sujet, par M. Planchon. Il a mis une racine malade sur un plant de vigne sain, et peu après il a trouvé des phylloxeras à l'extrémité du chevelu des racines de cette vigne.

Mais comment se fait le transport de l'espèce à de grandes distances? Il est évident qu'elle doit provenir des individus ailés remarqués au mois d'août. Ils sont très-petits, sont enlevés facilement par le vent et transportés à de très-grandes distances. C'est ainsi qu'ils ont pu traverser le Rhône et, ailleurs, être transportés à 10 lieues de distance. S'il n'a pas été possible de les suivre dans ces longs voyages aériens, on a pu, cependant, en constater la réalité, parce qu'on a retrouvé des phylloxeras ailés dans des toiles d'araignées. Il n'existe donc aucun doute sur la possibilité des émigrations de ces insectes et de la colonisation, soit dans les lieux voisins, soit à d'assez grandes distances; on peut, dès lors, se rendre un compte exact des variétés que présente l'extension de cette maladie, propagée tantôt par contiguïté, tantôt par des centres isolés, qui naissent tout à coup bien avant de la frontière des régions malades.

L'existence du phylloxera de la vigne étant presque toujours souterraine, et les individus ailés étant difficiles à voir et à suivre, l'observation des moyens de génération et de perpétuation de l'espèce était entourée de beaucoup d'obstacles. M. Balbiani, professeur au Collége de France, a pensé qu'on pourrait retirer des lumières précieuses de l'étude du phylloxera du chêne, qui se rapproche beaucoup de celui de la vigne, mais qui vit en plein air sur les feuilles, et est, dès lors, plus facile à observer. Il a trouvé que les individus ailés et les aptères, parvenus à la dernière génération d'automne, pondent des œufs de deux grosseurs différentes : les uns jaune clair assez gros, les autres plus foncés et d'un tiers plus petits; les jeunes qui sortent de ces œufs sont tout à fait différents des phylloxeras ordinaires. Ils sont sexués, les femelles sortant des plus gros œufs et les mâles des plus petits; ils sont dépourvus de tout appareil de nutrition, tandis qu'ils ont un très-grand développement de l'appareil de reproduction. Ils sont très-vifs, très-agiles, et s'accouplent peu de temps après leur naissance. Les femelles pondent, quelques jours après, dans une fissure, un seul œuf, qu'on peut appeler *œuf d'hiver* parce qu'il est destiné à traverser toute cette saison sans éclore. Cet œuf prend bientôt une couleur noirâtre, et son évolution s'arrête jusqu'au printemps. Alors il éclôt et produit une femelle pondeuse munie d'ovaires puissants et de nombreux tubes ovipares, qui recommence, pour l'année suivante, la puissante génération, sans fécondation nouvelle, qui doit propager et développer si abondamment l'espèce jusqu'à l'automne.

M. Cornu a été assez heureux pour retrouver, tout récemment, les mêmes faits et les mêmes transformations sur le phylloxera de la vigne, dont la vie, cachée sous terre ou terminée à grande distance, est beaucoup plus difficile à suivre et se dérobe d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manière presque absolue à l'observation directe. On peut donc dire qu'on connaît maintenant les nombreuses transformations et la carrière mystérieuse de cet ennemi presque invisible, et qu'on sait dans quel sens doivent être dirigées les recherches qui auront pour objet de le détruire.

Quand la maladie se déclare, il faut arracher immédiatement la vigne attaquée et les souches, malgré leur apparence saine, qui l'entourent, tant que leurs racines donneront le moindre indice de la présence du phylloxera, brûler ces souches et leur chevelu, écobuer le sol et employer tous les moyens nécessaires pour y détruire jusqu'au dernier de ces insectes. Malheureusement cette mesure est difficile à faire adopter, et sa mise en pratique exigerait des dispositions législatives spéciales, analogues à celles qui ont été adoptées pour l'extinction de la peste bovine et qui n'ont pas encore été appliquées à la vigne. Si on met à part l'inondation de la vigne, en hiver, qui ne peut être exécutée que dans des situations spéciales, on a essayé, sans succès, un grand nombre de remèdes proposés pour détruire le phylloxera. Il semble résulter, cependant, de ce qu'on connaît des mœurs de cet insecte, qu'il faudrait l'attaquer surtout au moment où il est moins nombreux et plus vulnérable, c'est-à-dire en hiver pour les œufs, ou pendant sa première mue du printemps, lorsqu'il est encore engourdi et hors d'état de se soustraire aux actions qu'on veut exercer sur lui. La végétation est alors en repos; la vigne absorbe très-peu; on peut couper tout son chevelu parce qu'elle n'en a pas besoin; sa végétation se réveille plus tard que la vie du phylloxera, et elle peut résister à des toxiques énergiques.

Tout donne lieu de croire qu'on trouvera un remède efficace pour débarrasser nos vignobles du fléau qui les a frappés. C'est la conviction profonde de la commission du phylloxera qui met son espoir dans les résultats obtenus par l'étude scientifique des conditions d'existence de cet insecte. Cette étude a déjà beaucoup appris, et elle parviendra à découvrir ce qui reste à connaître sur ce sujet si digne d'intérêt. Cette pensée est toujours présente à l'esprit de ceux qui se sont voués à ces recherches, et elle est pour eux un puissant encouragement dans leurs travaux.

M. le *Président* remercie M. Cornu de la très-intéressante communication qu'il vient de faire devant la Société. Il le remercie aussi, à un autre titre, du zèle infatigable qu'il a mis dans les importantes recherches dont il vient d'exposer le résultat, sans craindre ni les fatigues ni le travail excessif dont il prenait la charge, en ajoutant ces nouveaux travaux à ceux que lui impose déjà sa position d'aide-naturaliste au Muséum.

Séance du 26 juin 1874.

Présidence de M. DUMAS, *Président.*

CORRESPONDANCE. — M. *Cerpeaux* (Jules), rue Fontanes, 51, à Paris, entrepreneur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de serrurerie, demande à la Société de faire examiner un contrôleur mécanique pour voitures publiques, dont il est inventeur. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Paersch* (Adalbert), de la Nouvelle-Orléans, à Berlin, W. Postdamer, **561**, demande des renseignements sur le concours ouvert par la Société, pour un procédé assurant la désinfection des caisses épuratoires du gaz d'éclairage.

Il sera répondu à M. *Paersch* que le concours sur cette question a été clos le 1er janvier **1874**, et qu'elle ne sera pas remise de nouveau au concours pour les années prochaines.

M. *Jouret* (A. J.), rédacteur au Ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, rue Saint-Dominique, **101**, à Paris, adresse un frein automoteur pour maintenir en place les chevaux arrêtés et pour arrêter les chevaux emportés. (Comités des arts mécaniques et d'agriculture.)

M. *Dutot* (F.), rue de Rivoli, **8**, à Paris, sollicite l'examen d'une pendule disposée de manière à donner à volonté l'heure, à un moment déterminé, sur les principaux points du globe. (Comité des arts mécaniques.)

Le *président de la Société industrielle de Rouen,* fondée en **1873**, dans un but semblable à celui qui occupe la Société industrielle de Mulhouse, envoie les numéros parus du *Bulletin* que cette Société publie et demande en échange l'envoi des publications de la Société d'encouragement. (Commission du *Bulletin*.)

M. *Francisque Michel* (R.), ingénieur civil, rue de l'Ancienne-Comédie, **13**, à Paris, présente un appareil qu'il nomme contrôleur automatique de l'efficacité des paratonnerres, et il joint à sa lettre une note descriptive imprimée de cet instrument. (Comité des arts économiques.)

M. *Chrétien* (J.), lampiste, rue Rameau, **7**, à Paris, signale un procédé qu'il a inventé pour empêcher les bougies de couler, ce qui, dit-il, procurera une économie de plus d'un cinquième sur les frais d'éclairage à la bougie. (Comité des arts économiques.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Briquet électrique.* — M. le comte *du Moncel* fait, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur un briquet électrique qui a été inventé par MM. *Voisin* et *Dronier,* rue Saint-Fargeau, **41**, à Paris, et qui a été nommé, par eux, *briquet électro-catalytique.*

Le comité est d'avis qu'il y a lieu de remercier MM. *Voisin* et *Dronier* de leur intéressante communication et d'insérer le Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Révélateur des variations dans la pression du gaz. — M. le comte *du Moncel* présente, au nom du même comité, un rapport sur un appareil de M. *Launay*, qui a pour objet de signaler, aussitôt qu'elles se produisent, les variations accidentelles qui surviennent dans la pression du gaz d'éclairage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le comité propose de remercier M. *Launay* de sa communication et d'insérer le Rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — M. *Lissajous* présente, de la part de M. *Deschiens,* constructeur d'instruments de physique, à Paris, un appareil de M. *Tanzillo* (Vincent), officier de l'armée italienne, via Dora grossa, 15, à Turin, qui a pour objet de faire avertir automatiquement le poste de police ou le poste de sapeurs-pompiers, toutes les fois qu'un voleur s'introduit dans un appartement qui est muni de cet appareil, ou lorsqu'un incendie vient à se déclarer en ce lieu.

La partie essentielle de cet appareil consiste dans un manipulateur automatique placé dans l'appartement, et qui est disposé de manière à transmettre l'adresse du lieu où il est placé, en indiquant la rue, le numéro de la maison et l'étage. Toutes les fois qu'un bouton avertisseur, fixé sur l'objet à surveiller, aura été déplacé par l'ouverture d'une porte ou autrement, ce manipulateur sera mis en communication avec un courant qui parcourt un circuit général réunissant tous les appartements assurés avec le poste de police. Aussitôt que ce déplacement a lieu, le courant parcourt le manipulateur, et ce dernier appareil transmet l'adresse qu'il porte au poste de police, auquel le courant général aboutit. Ce poste est muni 1° d'une pile d'une force suffisante pour animer la ligne directe; 2° d'un récepteur Morse imprimant, qui reçoit et imprime la dépêche aussitôt que le manipulateur est en jeu et qui fixe, ainsi, l'adresse exacte du lieu auquel il faut se porter; un carillon électrique avertit en même temps de la mise en jeu de l'appareil. Ce mécanisme est pourvu d'un moyen préventif, à la disposition du propriétaire, pour suspendre l'action des moyens protecteurs, quand il veut toucher lui-même les objets garantis ou circuler par les portes surveillées.

Une méthode du même genre peut mettre les mêmes appartements en communication avec le poste des sapeurs-pompiers et signaler les incendies à leur origine. En ce cas, le bouton révélateur est remplacé par un thermomètre dont le mercure ouvre la communication entre la ligne principale et le manipulateur, lorsque la température du lieu l'a fait monter jusqu'à un degré anormal, 40 degrés ou 50 degrés par exemple.

Des expériences étendues ont été faites à Turin et à Lyon sur cet appareil nommé *électro-vigile* par son inventeur, et elles ont montré, à une réunion d'ingénieurs et de savants qui y assistaient, toute la simplicité de ces moyens et la précision avec laquelle ils permettent de désigner exactement le lieu où l'incendie est menaçant, ou bien où une introduction frauduleuse vient d'avoir lieu, sans que cependant les acteurs de cette introduction en soient avertis. (Comité des arts économiques.)

M. *Salvetat*, au nom de M. *Mignot,* chimiste, boulevard Voltaire, 117, présente diverses applications du verre soluble et de la silicatisation obtenue par l'emploi de cette préparation.

L'invention du verre soluble est due à Fuchs et date de 1825 ; depuis cette époque,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on a fait de nombreuses tentatives pour l'employer à rendre les matières combustibles ininflammables, au dégraissage, au blanchiment des matières textiles, à la peinture des habitations. Les travaux de M. Kuhlmann sur cette question sont surtout à signaler ; mais, sauf quelques cas particuliers, où le succès a été complet et très-remarquable, ces tentatives n'avaient, jusqu'à ce jour, donné que des résultats incomplets, propres à jeter du discrédit sur l'emploi de cette matière. Dans beaucoup de cas, les ciments ainsi préparés manquaient d'adhérence et étaient loin de remplir le but que l'on voulait atteindre.

M. *Mignot* expose, devant la Société, des spécimens des divers produits qu'il obtient, et il montre que l'enduit qu'il prépare et qu'il nomme *néo-silexore* peut s'appliquer, avec une adhérence complète, sur les métaux, les pierres, les bois neufs ou vieux, de manière à imiter la rugosité ou le poli de ces divers matériaux. Les travaux qu'il a exécutés lui ont valu les éloges des nombreux architectes qui ont eu recours à ses procédés.

Il demande que la Société se fasse rendre compte des diverses applications très-variées qu'il a faites de ces méthodes. (Comité des arts chimiques.)

M. *Salvetat* donne ensuite connaissance des nouveaux perfectionnements que M. *Constantin*, pharmacien-chimiste à Brest, a apportés aux procédés qui ont été approuvés par la Société et par lesquels il avait cherché à rendre le vernis des poteries communes moins dangereux pour la santé. (Cette communication sera insérée au *Bulletin*.)

CONFÉRENCE SUR L'UTILISATION DES EAUX D'ÉGOUT DE LA VILLE DE PARIS POUR L'AGRICULTURE, PAR M. ALFRED DURAND-CLAYE, INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES.

M. le *Président* donne la parole à M. *Alfred Durand-Claye*, qui a bien voulu venir exposer devant la Société les résultats des derniers travaux faits par la ville de Paris, pour assurer l'emploi des eaux de ses égouts à des usages agricoles, dans la plaine de Gennevilliers.

L'assainissement des grandes villes a acquis, depuis quelques années, une telle importance, qu'il devient une des plus grandes préoccupations des administrations municipales. L'habitation et l'existence d'une grande agglomération de population qui est habituée à un bien-être relatif assez grand, le développement de nombreuses usines produisant des quantités considérables de détritus très-altérables, ont compliqué beaucoup les conditions hygiéniques des habitations, et la mortalité est demeurée très-grande dans les villes qui n'ont pas su préparer d'avance des moyens d'assainissement convenables. D'autre part, le sol est devenu imperméable sur des surfaces très-vastes,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par suite du pavage des rues et de l'étendue des toitures qui recouvrent les bâtiments. En même temps, les besoins de tous genres des habitants et les nécessités de l'hygiène ont fait amener des eaux fraîches de tous les côtés. A Paris, la dérivation de l'Ourcq, celles d'Arcueil, de la Dhuis, de la Vanne, les produits des pompes de Chaillot versent, sur l'emplacement des divers quartiers, des torrents d'eau qui, venue saine et propre, en sort infectée par les matières de toute espèce dont elle s'est chargée.

Il a donc fallu construire des égouts pour évacuer les eaux sales. Dès 1837, on s'est mis à l'œuvre. Il y avait, à cette époque, 67 kilomètres d'égouts ; en 1850, leur étendue était de 130 kilomètres, et actuellement elle est de plus de 600 kilomètres, c'est-à-dire d'une longueur plus grande que la distance de Paris à Bordeaux. Ces égouts se composent d'un réseau qui suit toutes les voies de communication, sur chacune des rives de la Seine, et qui réunit toutes les eaux ménagères et celles du service public dans deux grands collecteurs, un pour chaque rive. Le collecteur de rive gauche traverse la Seine par un siphon placé en amont du pont de l'Alma ; il se joint ensuite au collecteur de rive droite, et leurs eaux réunies sont déversées dans la Seine, à Clichy, en aval du pont d'Asnières et de Paris. Un troisième réseau reçoit les eaux du versant nord de Montmartre, la Chapelle, Belleville et Saint-Denis ; il recueille les eaux de la voirie de Bondy et se jette dans la Seine en amont du canal de Saint-Denis. Cet ensemble d'égouts, prudemment combiné et en voie continuelle d'augmentation, a été justement comparé par M. *Dumas* au système veineux du corps humain, et il expulse de la cité les matières viciées par l'usage ou impropres à la vie des habitants, tandis que le système artériel de la distribution des eaux potables apporte sans cesse l'eau fraîche qui leur est indispensable.

Le volume des eaux qui s'écoulent ainsi de la ville de Paris est important à connaître. Il est variable suivant les saisons et les manœuvres du service municipal, mais il doit être évalué, en moyenne, à 200 000 mètres cubes par jour pour le grand collecteur débouchant à Clichy, et à 40 000 mètres cubes pour le collecteur de Saint-Denis. C'est donc en tout un volume de 220 000 à 250 000 mètres cubes d'eaux impures et troubles qui se déversent tous les jours dans la Seine ; 3 mètres cubes par seconde ou environ un vingtième du volume du débit de la Seine entière à l'étiage.

L'eau du grand collecteur contient par mètre cube $2^k,300$ de matières étrangères, dont une moitié est formée de détritus solides en suspension et une deuxième moitié se compose de substances solubles, propres à former des engrais. On y trouve, par mètre cube, 38 grammes de potasse, 43 grammes d'azote et 17 grammes d'acide phosphorique. L'égout de Saint-Denis a des eaux plus impures et fournit, par mètre cube, $3^k,600$ de matières étrangères, dans lesquelles on trouve 140 grammes d'azote.

Ces chiffres montrent à quel point la Seine doit être troublée par l'arrivée de ces eaux d'égout. Elle reçoit, en effet, chaque jour, 300 tonnes de matières solides, formant un volume de 150 000 mètres cubes au moins par an. Ces matières sont éminem-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment putrescibles, et la fermentation qui s'y est établie dégage des substances gazeuses très-incommodes, mêlées à du gaz des marais, brûlant au bleu, tandis que les produits solubles qu'elle forme, se mêlant avec les substances solubles contenues dans les eaux d'égout, vicient l'eau de la rivière jusqu'à de très-grandes distances. Le banc de vase ainsi formé à Clichy a barré la rivière, en a troublé le cours, et a arrêté la navigation ; et l'administration a été obligée d'y établir un dragage permanent qui donne lieu à une dépense de près de 200 000 fr. par an. Mais, en outre des nombreux inconvénients matériels de cet état de choses, un trouble moral très-grave a été produit dans les populations qui bordent le cours de la Seine, au-dessous de Clichy et aux environs de ce point ; des plaintes vives ont été présentées par elles, et il était impossible de ne pas aviser à faire cesser ces conséquences fâcheuses de l'assainissement intérieur de la capitale. On n'avait fait, en effet, que reporter à l'extérieur une partie des causes d'insalubrité dont la grande ville avait voulu se débarrasser.

Les divers moyens qu'on pouvait employer furent successivement examinés. Un service fut créé, en 1866, pour s'occuper de ces études, et M. *Mille,* ingénieur en chef, qui en fut chargé, fut envoyé en mission pour étudier ce qui avait été fait à l'étranger à ce sujet. La même question avait, en effet, été examinée depuis longtemps en Angleterre et dans plusieurs autres contrées. A Valence, à Milan, à Édimbourg, les eaux d'égout des grandes villes ont été employées à l'arrosage depuis des temps déjà anciens et ont produit d'admirables résultats.

Trois systèmes doivent être examinés avec soin.

Le premier est le filtrage des eaux bourbeuses ; mais l'examen qui en a été fait, tant en France que dans d'autres pays, a bientôt montré l'impossibilité de son application sur une grande échelle. Il est, en effet, très-simple de filtrer une petite quantité d'eau, et on conçoit qu'on puisse enlever et écarter les dépôts résultant de ce filtrage ; mais quand il faut opérer sur 240 000 mètres cubes d'eau par jour, près de 100 000 000 de mètres par an, et qu'on doit, chaque jour, nettoyer les filtres de 300 tonnes de matières impures, on rencontre des difficultés pratiques qui sont au-dessus de tous les moyens possibles d'exécution. D'autre part, cette filtration ne débarrasserait pas lès eaux de toutes les matières solubles qu'elles contiennent, et elle leur laisserait toute leur teneur en matière azotée putrescible, en sels de potasse, etc., qui altéreraient très-profondément les eaux de la rivière. Il fallait donc renoncer même à en faire l'essai.

M. Le Chatelier, que la Société d'encouragement comptait naguère parmi ses membres les plus distingués, et dont elle déplore la perte prématurée, proposa la clarification des eaux par le sulfate d'alumine, qui opère une double décomposition, et qui, en formant une espèce de laque avec les matières solides, clarifie les eaux par une réaction analogue à ce qui résulte du collage des vins. Cette méthode fut mise en pratique, à titre d'essai, dans des bassins d'épuration qui furent disposés près du collecteur, à Clichy. Elle donna de très-bons résultats ; plus de 100 000 mètres cubes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'eau furent traités de cette manière, et le résidu qu'elle laissa offrait volume pour volume une qualité égale à celle d'un bon fumier. Le traitement coûta, en définitive, environ 1 centime par mètre cube d'eau, et il fut maintenu dans les champs d'essai, comme secours aux irrigations et comme moyen de clarifier les eaux lorsqu'elles ne pourraient pas être employées autrement.

La troisième méthode consistait dans l'emploi direct des eaux d'égout à l'arrosage, soit de prairies, soit de cultures maraîchères. La fertilité que *les marcites de Milan, les prairies d'Édimbourg* et *les jardins de la Huerta de Valence* doivent à ces arrosages devait tout d'abord attirer l'attention, et des portions de cultures semblables furent faites, en 1867 et dans les années suivantes, sur un champ d'essai que la ville établit à Clichy. Elles montrèrent qu'on pouvait, par ce moyen, faire absorber au sol, tous les ans, 40 000 mètres cubes d'eau d'égout par hectare, que les produits de cette culture étaient excellents et admirables, que l'hectare de culture maraîchère pouvait rapporter un produit brut de 4 400 fr., et que les eaux clarifiées ne contenaient plus que de très-petites quantités d'azote, au lieu de 35 grammes par mètre qui existaient dans l'égout, ou de 25 grammes que les eaux clarifiées par filtration retiennent encore.

Le succès de ces expériences a décidé la ville de Paris à faire faire une épreuve sur une plus grande étendue. Deux machines de 40 chevaux ont été installées sur la rive gauche de la Seine ; elles élevaient 6 000 mètres d'eau par jour et les refoulaient dans une conduite de 2 000 mètres de longueur qui, en passant sur le pont de Clichy, les conduisait dans un réservoir situé entre Asnières et Gennevilliers, d'où elles pouvaient se répandre sur toute la plaine. La ville de Paris avait acquis 6 hectares de terrain autour de ce réservoir pour faire elle-même, s'il le fallait, les essais de culture, et elle se mettait en mesure de fournir des eaux à tous les voisins qui voudraient les utiliser. Les prévisions de l'administration ont été de beaucoup dépassées ; les 6 hectares d'essai sont devenus, avec le concours des voisins, 40 hectares arrosés, qui ont rapporté, à l'hectare, 40 000 kilogrammes de pommes de terre, 200 000 kilogrammes de betteraves à bestiaux, et, en deux coupes, 80 000 kilogrammes de luzerne. La perméabilité du terrain est telle, qu'en deux mois le sol a pu absorber 400 000 mètres cubes d'eau par hectare et que les eaux sont employées, actuellement, à faire du colmatage en grand.

La solution de l'épurage et de l'assainissement des eaux d'égout, par l'arrosage, était donc reconnue certaine, lorsque la guerre de 1870-1871 vint interrompre ces études. Elles ne purent être reprises qu'en mai 1872. La ville de Paris accorda alors 1 million à ces travaux. Voici leurs principaux résultats.

Une dérivation de 4 000 mètres amena les eaux du collecteur de Saint-Denis au pont de Saint-Ouen à une hauteur telle, qu'elles purent passer sur ce pont sans machine élévatoire. Ainsi, dès ce moment, 40 000 mètres cubes par jour, d'une eau très-riche, étaient mis à la disposition des arrosages dans la plaine. A Clichy, une ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chine de 150 chevaux a été établie par MM. Farcot, dont les ateliers de construction ont produit tant de belles et excellentes machines; elle élève un demi-mètre par seconde ou 43000 mètres cubes par jour de l'eau du grand collecteur, et la fait déverser sur la rive gauche de la Seine, en passant par le pont de Clichy qui a été reconstruit. Un système spécial de pompes centrifuges doubles, à faible vitesse de rotation, enlève sans difficulté, avec l'eau des égouts, les impuretés de toute nature qu'elle charrie, sans aucune grille ou autre appareil de retenue. L'effet de ces dispositions a fourni à l'arrosage, dès le 1er janvier de cette année, la sixième partie des eaux des collecteurs, c'est-à-dire ce qui correspond aux eaux d'égouts d'une ville de 300 000 âmes, abondamment pourvue de fontaines et de moyens d'arrosage.

Les travaux du service municipal sont maintenant appliqués surtout à développer les canaux de distribution qui conduisent les eaux dans les diverses parties de la plaine et les mettent à portée de plusieurs centaines d'hectares de terrain. Elles sont partout les bienvenues, et leur emploi est assuré pour tous les terrains qu'elles pourront atteindre. Si l'absorption a été portée, d'abord, à 100 000 mètres cubes par hectare à cause de la perméabilité excessive du terrain, il convient de revenir au chiffre normal de 50 000 mètres par hectare, qui avait été prévu et qui convient à une culture aisée. Ces travaux de distribution sont actuellement en cours d'exécution et seront bientôt terminés. Leur extension est indispensable pour assurer l'emploi des eaux, et on ne pourra mettre à Clichy d'autres machines du type de celle qui fonctionne actuellement, pour élever la totalité des eaux d'égouts et en débarrasser complétement le cours de la Seine, que lorsqu'on sera assuré de pouvoir distribuer ces eaux à tous ceux qui doivent les employer en irrigations.

L'effet produit est remarquable. Comme clarification des eaux, on ne retrouve plus, dans les eaux qui s'écoulent des terrains arrosés, qu'une à deux parties d'azote au lieu de quarante-quatre. Comme résultat agricole, on voit la culture maraîchère s'étendre d'une manière continue avec l'arrosage, et repousser devant elle la culture rurale qui était très-peu productive dans un terrain pauvre et sablonneux. Les choux, les asperges, les artichauts, les cardons, la betterave, la salade réussissent spécialement, et la vente s'en fait très-facilement à la halle, dans les marchés des environs, aux casernes et aux hôpitaux. Les cultures spéciales, telles que la menthe poivrée pour la parfumerie, les fleurs, les arbres fruitiers, se sont aussi développés sur ces terrains. Le produit brut, à l'hectare, a varié de 1 500 à 3000 francs dans les cultures en plein champ, et, dans les petites parcelles, moyennant une main-d'œuvre plus soignée et continue, il a été porté à 4 000 et à 7 000 francs.

M. Durand-Claye montre à l'assemblée des spécimens de ces cultures qui ont été apportés pour cette conférence : ce sont des légumes, choux, artichauts, salades, carottes, etc., très-beaux; des plantes de parfumerie cultivées en plein champ par M. Chardin-Hadancourt, des cerises et d'autres fruits d'un grand éclat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'emploi des eaux d'égout de la ville de Paris sur la plaine de Gennevilliers, qui a 2 000 hectares de terrains sablonneux, est donc assuré ; maintenant il n'y a, pour le réaliser, qu'à étendre les rigoles d'arrosage sur la moitié de l'espace utilisable ou environ 1 000 hectares. Tout ce qui s'est passé jusqu'à ce jour montre que l'absorption des eaux sera toujours suffisante pour consommer les eaux, dans le vaste champ que cette plaine offre à l'horticulture ; mais si, par impossible, cet espace ne suffisait pas, on pourrait étendre ces canaux sur le territoire de Chatou, où on trouverait 4 000 hectares à arroser, et plus loin, en aval, sur des surfaces bien plus considérables encore.

La ville de Paris n'a pas été seule à poursuivre l'utile et intéressante solution de ce difficile problème. Les autres capitales sont dans des conditions analogues et se livrent, depuis longtemps, à des recherches du même genre. On a cité les succès obtenus à Milan, à Valence, à Édimbourg. L'Angleterre a été une des contrées où cette question a été le plus activement étudiée. La ville de Londres s'est débarrassée de ses eaux en les jetant à la mer, à marée haute. Elle a laissé l'industrie privée faire l'étude de l'utilisation agricole de ces eaux, et malheureusement, jusqu'à ce jour, la spéculation s'est plus occupée de cette question que l'industrie pratique, féconde en applications. Cependant d'autres villes en Angleterre ont fait un bon emploi agricole de leurs eaux de vidange. Leur nombre est, en ce moment, de quarante-quatre, ayant une population moyenne de 12 500 habitants. En Russie, en Allemagne, en Belgique, les grandes villes, après divers essais, paraissent revenir à l'emploi des irrigations, et tout porte à penser que ce sera, en définitive, la solution pratique la plus sûre et la meilleure de l'assainissement extérieur des matières rejetées par les grandes villes.

M. le *Président* remercie M. *Durand-Claye* de l'excellente conférence qu'il vient de faire à la Société sur l'importante question de l'assainissement des eaux d'égout, qui préoccupe, depuis près de dix ans, l'administration municipale de Paris. Il trouve, dans les détails pleins d'intérêt qui viennent d'être exposés, des motifs d'écarter toute espèce de doute sur la réussite complète de l'entreprise dans laquelle la ville de Paris est engagée, et il a toute confiance de voir des résultats rémunérateurs la couvrir des avances qu'elle a faites avec tant de résolution et de bonne volonté.

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

73e année. Troisième série, tome I. Novembre 1874.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

MÉCANIQUE AGRICOLE.

RAPPORT *fait par* M. DAILLY, *au nom du comité d'agriculture, sur un* APPAREIL POUR LE NETTOYAGE, LE TRIAGE ET L'APLATISSEMENT DES GRAINS EN GÉNÉRAL ET SPÉCIALEMENT DE L'AVOINE, *présenté par* M. Alexandre DOBELLE, *entrepreneur de transports, à Amiens (Somme).*

Messieurs, on avait cru, il y a une vingtaine d'années, qu'il devait y avoir, pour les chevaux, grand avantage à recevoir leur avoine moulue ou concassée; on avait pensé que l'on arriverait ainsi à faire cesser, pour eux, la déperdition d'une partie de la nourriture qui est employée à leur alimentation. On supposait, en voyant dans les crottins des chevaux un certain nombre de grains d'avoine paraissant encore intacts, qu'une quantité notable de l'avoine qui était donnée sans préparation aux chevaux échappait à l'action de la digestion. De nombreux appareils concasseurs ont été, à cette époque, fabriqués en Angleterre et en France.

Cette question pouvait avoir une grande importance pour des entreprises telles que la Compagnie générale des omnibus de Paris, qui ont à entretenir un très-grand nombre de chevaux.

La ration journalière des chevaux de la Compagnie générale des omnibus s'est élevée, en 1872, à 7k,813 d'avoine par tête de cheval; elle représente,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au prix de 21 fr. 50 les 100 kilog., auquel l'avoine est revenue en moyenne, par an, à la Compagnie générale des omnibus, de 1863 à 1872, une dépense journalière de 1 fr. 68 par jour et par cheval, soit pour un effectif de 9 000 chevaux, effectif qui a été souvent dépassé pour la Compagnie générale des omnibus, une dépense de 15 120 fr. par jour, ou de 5 518 800 fr. par an.

Une réduction de 1 pour 100 seulement sur la quantité d'avoine à donner aux chevaux aurait produit à la Compagnie générale des omnibus, on le voit, une économie, par an, considérable.

L'importance de cette question n'échappa pas à des hommes aussi expérimentés et aussi habiles que ceux qui avaient, à cette époque, à diriger la cavalerie de la Compagnie générale des omnibus; elle fut étudiée, avec le plus grand soin, par M. Aristide Moreau-Chaslon, qui était alors président de la Compagnie, par M. Meuron, administrateur chargé de la direction de la cavalerie, et par M. Riquet, sous-directeur de la cavalerie.

Il résulta des expériences qui furent entreprises sous les yeux de ces Messieurs qu'il n'était pas nécessaire de donner à de jeunes chevaux de l'avoine moulue ou concassée pour la voir bien digérée par eux, et qu'il pouvait y avoir avantage à recourir à cette préparation de l'avoine, au cas seulement où l'on avait à nourrir de vieux chevaux dont les dents étaient usées et qui pouvaient ainsi, difficilement, arriver à bien broyer leur avoine.

On remarqua, en mettant en comparaison des chevaux recevant de l'avoine moulue ou concassée, et des chevaux nourris avec de l'avoine non préparée, que les premiers étaient bien plus disposés que les seconds à entrer en transpiration, lorsqu'ils étaient soumis, les uns et les autres, au même travail.

La Compagnie générale des omnibus crut pouvoir conclure de ses expériences qu'elle n'avait point, pour les chevaux dont elle se servait, des avantages à attendre du concassage de l'avoine, et qu'elle aurait plutôt à en redouter des inconvénients. Elle jugea, par suite, n'avoir rien à changer à ses anciens modes de distribution d'avoine.

Il n'était plus guère question du concassage de l'avoine, lorsque M. Dobelle (Alexandre), entrepreneur de transports, à Amiens, pensa qu'il aurait grand avantage à se servir de machines pour opérer le nettoyage des avoines, plutôt que d'avoir recours aux procédés à bras ordinaires.

On sait, en effet, que pour nettoyer l'avoine on la soumet, en général,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans les greniers, à de simples pelletages et à un passage sur le crible allemand, et que, de plus, on la secoue dans l'écurie en l'agitant dans les vannettes au moment de la distribution.

M. Dobelle reconnut qu'en nettoyant mécaniquement les avoines il pouvait facilement les classer en grains de diverses grosseurs et aplatir ensuite ces grains très-uniformément en les faisant passer entre des laminoirs formés de deux cylindres, dont les écartements correspondaient aux grosseurs les plus ordinaires des grains d'avoine.

M. Dobelle est, à Amiens, propriétaire de magasins reliés au chemin de fer du Nord, servant pour entrepôts ; il a, dans cette ville, d'importants transports à exécuter ; il fournit des chevaux à la Compagnie du chemin de fer du Nord. Il a à entretenir, chaque jour, pour ses transports, dans ses écuries, 40 chevaux environ.

M. Dobelle dit faire avec grand avantage, depuis plus de sept ans, usage d'avoine préparée par ses appareils pour la nourriture de ses propres chevaux, et il apporte la preuve qu'il a à répondre à des demandes importantes d'avoine ainsi préparée qui lui sont faites par des propriétaires de chevaux habitant Amiens ou des villes voisines, lesquels ont été frappés du bon état de ses attelages.

M. Dobelle pense que l'aplatissement est loin de produire sur l'avoine les mêmes effets que le concassage. Suivant lui, l'avoine simplement aplatie ne dispense pas le cheval de la mastication ; l'animal a, pour achever de broyer l'avoine qui lui est ainsi distribuée, besoin de faire encore des efforts de mastication donnant lieu à une production de salive qui se trouve être en quantité suffisante pour assurer une bonne digestion de l'avoine reçue par lui.

M. Dobelle fait payer l'avoine nettoyée et aplatie qui lui est demandée de 1 fr. 25 à 1 fr. 50 les 100 kilog. de plus que l'avoine ordinaire. Cette élévation de prix est parfaitement acceptée par toutes les personnes qui s'adressent à lui.

L'importance de ses chiffres de ventes d'avoines sortant de ses appareils a été :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MOIS.	EN KILOGRAMMES.		EN ARGENT.	
	1872.	1873.	1872.	1873.
Janvier.	13,317	19,453	2343,65	3754,55
Février.	13,721	20,694	2413,75	4026,95
Mars.	16,894	24,011	3032,10	4717,35
Avril.	15,145	29,994	2643,50	5623,80
Mai.	16,978	40,262	2811,50	8514,20
Juin.	15,939	43,879	2893,25	10383,15
Juillet.	17,678	47,567	3270,45	10485,30
Août.	17,746	59,965	3141,05	13506,25
Septembre.	19,493	63,914	3489,40	15415,85
Octobre.	19,726	61,963	3718,20	14027,20
Novembre.	18,626	76,331	3594,90	17263,60
Décembre.	18,837	107,591	3633,55	25296,30
	204,100	595,624	36985,30	133014,50
Totaux.	799,724		169999,80	

M. Dobelle estime la dépense qu'il a à faire pour le nettoyage et l'aplatissement de l'avoine à 0 fr. 64 par 100 kilog. d'avoine brute. Cette dépense peut s'établir ainsi :

	Fr.
1° Déchet, 2 pour 100 sur avoine brute estimée 22 fr. les 100 kilog.	0,44
2° Main-d'œuvre et usure machine pour aplatissement et nettoyage avoine. . .	0,20
Total.	0,64
pour 98 kilog. avoine aplatie, soit.	0,65
pour 100 kilog. d'avoine brute.	

Si l'on veut comparer cette dépense à celles qui résultent des procédés de nettoyage d'avoine généralement adoptés, on voit que, suivant les tarifs des magasins Trotrot, situés à Paris, 13, rue Tanger, il est perçu dans ce vaste établissement, qui a été autorisé, par décret du 14 mars 1860, à recevoir en entrepôt des grains et autres matières premières, par 100 kilog. d'avoine entrant en magasin :

	Fr.	
1° Pour tarardage.	0,25	les 100 kilog.
2° Pour criblage.	0,15	—
3° Pour pelletage.	0,04	—

J'ai reconnu, dans des expériences que j'ai fait exécuter dans mes propres magasins,

Qu'un homme pouvait, par heure, faire passer sur le crible allemand

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

500 kilog. d'avoine, et qu'un homme pouvait arriver à en remuer à la pelle, par heure, 2 700 kilog. ; en comptant l'heure de l'homme à 40 cent., le criblage me revient ainsi chez moi, comme main-d'œuvre, à 0 fr. 08 par 100 kilog. d'avoine brute, et le pelletage à 0 fr. 015 les 100 kilog.

Notre collègue, M. Bella, administrateur de la Compagnie générale des omnibus, chargé de la direction des fermes et ateliers de la Compagnie, a entrepris, avec M. Émile Velter, ancien élève de l'École centrale des arts et manufactures, des expériences ayant pour objet de reconnaître les procédés pouvant être le plus avantageusement employés pour la conservation des avoines. Il résulte des expériences faites par ces Messieurs que, lorsqu'on remue à la pelle ou que l'on fait passer sur le crible les avoines pour les conserver, on a toujours à constater un déchet assez important, et que, dans les poussières qui se produisent à la suite de ces manutentions, on ne trouve pas seulement des matières terreuses, mais aussi des parties constitutives du grain, détachées par l'usure résultant des frottements que l'on a fait ainsi subir à l'avoine.

Il est bon, au moment où on doit faire emploi de l'avoine, de la nettoyer pour la débarrasser des matières terreuses qui peuvent l'accompagner, on rend ainsi sa digestion plus facile ; mais il serait fâcheux, d'après les expériences de MM. Bella et Velter, de répéter trop souvent les nettoyages, et on doit, pour la conservation des avoines, chercher surtout à avoir recours à l'emmagasinage dans des vases en tôle fermés hermétiquement, qui peuvent être placés dans des maçonneries construites en terre, suivant les procédés indiqués par M. Doyen, ou qui peuvent être posés partie en terre et partie sous des hangars, ainsi que M. Bella les a fait établir dans le dépôt de la Compagnie générale des omnibus, situé à Paris, rue Monge, 45.

M. Dobelle décrit lui-même, de la manière suivante, l'appareil dont il se sert pour le nettoyage et l'aplatissement de l'avoine :

L'avoine versée dans une trémie arrive dans le bas d'une chaîne à godets au moyen d'un distributeur dont le but est d'empêcher les engorgements.

La chaîne à godets élévatrice monte le grain et le déverse dans une rigole inclinée et à fourche, qui le distribue également dans des trieurs nettoyeurs dont le nombre peut être augmenté suivant les besoins

Ces cylindres nettoyeurs-diviseurs présentent chacun huit cribles ou un plus grand nombre, dont les numéros vont en augmentant vers le bas, et que l'on peut changer, à volonté, selon la nature du grain à traiter.

Cette disposition permet d'envoyer dans des trémies séparées la folle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poussière qui a passé au haut du crible, les grains plus petits que l'avoine ou grenaille, l'avoine moyenne, la grosse avoine et les gros émottages qui n'ont pas passé par les cribles.

Quand elle a été ainsi débarrassée des corps étrangers, l'avoine est livrée à des cylindres aplatisseurs, appropriés respectivement à chaque grosseur de grains d'avoine; l'avoine moyenne passe par une trémie et la grosse par une autre trémie, pour aller se mélanger, par un conduit, dans la chaîne à godets élévatrice qui amène l'avoine aplatie et mélangée à un aspirateur nettoyeur. C'est là qu'elle subit son dernier traitement, qui consiste à lui enlever les grains légers et la poussière adhérente à l'écorce que le passage, dans les aplatisseurs, a dégagée. De grandes trémies reçoivent l'avoine complétement traitée; au bas de ces trémies sont disposées des bagues à levier qui servent à l'ensachement de l'avoine. Les poussières dernières sortent dans une chambre postérieure ménagée à cet effet.

L'appareil de M. Dobelle peut nettoyer et aplatir par jour, en 10 heures de travail, 15 000 kilog. d'avoine. Il nécessite l'emploi d'une machine à vapeur de la force de 6 chevaux. M. Dobelle a dépensé plus de 50 000 fr. pour l'établir, par suite de difficultés et de tâtonnements auxquels ont donné lieu, pour lui, ses premiers essais. Il pense qu'il pourrait arriver à pouvoir, aujourd'hui, le faire construire pour 20 000 francs.

Votre comité d'agriculture a pensé qu'il ne pouvait pas, sans avoir pris part à des expériences nombreuses qui demanderaient beaucoup de temps et qui devraient être fort difficiles à suivre, se prononcer sur la question de savoir si le système de nettoyage et d'aplatissement des avoines de M. Dobelle présente tous les avantages que lui attribue ce dernier; mais il a jugé qu'il y avait lieu de proposer à la Société de remercier M. Dobelle de sa communication, et de faire connaître au public les appareils dont se sert cet habile entrepreneur de transports d'Amiens pour préparer la nourriture des chevaux appartenant tant à lui-même qu'à plus de trois cents personnes se trouvant dans son voisinage, en insérant au *Bulletin*, avec le présent rapport, les dessins qui y sont annexés.

Signé AD. DAILLY, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 9 janvier 1874.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

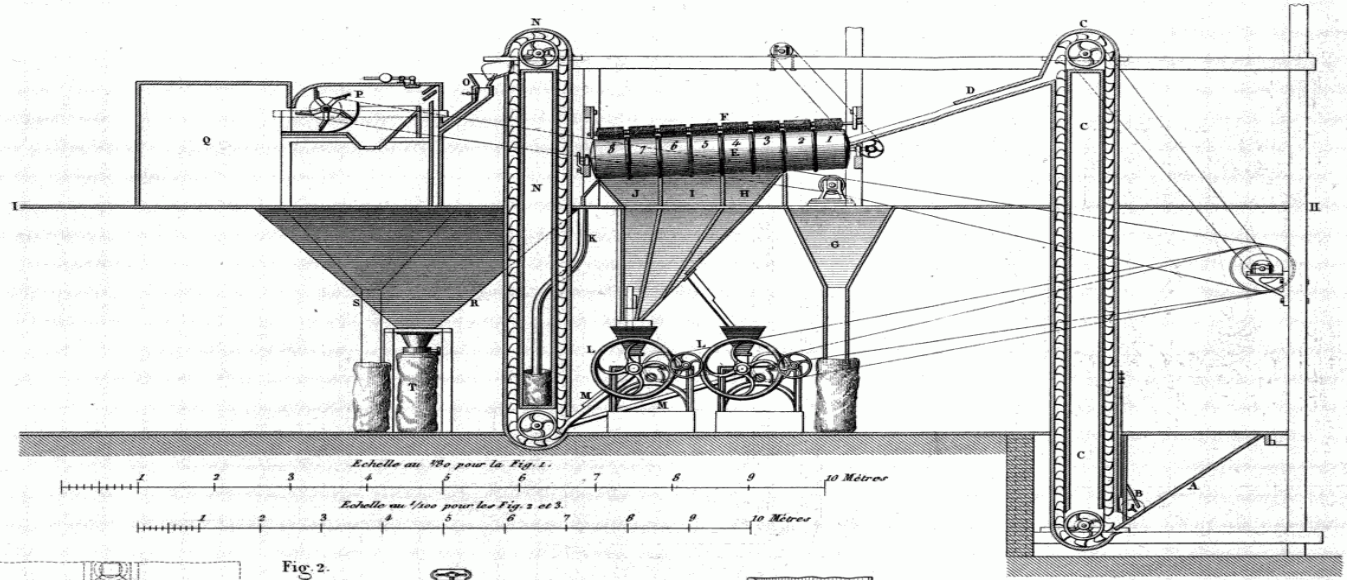


Fig. 2.

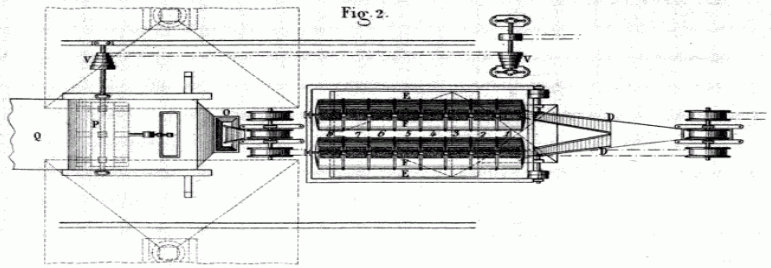
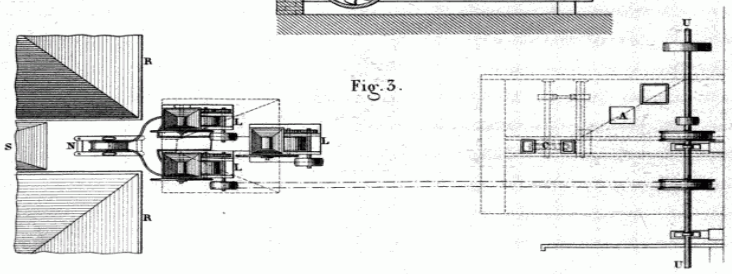


Fig. 3.



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38. Paris. Ad. Leblanc, del. et sc.

APPAREIL POUR LE NETTOYAGE, LE TRIAGE ET L'APLATISSEMENT DE L'AVOINE, PAR M. A. DOBELLE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 18 REPRÉSENTANT L'APPAREIL A NETTOYER, TRIER ET APLATIR L'AVOINE DE M. A. DOBELLE.

Fig. 1. Section longitudinale.

Fig. 2. Section horizontale partielle prise au niveau de l'étage suivant la ligne I, II.

Fig. 3. Plan partiel au rez-de-chaussée.

A (fig. 1), trémie recevant l'avoine brute; son installation en contre-bas du sol facilite le versement des sacs, qui s'opère par une ouverture de 50 centimètres carrés; le remplissage peut également se faire au moyen d'un petit waggon qu'on amène au-dessus de cette ouverture. La capacité de la trémie est d'environ 1 500 kilog., ce qui permet de n'alimenter que toutes les heures.

B, distributeur commandé par la chaîne à godets C, et permettant à l'avoine de passer par un orifice s'ouvrant à volonté; une palette en fer en ferme l'ouverture et une vis sans fin en règle la marche de manière à éviter les engorgements.

C, chaîne à godets prenant l'avoine au distributeur B et l'amenant aux conduits D, D (fig. 1 et 2).

D, D, conduits versant l'avoine dans les cylindres trieurs-nettoyeurs E, E.

E, E, cylindres trieurs-nettoyeurs, composés chacun de huit cribles dont les numéros vont en augmentant successivement à partir des conduits D, D. Les numéros 1 et 2 laissent passer la poussière et la grenaille; les numéros 3 et 4, la petite avoine; les numéros 5 et 6, l'avoine de moyenne grosseur; enfin les numéros 7 et 8, la grosse avoine.

F, brosses en chiendent très-flexible pour le nettoyage des cylindres E.

G, trémie correspondant aux numéros 1 et 2 des cylindres.

H, deuxième trémie pour les numéros 3 et 4.

I, troisième trémie pour les numéros 5 et 6.

J, quatrième trémie pour les numéros 7 et 8.

K, conduit emmenant les gros émottages qui n'ont passé au travers d'aucun des cribles.

L, cylindres aplatisseurs de l'avoine, alimentés par les trémies H, I, J; leur action consiste à presser fortement le grain, de manière à fendiller son écorce et à en détacher la poussière adhérente dont un aspirateur va le dépouiller.

M, M, conduits recevant les avoines de toute grosseur sortant des aplatisseurs, et les livrant mélangées à la chaîne à godets N.

N, seconde chaîne à godets élevant l'avoine et l'amenant, au moyen du conduit O, dans l'aspirateur-nettoyeur P.

P, aspirateur-nettoyeur américain, dont l'action consiste à débarrasser l'avoine de la poussière qui s'est détachée de l'écorce sous l'action des cylindres L.

Q, chambre recevant la poussière enlevée par l'aspirateur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

R, R, grandes trémies recevant le gros grain.
S, trémie intermédiaire recevant le grain plus léger enlevé par l'aspirateur.
T, ensachement de l'avoine.
U (fig. 3), arbre de couche pour les transmissions de la machine à vapeur.
V (fig. 2), transmission pour l'aspirateur.

(M.)

ARTS PHYSIQUES.

RAPPORT *fait par* M. LE COMTE DU MONCEL, *au nom du comité des arts économiques, sur le* BRIQUET ÉLECTRO-CATALYTIQUE *de* MM. VOISIN *et* DRONIER, *rue Saint-Fargeau*, 41, *à Paris.*

Messieurs, la propriété que possède le platine laminé, ou à l'état spongieux, d'enflammer un jet de gaz hydrogène, est connue depuis longtemps, et l'on sait également que la chaleur augmente beaucoup cette faculté. C'est sur ce principe qu'on a construit ces appareils intéressants, auxquels on a donné les noms de *briquet à gaz hydrogène* et *lampe sans flamme de Davy*, et ceux qui ont assisté à des cours de chimie doivent évidemment se rappeler cette expérience intéressante, qui consiste à maintenir au rouge une spirale de platine après l'extinction de la lampe à alcool qui a servi à l'élever à cette température. Ce dernier effet, sur lequel nous devrons attirer particulièrement l'attention, parce qu'il est la base de l'appareil de MM. Voisin et Dronier, provient de ce que, sous l'influence de la propriété catalytique du platine surexcitée par l'échauffement, les vapeurs combustibles émanées de la lampe continuent à s'enflammer au contact du métal, et entretiennent, par conséquent, celui-ci à la même température que si la lampe était restée allumée.

On peut s'en convaincre en plongeant une spirale, portée au rouge, dans un récipient fermé contenant un peu d'éther; tant qu'il se développe, dans le récipient, des vapeurs combustibles, la spirale reste rouge.

On remarquera que, dans ces différentes expériences, la spirale chauffée ne se maintient qu'à la température voisine du rouge sombre; or cette température ne suffirait pas pour allumer un corps solide. Mais, si on fait intervenir l'action électrique, il n'en est plus de même; et, dans certaines conditions qui ont été étudiées avec soin par MM. Voisin et Dronier, on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut faire en sorte que l'effet catalytique se trouve renforcé au point d'allumer la mèche d'une lampe à essence de pétrole.

Pour qu'on puisse comprendre les effets qui sont produits dans cette circonstance, il faut se rappeler d'abord que, quand un courant électrique passe d'un conducteur de grande section et de bonne conductibilité à un conducteur de faible section et de moindre conductibilité, il se produit, aux points de jonction de ces conducteurs, des variations dans la tension électrique qui, en forçant le flux électrique de passer avec la même intensité et dans le même temps à travers le mauvais conducteur, lequel constitue alors comme une sorte d'étranglement, lui font développer une plus grande quantité de chaleur.

En second lieu, il faut considérer que, d'après la loi de Joule, le maximum de l'effet calorifique ne se produit que quand la résistance du circuit extérieur où se développe la chaleur est égale à celle du générateur électrique, y compris les parties du circuit directement en rapport avec lui.

Enfin, en troisième lieu, on devra se rappeler que les métaux perdent de leur conductibilité par l'échauffement.

Il résulte de ces trois principes que, si on dispose, entre les deux pôles d'une pile convenable, la spirale de platine dont il a été question dans les expériences précédentes, et dont la résistance sera moindre que celle de la pile, cette spirale, en s'échauffant sous l'influence du passage du courant, pourra déterminer trois actions successives :

1° Un accroissement de sa température par l'augmentation de sa résistance ;

2° Un effet catalytique sur les vapeurs combustibles qui enveloppent sa surface ;

3° Une nouvelle augmentation de sa résistance par suite de cet effet catalytique.

Or, si la résistance de la spirale de platine est combinée de manière qu'à la température du rouge blanc elle représente la résistance de la pile, l'effet calorifique maximum sera obtenu, et on pourra observer que la spirale, qui, sans l'action des émanations gazeuses, rougirait à peine, atteindra le rouge blanc quand l'effet catalytique se produira, et on pourra, dès lors, enflammer un corps solide imprégné de ces vapeurs.

Tel est le principe de l'appareil que MM. Voisin et Dronier ont présenté à la Société, et qui peut être appliqué dans une foule d'autres cas, puisqu'il permet d'augmenter, pour ainsi dire, sans dépenses les effets calorifiques des courants électriques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le briquet électro-catalytique, tel qu'il a été présenté à la Société par MM. Voisin et Dronier, mais dont la forme peut être variée de bien des manières, se compose d'une petite boîte dans laquelle est enfermé un élément de pile à bichromate de potasse de petite dimension, et qui porte sur le côté, à sa partie antérieure, deux tiges de cuivre réunies par la spirale de platine qui doit produire l'effet catalytique.

Cette spirale est constituée par un fil de platine très-fin, laminé dans sa partie moyenne et d'une très-grande minceur. La longueur de cette spirale ainsi que sa résistance doivent être, ainsi que nous l'avons vu, calculées et même expérimentées; car, lorsqu'elle est trop courte ou trop longue, aucun effet n'est produit.

Il faut aussi qu'elle présente le plus de surface possible.

Devant cette spirale et très-près d'elle, mais sans être cependant en contact, est placée la mèche d'une petite lampe à essence de pétrole, et la pile est disposée de manière que le zinc adapté à une sorte de piston élastique, à la partie supérieure de la boîte, puisse plonger dans le liquide excitateur aussitôt qu'on appuie sur le piston avec le doigt.

Il n'est pas, du reste, besoin d'une immersion considérable du zinc pour déterminer l'action électrique nécessaire, car, en immergeant moins d'un demi-centimètre carré de ce métal, la spirale atteint instantanément la température du rouge blanc et allume la lampe.

Le liquide de la pile peut, d'ailleurs, servir assez longtemps, car, d'après MM. Voisin et Dronier, on pourrait faire 500 allumages sans le renouveler. Malheureusement l'appareil est quelquefois capricieux.

Si on fait entrer en ligne de compte le prix de ce liquide, on reconnaît que le briquet électro-catalytique réaliserait, s'il était pratique, sur les allumettes chimiques aujourd'hui en usage, une économie dans le rapport de 13 à 1.

La charge de la pile ne présente, d'ailleurs, aucune difficulté, puisque le liquide excitateur se confectionne au moyen du sel au bichromate fabriqué par les mêmes inventeurs et qu'il suffit de faire dissoudre dans de l'eau pure. Afin d'éviter les pesées, MM. Voisin et Dronier disposent ce sel en pastilles dans des boîtes; de sorte qu'après avoir mis de l'eau dans la pile, à une hauteur marquée, il suffit d'y plonger une de ces pastilles pour obtenir la charge de la pile dans les meilleures conditions possibles.

Comme je l'ai déjà dit, ce système de renforcement de l'action calorifique des courants peut recevoir des applications nombreuses. Parmi ces applica-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions, on peut citer celle qu'on peut en faire au moteur électro-calorifique de Lenoir et aux torpilles sous-marines; il serait peut-être même possible de l'appliquer aux fusées de mine et à l'allumage des becs de gaz.

Il est probable que les auteurs de cette invention n'en resteront pas là; toujours est-il que les résultats obtenus, dès maintenant, par eux ont paru à la commission dignes du plus grand intérêt; et, en conséquence, elle vous prie de décider, Messieurs, que des remercîments soient adressés à MM. Voisin et Dronier pour leur intéressante communication, et d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin*.

Signé TH. DU MONCEL, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 26 *juin* 1874.

EXPOSITION DE VIENNE.

L'INDUSTRIE MINÉRALE A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE VIENNE EN 1873, PAR M. GRUNER, MEMBRE DU JURY INTERNATIONAL.

Lorsqu'on compare, au point de vue minier, l'Exposition de 1873 à celle de 1867, on est moins frappé par la nouveauté des procédés et des produits que par le prodigieux développement de l'industrie minérale dans toutes ses branches.

On a peu inventé, mais on a largement appliqué les inventions antérieures, perfectionné les procédés usuels, mieux exploré les gîtes connus.

Dans le domaine des mines, on ne peut guère citer, comme fait nouveau, que la découverte du riche dépôt diamantifère des rives de l'Orange dans le sud de l'Afrique, et la constatation d'amas énormes de sel gemme dans les vastes plaines du nord de l'Allemagne. Mais il faut signaler l'accroissement général de la production houillère, qui s'élève aujourd'hui, pour le monde entier, à 250 millions de tonnes; la transformation graduelle de l'industrie du fer, qui a fourni, l'année dernière, plus de 14 millions de tonnes de fonte et plus d'un million de tonnes d'acier ou de fer homogène fondus; l'utilisation toujours plus générale des huiles minérales; l'activité fiévreuse des mineurs américains dans le *far-west*, celle des Anglais en Australie et dans la Nouvelle-Zélande; enfin, la grande extension donnée à l'exploitation des sels de potasse en Allemagne et des phosphorites en divers pays.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au point de vue des appareils miniers et des procédés d'extraction, il convient de mentionner : l'application plus générale du fonçage des puits à niveau plein ; les perforateurs mécaniques à air comprimé ; l'emploi de la dynamite au lieu de poudre ; les grands ventilateurs pour l'aérage des mines, ceux de M. Guibal en particulier ; les machines pour le lavage de la houille, le roulage des matières abattues, l'épuration des combustibles pierreux, etc.

Dans les usines à fer, il faut surtout signaler : l'agrandissement progressif des hauts fourneaux ; le soufflage à l'air surchauffé ; l'adoption plus générale des procédés Bessemer et Martin, grâce auxquels la production de l'acier et du fer doux fondus dépasse déjà un million de tonnes ; l'établissement d'appareils mécaniques, de plus en plus puissants, pour le travail des grosses pièces, et celui de presses ou de marteaux à matrices pour la fabrication d'objets variés de moindres dimensions et de formes plus compliquées ; dans les fonderies en particulier, le développement du moulage mécanique et la substitution de l'acier fondu à la fonte, lorsqu'il s'agit de pièces devant offrir une très-forte résistance.

Dans le traitement des autres métaux, on peut faire remarquer la tendance qui consiste à substituer partout des méthodes rationnelles aux anciens procédés purement empiriques, et à tirer parti des produits accessoires autrefois négligés. C'est ainsi que l'utilisation de l'acide sulfureux, provenant du grillage des mattes et des minerais pyriteux, est aujourd'hui générale ; au lieu d'un produit délétère qui gêne, on obtient de l'acide sulfurique, et parfois aussi de l'acide arsénieux, qui tous deux se placent à des prix relativement élevés. C'est ainsi aussi que, par l'association raisonnée des procédés de la voie ignée et de la voie humide, on est arrivé à mieux affiner le plomb, le nickel, le cobalt, à perfectionner le traitement des minerais d'argent et d'or, à préparer certains métaux rares, autrefois perdus, tels que le tungstène, l'urane, le bismuth, etc.

Dans ce vaste domaine de l'industrie minière, deux faits économiques importants ont spécialement attiré, dans ces derniers temps, l'attention des hommes d'État : la hausse extraordinaire du prix de la houille et le renchérissement du fer. On s'est demandé si le combustible allait déjà manquer à notre vieille Europe, et si le fer, dont la valeur avait graduellement baissé depuis trente années, suivrait désormais une marche inverse. A cette double question, l'Exposition de Vienne ne pouvait donner une réponse catégorique ; mais, du moins, elle a réuni quelques documents qui en facilitent l'étude et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la solution; par ce motif je m'occuperai spécialement, dans ce rapport, de ces deux produits principaux de l'industrie minière, la houille et le fer.

I. Combustibles minéraux.

De toutes les matières minérales, la houille est la plus importante à tous les points de vue. Non-seulement l'industrie moderne, avec ses chemins de fer, ses navires à vapeur, ses machines si variées, ses grandes usines, ne saurait se concevoir, privée de houille; mais son importance relative ressort même de ce simple fait que la valeur des combustibles minéraux annuellement livrés à la consommation dépasse de beaucoup celle de l'ensemble des minerais proprement dits.

En Angleterre, d'après les travaux du *Geological Survey*, la valeur totale de la houille extraite était déjà, en 1858, comptée sur les mines mêmes, de 407 millions de francs, lorsque celle des minerais ne s'élevait pas au delà de 150 millions; aujourd'hui, la production de la houille est doublée. En 1871, elle fut, dans le Royaume-Uni, de 117 millions de tonnes, valant 890 millions, tandis que le prix de tous les minerais réunis, y compris même le sel marin, les phosphorites, les argiles réfractaires, etc., n'a pas dépassé 310 millions.

En Prusse, en 1871, on trouve pour la houille et les lignites, un poids de 33 millions de tonnes, valant sur les mines 254 millions 1/2, tandis que les minerais proprement dits, avec le sel et les ardoises, ne montent qu'à 69 millions 1/2, soit moins du tiers.

L'Allemagne entière a produit, en 1870, pour 232 millions de combustibles, contre 90 millions de matières minérales diverses.

En France, en 1869 (dernier rapport officiel), la production des combustibles minéraux s'élevait à 13 millions 1/2 de tonnes, d'une valeur de 156 490 000 de francs, tandis que les autres matières minérales, y compris le sel marin, les argiles réfractaires, les ardoises, n'ont pas produit plus de 50 millions, c'est-à-dire un tiers à peine, comme en Prusse.

Pour 1872, comme nous le verrons bientôt, la production houillère du monde entier peut être estimée à 250 millions de tonnes, ce qui, au prix moyen fort bas de 10 francs la tonne, correspond à une somme totale de 2 milliards et demi, tandis qu'on ne peut guère porter la valeur de tous les minerais, annuellement extraits, à plus de 1 600 millions.

Voici les éléments de cette somme :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Minerais d'or.	620	millions.
— d'argent.	180	
— de platine.	2	
— de fer.	350	
— de cuivre.	175	
— de plomb.	77	
— de zinc.	35	
— de mercure.	16	
— d'étain.	80	
— de manganèse.	3	
Pyrites de fer, environ.	20	
Soufre.	30	
Antimoine, cobalt, nickel, etc., au plus.	12	
TOTAL.	1,600	millions (1).

Ainsi, même en tenant compte des pays dont la production minérale consiste uniquement en métaux précieux, comme la Californie, le Mexique, l'Australie, la Nouvelle-Zélande, etc., on arrive, pour l'ensemble de tous les minerais extraits, à une somme peu supérieure à celle de la moitié de la valeur de la houille. Par suite, les questions relatives à la production houillère priment les autres à tous les points de vue. Si la houille venait à manquer, les métaux les plus utiles, le fer, le cuivre, le zinc manqueraient en même temps. Avec la rareté actuelle des bois, leur production serait impossible. On conçoit, sans peine, d'après cela, que la hausse si prodigieuse qu'a subie la houille, en 1872 et au commencement de 1873, ait préoccupé les hommes d'État et provoqué, en divers pays, des enquêtes sérieuses, sur l'avenir des bassins houillers et le développement progressif de l'industrie charbonnière.

Les chiffres que j'ai déjà cités prouvent qu'en Angleterre la production de la houille a presque doublé dans l'espace de quinze années. Elle est montée, de 65 millions de tonnes en 1858, à 117 millions en 1871, à 123 millions en 1872, et bien certainement ne sera pas fort éloignée de 130 millions en 1873. De même, si l'on compare 1831 à 1871, on constate, pour ces quarante années, un accroissement mesuré par le rapport de 1 à 6, soit 20 millions de tonnes contre 117.

Si cette progression ascendante devait se maintenir, on arriverait, vers

(1) Ces chiffres représentent la valeur des minerais sur les *mines*, après simple préparation mécanique, mais sans fusion, ni autre traitement métallurgique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'an 1910 ou 1915, au chiffre exorbitant de 6 à 700 millions de tonnes. Beaucoup de personnes en ont conclu qu'à ce compte les bassins houillers du Royaume-Uni pourraient fort bien être épuisés avant la fin du siècle prochain; et l'on se demande ce que l'Angleterre, ce que l'Europe deviendraient alors!

Cette crainte d'un épuisement aussi prochain des riches dépôts houillers anglais ne serait, en effet, nullement chimérique, si la production pouvait réellement se développer indéfiniment suivant cette progression géométrique d'une production doublée tous les quinze à seize ans. Mais c'est là précisément ce qui est impossible. On oublie que la main-d'œuvre, cet élément essentiel de toute industrie extractive, est forcément limitée par la nature même des choses.

En Angleterre, d'après le rapport de la commission chargée de l'enquête parlementaire, close en juillet 1873, le poids de houille produit par homme et par année fut,

En 1864 de.	309	tonnes.
1866.	314	
1868.	302	
1870.	321	
1871.	317	
1872.	299	

En Prusse, on trouve, pour le même travail annuel de chaque ouvrier mineur, c'est-à-dire pour cet élément que l'on pourrait appeler la production spécifique d'un pays ou d'un district houiller :

En 1864.	200	tonnes.
1871.	220	

En France (1) et surtout en Belgique, les chiffres sont plus faibles. La différence est due, en grande partie, à l'irrégularité des gîtes, au déhouillement plus complet des couches, à l'impureté des charbons, réclamant des triages et un lavage plus soignés; enfin, dans les mines de la Belgique, on

(1) A Saint-Étienne (Loire), à l'époque précédant l'exploitation par remblais complets (1840 à 1850), la production spécifique était comprise entre 250 et 300 tonnes, tandis qu'en 1869 on ne trouve plus que 200 tonnes. L'emploi plus général des machines et des chevaux n'a pas compensé la diminution de production spécifique due au déhouillement plus complet des couches.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut signaler encore la faible puissance des couches, qui entraîne à son tour un nombreux personnel de garçons et de jeunes filles pour le roulage souterrain.

D'après les relevés officiels, on trouve, pour l'ensemble des houillères françaises :

En	1865.	150 tonnes.
	1867.	153
	1868.	156
	1869.	159
	1872.	159

Et pour les mines de houille de la Belgique :

En	1856.	126 tonnes.
	1857.	112
	1858.	120
	1860.	123
	1862.	124
	1864.	140
	1870.	148
	1871.	146
	1872 (pour le Hainaut seul).	157

Ces chiffres, on le voit, varient peu d'une année à l'autre. En Angleterre, ils oscillent depuis longtemps autour de 300 tonnes ; en France et en Belgique, entre 150 et 160. Il ne faudrait pas croire, d'ailleurs, que la production spécifique soit appelée à grandir dans l'avenir, grâce aux progrès de l'art des mines, en pratiquant, à l'aide de machines, les opérations principales de l'ouvrier mineur, le forage, le hâvage, le transport souterrain, etc. Ces méthodes perfectionnées peuvent expliquer le léger accroissement de production spécifique de la période 1869-1871, comparée à celle des années 1860 à 1865 ; mais on se tromperait grandement si l'on admettait, sous ce rapport, un progrès continu. En Angleterre, la production spécifique a diminué de 22 tonnes en 1872, comparativement à 1870 ; et, à Saint-Etienne, elle est descendue de plus de 50 tonnes dès que l'on a mieux déhouillé les couches puissantes, et que les exploitations sont devenues plus profondes.

Dans les mines, l'emploi des machines sera toujours, par la force des choses, fort restreint, dès qu'il s'agit de l'abatage proprement dit de la houille, du boisage et de l'entretien des puits et galeries, etc. Outre cela, d'autres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

causes générales tendent à diminuer, dans l'avenir, la production spécifique.

Les travaux de mines s'étendent et s'approfondissent rapidement. Dans les bassins houillers belges, on a constaté que la profondeur des puits d'extraction s'accroissait de 100 mètres tous les dix ans, et que déjà, vers 1867, cette profondeur moyenne était de 400 mètres (1). Or cet approfondissement graduel entraîne forcément un accroissement correspondant de main-d'œuvre par tonne. D'autre part, le prix de la houille a haussé partout depuis deux ans, et, si maintenant il y a de nouveau baisse par réaction naturelle, on ne reviendra jamais aux anciens prix. La hausse incessante est dans la nature des choses. Or cette hausse du prix de la houille a provoqué, à son tour, celle de la main-d'œuvre; de là, de la part des ouvriers, un travail moins soutenu, moins prolongé. L'élévation du prix de vente a, d'ailleurs, aussi pour conséquence la possibilité de pouvoir entamer, à l'avenir, des couches plus minces, et de déhouiller d'une façon plus complète celles qui, jusque-là, avaient seules pu être exploitées. C'est ce qui est arrivé à Saint-Étienne vers 1850, comme je viens de le dire. Il y aura donc à l'avenir, en tous pays, un moindre gaspillage de nos richesses houillères (2). Seulement, on ne peut réaliser ce progrès que par une production spécifique moindre ; ou, en tout cas, on peut tout au plus admettre que les progrès successifs de l'art des mines compenseront la réduction amenée dans la production spécifique par l'approfondissement et l'extension continus des travaux souterrains. On est donc ainsi conduit à admettre qu'à l'avenir la production moyenne par homme et par année ne dépassera certainement pas 300 tonnes en Angleterre, ni 160 en France et en Belgique. Si donc, aujourd'hui, pour une production annuelle de 120 millions de tonnes, le personnel ouvrier est de $\frac{120\,000\,000}{300} = 400\,000$ (3), il devrait être, vers 1 910, de 2 millions d'hommes pour une production quintuplée de 600 millions de tonnes ! Ce seul chiffre de 2 millions d'ouvriers mineurs, correspondant à une population réelle de 10 millions d'âmes, prouve l'impossibilité d'une

(1) Voy. *Annales des mines*, 1869, t. XVI, p. 627.

(2) Aux États-Unis où, grâce à l'abondance des houilles et la faible profondeur des mines, on est encore dans cette période de mauvaise exploitation ou de gaspillage, on a pu exploiter, en 1870, 32 864 000 tonnes à l'aide de 94 754 ouvriers, soit 347 tonnes par homme et année.

(3) D'après l'enquête houillère, ce personnel était, dans les mines de houille anglaises, en 1872, de 413 334 ouvriers pour 123 millions de tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pareille production ; car n'oublions pas qu'il faudrait admettre un développement parallèle de toutes les industries, et, par suite, un accroissement proportionnel du personnel ouvrier dans toutes les branches de l'industrie anglaise. Par ces motifs on arrivera, tôt ou tard en tous pays, à un maximum de production houillère dû à la nature même des choses.

En Angleterre, ce maximum ne me paraît pas pouvoir être supérieur à 200 millions de tonnes, ni en France, vu la faible étendue de nos bassins houillers, bien au-dessus de 30 millions de tonnes.

Si donc l'épuisement des bassins houillers est inévitable, il ne sera pas pourtant aussi prochain que certaines personnes ont paru le craindre. En admettant, avec M. Hull, que le stock houiller soit, en Angleterre, de 80 milliards de tonnes jusqu'à la profondeur de 1 200 mètres, on voit que l'épuisement des bassins anglais jusqu'à ce niveau ne serait complet qu'au bout de 400 ans, la production annuelle étant de 200 millions, et cette durée serait un minimum, puisque longtemps encore on sera au-dessous de ces 200 millions, et que les progrès de l'art des mines permettront certainement d'exploiter un jour à plus de 1 200 mètres (1). On peut même ajouter que, selon les calculs du *geological Survey*, le stock houiller atteindrait le chiffre de 146 milliards de tonnes, en tenant compte du prolongement des couches houillères sous certaines parties des terrains permiens et triasiques, et en exploitant jusqu'au niveau de 1 300 mètres (2). La durée probable se prolongerait ainsi, pour le moins, jusqu'à 750 années.

Comparons maintenant les divers pays au point de vue de l'extraction houillère.

L'Angleterre conserve toujours, à ce point de vue, son énorme supériorité, et pourtant cette supériorité relative commence à fléchir. En 1866, elle fournissait encore les 0,55 de la masse entière des houilles consommées; en 1872, elle atteint à peine la moitié des 250 millions de tonnes auxquelles s'est élevée la production du monde entier.

---

(1) La possibilité d'extraction à des profondeurs de 1 200 à 1 300 mètres est d'autant plus certaine que, dès maintenant, plusieurs puits ont atteint 800 mètres en Belgique et au Hartz, et qu'aux mines de plomb de Przibram, en Bohême, on est déjà parvenu à la profondeur de 950 mètres, et que l'on s'y apprête à descendre, dès maintenant, à 1 200 mètres.

(2) Rapport d'une Commission nommée par le gouvernement anglais (1871), *Geol. Mag.*, VIII, p. 517.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les pays dont la production croît aujourd'hui plus rapidement que celle du Royaume-Uni sont les États-Unis et l'Allemagne du Nord. Voici les chiffres de production de ces trois contrées en millions de tonnes pendant le cours des dernières années :

	1866	1870	1871	1872
Grande-Bretagne.	101	110	117	123
États-Unis.	26	33,5	36 à 37	environ 40
Allemagne, y compris la Bavière et la Saxe.	27	34	37,6	environ 40

Après ces trois contrées, dont la production domine de beaucoup celle des autres pays, viennent ensuite la France et la Belgique, qui livrent depuis longtemps à la consommation des quantités à peu près égales.

Ce sont, en millions de tonnes :

	1864	1867	1870	1871	1872
Pour la France.	11,2	12,7	13,2	13,5	15,9
Pour la Belgique.	11,1	12,7	13,7	13,7	15,6

L'Autriche-Hongrie tient le sixième rang sous le rapport des combustibles minéraux. Cette contrée se distingue surtout par l'abondance des lignites. Les terrains crétacés et tertiaires renferment toutes les variétés de charbons fossiles, depuis les lignites gras ou lignites-bitumes à 9 pour 100 d'hydrogène, jusqu'aux simples bois fossiles, dont la matière ligneuse est parfois si peu altérée, que l'on a pu exposer, à Vienne, des meubles exclusivement confectionnés en bois de cette provenance.

La production de l'Autriche-Hongrie était,

en **1858**, de. . . . . **2,9** millions de tonnes.
1868. . . . . **7**
1870. . . . . **9**
1871. . . . . **9,5**
1872, environ de. **10**

Sur les 9 500 000 tonnes de 1871, 8 575 549 tonnes proviennent de l'Autriche proprement dite, et, sur ce total, presque la moitié, soit 4 222 857 tonnes,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se compose de lignites. La Bohême est, d'ailleurs, de toutes les provinces, la plus riche en charbon minéral; en 1871, elle a fourni les 0,56 de la production entière :

Dont 2 517 850 tonnes de houille,
Et 2 375 900 — de lignites.

Les amas de lignites sont, sur certains points, exceptionnellement puissants. En Bohême et en Styrie, on constate des bancs de 20, 30, même 40 mètres d'épaisseur.

En Bohême, on les rencontre surtout au pied méridional de l'Erzgebirg; en Styrie, dans la vallée de la Mur et le long de ses affluents.

Du reste, en Allemagne aussi, les lignites sont fort abondants. Sur la production entière de 37 millions de tonnes en 1871, 7 millions se composent de lignites, qui proviennent surtout des régions volcaniques de la Hesse et des larges vallées du Rhin, de la Saale, de l'Oder, etc.

Les autres pays houillers ne produisent encore chacun, annuellement, qu'un million de tonnes à peine; plusieurs cependant renferment de vastes bassins houillers; on peut spécialement citer la Russie, le Canada, l'Australie, les Indes, la Chine, le Japon : aussi leur production est-elle certainement appelée, dans un avenir prochain, à grandir rapidement.

Pour le moment, le chiffre de 250 millions de tonnes, précédemment cité, se répartit ainsi entre les divers pays :

Grande-Bretagne.	123	millions.
États-Unis.	40	
Allemagne.	40	
France.	15,9	
Belgique.	15,6	
Autriche-Hongrie.	10	
Espagne.	1	
Russie.	0,8	
Colonies anglaises, le Chili, la Chine, le Japon (au moins).	3,7	
TOTAL MINIMUM.	250,0	millions.

En 1865, l'extraction totale ne dépassait guère 180 millions.

C'est aux États-Unis que l'industrie houillère se développe le plus rapidement; c'est le seul pays qui puisse un jour égaler l'Angleterre sous le rapport de la production; il dépassera même, très-probablement, la Grande-Bretagne sous ce rapport, avant trente ans. On y exploitait 17 millions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de tonnes en 1864, et deux fois autant en 1870. On sait, d'ailleurs, que l'étendue totale des bassins houillers de l'Amérique du Nord est dix fois plus considérable que celle du Royaume-Uni; mais là aussi, comme en Angleterre, le manque de bras limitera tôt ou tard l'accroissement indéfini de la production.

Malgré l'importance de l'industrie charbonnière, l'Exposition de Vienne ne pouvait renfermer qu'un nombre assez restreint de spécimens de houille. Ces produits se ressemblent trop en tous pays pour offrir par eux-mêmes un intérêt réel. Dans les pavillons allemands on voyait cependant, comme en 1867, un certain nombre de pyramides ou d'obélisques, construits en blocs de houille, dont les dimensions relatives indiquaient l'accroissement graduel de la production. Des tableaux graphiques complétaient ces indications.

Les galeries autrichiennes offraient seules de nombreux échantillons permettant d'étudier toute la série des combustibles minéraux, depuis les graphites et les anthracites anciens de la Bohême jusqu'aux bois fossiles les plus modernes des vallées Alpines. On pouvait constater l'identité presque complète, au point de vue minéralogique et chimique, des charbons gras liasiques de Steyerdorf et de Fünfkirchen en Hongrie, avec les houilles paléozoïques proprement dites de Kladno en Bohême, et d'Ostrau en Moravie.

Dans le bâtiment spécial de la Staatsbahn, on avait reproduit, en grandeur naturelle, avec des blocs de houille venus du Banat, la puissante couche de la formation liasique de Steyerdorf. C'est un charbon gras à cassure conchoïdale, entremêlée de parties fibreuses, dont la puissance réunie atteint 4 mètres sur certaints points.

Dans les pavillons de la Styrie, de la Carinthie et de la Bohême, on voyait de même de nombreuses variétés de houille et de lignites, ainsi que divers produits de ces combustibles, tels que : cokes, agglomérés, huiles minérales brutes et rectifiées, paraffine, etc., sans parler des composés dérivés de la benzine, devenus importants, depuis dix à douze ans, dans le domaine de la teinturerie.

L'exposition de Vienne offrait peu de machines ou d'appareils spécialement affectés au travail des mines; d'ailleurs, à quelques exceptions près, ce sont des outils déjà connus. Je puis donc me borner à une rapide énumération.

Les outils de sondage étaient représentés par un ensemble, très-complet, de modèles et d'appareils de toute grandeur, avec échantillons des terrains traversés. On doit cette collection aux soins de MM. Mauget et Lippmann, de Paris, successeurs de MM. Ch. Laurent et Degousée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans l'exposition belge, on voyait les modèles et les dessins du grand trépan, pour le forage des puits à grand diamètre, avec la boîte à mousse et l'appareil de cuvelage, du système Kind-Chaudron.

Comme perforateurs, on avait exposé les appareils mêmes qui ont servi au tunnel du mont Cenis, et le système simplifié de MM. Dubois et François de Seraing, aujourd'hui employé dans un grand nombre de mines. Un appareil analogue, la machine Burleigh, agissant verticalement pour le creusement des puits, se voyait dans l'un des pavillons de l'exposition autrichienne. On l'emploie dans les carrières de la Moravie, pour fendre et débiter en dalles de grands blocs de granit. On perce, ou fore, suivant un même plan, une série de trous parallèles très-rapprochés.

Comme ventilateur figurait un grand appareil Guibal. On sait que ce puissant ventilateur est aujourd'hui adopté non-seulement en Belgique et en France, mais encore dans un grand nombre de mines anglaises et allemandes. Plus de deux cents de ces appareils fonctionnaient, en 1872, dans les mines de houille de ces divers pays.

Citons encore : une machine d'extraction de M. Quillacq d'Anzin ; les plans d'une puissante machine d'épuisement du même ingénieur ; des modèles de cages avec parachute, et de waggonnets en tôle et en bois pour le transport intérieur de la houille, ainsi que divers autres appareils de M. l'ingénieur Libotte, de Charleroi.

Parmi les appareils propres au criblage et à la préparation de la houille, on doit mentionner, comme tout à fait nouveau, le système établi par M. Briart, aux mines de Mariemont et Bascoup, dans le Hainaut. Pour éviter le bris du charbon, on se sert d'une grille peu inclinée, composée alternativement de barreaux fixes et mobiles. Les barreaux mobiles sont réunis dans un cadre supporté à son extrémité inférieure par deux bielles oscillantes, et à son extrémité supérieure par deux excentriques calés sur le même arbre. Lorsque l'arbre tourne, les barreaux mobiles se trouvent au-dessus du plan des barreaux fixes, pendant l'une des moitiés de la révolution et au-dessous pendant l'autre. Le sens du mouvement est d'ailleurs tel que, pendant la demi-révolution supérieure, les barreaux se meuvent du haut vers le bas de la grille. Il s'ensuit que, quand la grille se trouve chargée de houille, celle-ci est graduellement soulevée et doucement transportée d'amont en aval, à chaque demi-révolution supérieure du bouton de l'excentrique. Le criblage et le transport se font ainsi rapidement sans secousses ni bris de houille. Pour avoir trois catégories de grosseur, des fines, des gailleteries et du gros, il faut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nécessairement deux appareils semblables, placés l'un au-dessous de l'autre. L'écartement des barreaux de la grille supérieure est de 14 à 16 centimètres, celui de la grille inférieure de 3 1/2 à 4 centimètres. Une machine de deux chevaux suffit pour le fonctionnement d'un appareil qui peut cribler, en dix heures, plus de 600 tonnes de houille. Le nombre des oscillations complètes est de 35 par minute. Dans les essais comparatifs faits à Mariemont, les grilles mécaniques ont donné 49 pour 100 de gros et gailleteries, tandis que les anciennes grilles inclinées fixes n'ont pas dépassé 44 1/4 pour 100. Les grilles sont, d'ailleurs, disposées de telle façon, que l'écartement des barreaux peut être rapidement modifié.

L'exposition de Vienne ne renfermait aucun appareil nouveau de lavage ni d'agglomération pour combustibles menus; on regrettait de n'y pas voir les nouveaux laveurs de M. Évrard, de Saint-Étienne.

Les appareils plongeurs, pour travailler sous l'eau ou dans les lieux à gaz irrespirables, figuraient surtout dans l'exposition allemande. On y voyait l'appareil Rouquayrol-Denayrouze exposé par un négociant et fabricant de Kiel, M. L. de Bremen et comp. Il est juste de dire qu'on lui avait conservé le nom des inventeurs.

II. Fer.

Si l'on en excepte l'or, la valeur des minerais de fer surpasse celle des autres minerais.

On peut l'estimer, au minimum, à la somme annuelle de 350 millions de francs, à raison de 10 francs par tonne de minerai.

Le poids des minerais de fer extraits a atteint, en effet, en 1872, environ 35 millions de tonnes, et avec ces minerais on a produit 14 millions de tonnes de fonte, 8 millions 1/2 de fer doux, forgé ou laminé, et 1 million d'acier et de fer homogène, tandis qu'en 1865 le poids de la fonte n'avait encore atteint que 9 millions de tonnes.

On voit, par là, que la production du fer s'est développée plus rapidement encore que celle de la houille. Celle-ci est montée, en sept années, de 180 à 250 millions de tonnes, soit un accroissement mesuré par le rapport de 9 à 12,5, tandis que le poids de la fonte est passé de 9 à 14.

Cet accroissement notable a été surtout réalisé par la transformation des hauts fourneaux existants. Le nombre des hauts fourneaux en feu a plutôt

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diminué, mais leur volume a été augmenté, et l'on y souffle du vent plus chaud.

La tendance qui prédomine dans les forges, depuis quelques années, est, d'ailleurs, la production des fontes pures capables de fournir de l'acier ou du fer fondu, en se servant des procédés Bessemer et Martin. On recherche partout les minerais riches et purs : en Angleterre, les hématites rouges du Cumberland ; en Allemagne et en Autriche, les fers spathiques de Siegen et de Styrie ; en France, les hématites brunes des Pyrénées, les carbonates manganésifères du Dauphiné et de la Savoie. Mais, comme ces gîtes sont insuffisants, l'Angleterre, l'Allemagne et la France s'adressent, en outre, aux riches mines de l'Algérie et de l'île d'Elbe, à l'Espagne et à la Scandinavie. Aussi le prix de ces minerais a-t-il partout notablement haussé. Les hématites du Cumberland valent aujourd'hui, sur le carreau de la mine, plus de 26 francs la tonne, et le minerai de Mokta, que l'on payait encore, il y a peu d'années, 12 francs, rendu à bord au port de Bone, se vend aujourd'hui 20 francs, en moyenne.

Dans les ateliers d'affinage, on peut constater un double courant. Là où les fontes sont pures on a recours aux appareils Bessemer et Martin, et, autant que possible, on se sert de fonte prise directement au haut fourneau ; c'est, du moins, le cas en France, et dans quelques usines du Cumberland, de la Suède et de l'Autriche. Par contre, lorsque les fontes sont impures, on ne peut se passer du puddlage proprement dit ; mais on cherche à substituer partout, aujourd'hui, au travail manuel le brassage mécanique ; on a recours aux systèmes Lemut, Dormoy, Danks, etc. Malheureusement ce ne sont là, encore, que des solutions partielles, imparfaites, un simple acheminement vers quelque chose de mieux, mais non la solution définitive, radicale du problème poursuivi. Le véritable puddlage mécanique reste encore à trouver. Un système fort simple, dû à M. Pernot est depuis peu essayé, à Saint-Chamond, dans les usines de MM. Petin et Gaudet.

Ailleurs, on revient à la fabrication directe du fer en barres. Aux procédés Chenot ont succédé les tentatives Ponsard et Siemens ; au lieu d'éponges, on cherche à produire des loupes ou, mieux encore, des lingots, en associant le procédé de réduction à la méthode de fusion du système Martin. On voyait, à l'exposition des plans, des modèles et des produits divers de ces méthodes nouvelles que l'on pratique surtout à Landore, près de Swansea.

Dans les ateliers d'élaboration, la tendance générale est l'accroissement de puissance des appareils mécaniques. On fabrique des rails de 9 à 12 mètres ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des fers à T de 20 à 25 mètres sur $0^m,40$ à $0^m,50$ de hauteur ; des tôles de $2^m,50$ à 3 mètres de largeur ; des plaques de blindage de $0^m,20$ à $0^m,30$ d'épaisseur, etc. A cet effet, on se sert de grands trios ou de laminoirs à renversement sans volant, ou encore de laminoirs universels de divers genres ; enfin, pour les tôles ordinaires, du nouveau laminoir différentiel de Lauth, qui s'est surtout répandu en Belgique.

Parmi les autres problèmes qui préoccupent les maîtres de forges, on peut encore citer la déphosphoration des fontes. On connaît les tentatives de MM. Heaton, Henderson, Tessié du Motay, Siemens, etc. Il en est de ces essais comme du puddlage mécanique. On a avancé la solution de la question, on en connaît les difficultés ; on entrevoit la marche à suivre, mais le but n'est pas encore atteint. Dans tous ces procédés, la déphosphoration n'est que partielle ; l'épuration totale paraît, du reste, presque impossible dans la pratique des forges, et n'est peut-être même pas rigoureusement nécessaire. Les fers homogènes ordinaires peu carburés, pour rails, peuvent retenir quelque peu de phosphore, sans compromettre outre mesure leur solidité. Et, pourtant, il n'en demeure pas moins certain, toutes choses égales d'ailleurs, que l'aigreur du métal croît avec la teneur en phosphore. L'exposition du Creusot contenait, sous ce rapport, une série fort instructive de fers et d'aciers plus ou moins purs.

Au nombre des questions soulevées à Vienne, du moins par des brochures, on doit mentionner celle de la nature ou de la définition de l'acier. Que faut-il réellement entendre par acier ? M. Jordan, professeur à l'École centrale, et M. Greinert, chef de service des aciéries de Seraing, proposent d'appeler *acier* tous les produits malléables de la sidérurgie obtenus à l'état fondu, et de réserver le nom de *fer* à tout produit malléable qui n'a pas subi la fusion.

A ce compte, ce que l'on a appelé jusqu'à présent acier, dans tous les temps et dans tous les pays, ne serait que du fer ! L'acier naturel (puddlé ou de forge), et l'acier cémenté, plus ou moins corroyé, ne seraient plus de l'acier, malgré les propriétés si particulières qui distinguent ce métal du fer doux.

Il serait au moins singulier qu'une simple opération physique, la fusion, eût, sur le nom et les propriétés réelles du métal, une influence plus grande que la nature chimique ! On désignerait par un même nom deux composés très-différents, par le seul motif qu'ils ont tous deux subi la fusion.

Il y a longtemps qu'on a fondu du fer doux dans les aciéries ; il y a qua-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rante ans que j'ai vu faire cette opération à la Bérardière, près de Saint Étienne, alors dirigée par M. Le Clerc, l'un des plus anciens fabricants d'acier fondu en France. Ce fer était aussi doux, aussi malléable, aussi peu susceptible de prendre la trempe après la fusion qu'avant. Le seul changement est une plus grande homogénéité, une plus grande propreté. Les parties scoriacées, les défauts de soudure, que l'on observe dans les fers simplement cinglés, disparaissent complétement par la fusion; ils deviennent, en un mot, homogènes, et de là précisément ce nom de *fer homogène* que l'on a adopté, il y a longtemps, en Angleterre, pour désigner les fers fondus non susceptibles de prendre la trempe. Par la fusion au creuset, le fer absorbe, tout au plus, 2 à 3 dix-millièmes de silicium, qui ne modifient pas ses propriétés essentielles d'une façon sensible. Or, à côté de ces fers doux fondus ou non fondus, il y a des fers durs, qui durcissent surtout par la trempe, et dont les qualités essentielles, la dureté, l'élasticité, sont complétement indépendantes de l'opération physique appelée *fusion*. Là encore la fusion n'a d'autre effet que d'accroître l'homogénéité, et souvent aussi la faible teneur en silicium. Ces fers durs sont, d'ailleurs, par leur composition comme par leurs propriétés essentielles, placés entre les fers doux et les fontes. Ils sont moins malléables, à chaud surtout, que les fers doux, et deviennent d'autant plus durs par la trempe qu'ils se rapprochent davantage des fontes par la proportion de carbone et par celle des autres éléments que l'on rencontre unis au fer ou dissous dans ce métal.

L'acier, en un mot, qu'il soit fondu ou non, est un produit qui se place, à tous les points de vue, entre la fonte et le fer doux. Les produits ferreux si variés que l'on rencontre dans les arts forment, en effet, une série continue, depuis le fer le plus mou et le plus pur jusqu'à la fonte la plus impure; ou plutôt, ce sont deux séries continues, mais divergentes, commençant toutes deux au fer mou pur : l'une aboutissant à la fonte noire, en passant par l'acier non trempé ou recuit; l'autre se terminant à la fonte blanche plus ou moins manganésifère, en passant par l'acier trempé.

Je crois donc devoir maintenir la définition de l'acier que j'ai donnée dans mon travail « *Sur l'acier et sa fabrication*, » publié à la suite de l'Exposition de 1867 (1).

Ainsi seulement on évitera la confusion inextricable dans laquelle on

(1) *Annales des mines*, t. XII de la 6e série (1867).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'engagerait en adoptant les nouvelles définitions de MM. Greinert et Jordan.

J'appelle donc *acier*, qu'il soit fondu ou non, tout fer, plus ou moins pur, susceptible de prendre la trempe, mais qui est malléable à chaud et à froid, dès qu'il n'a pas subi ce refroidissement brusque.

On appellera *fer doux*, qu'il soit fondu ou non, tout fer malléable à chaud et à froid, qui n'est pas susceptible de prendre la trempe.

On pourra, d'ailleurs, sous-diviser le fer comme l'acier, selon le mode de fabrication adopté.

On distinguera toujours, dans les forges, d'une part, l'acier naturel (acier de forge ou acier puddlé), ainsi que les aciers cémenté, corroyé, raffiné; puis, de l'autre, l'acier fondu, l'acier Bessemer, l'acier Martin, etc.

De même, on distinguera le fer doux, d'une part, en fer *soudé*, *au bois* ou à la *houille* (fer des bas foyers ou fer puddlé); de l'autre, en fer fondu, dit fer *homogène;* puis on divisera ce dernier plus spécialement en fers homogènes Bessemer, Martin, Siemens, etc.

Seulement, on ne devra jamais oublier que, si les types sont bien caractérisés, il y a passage graduel d'un type à l'autre; que le fer doux homogène passe aussi bien, d'une façon insensible, à l'acier fondu que le fer mou, simplement affiné et cinglé, passe au fer dur aciéreux, puis à l'acier naturel proprement dit, qui lui-même aboutit à l'acier sauvage pour filières (wildstahl), avant d'atteindre la fonte blanche proprement dite.

Les trois produits sidérurgiques, la fonte, le fer et l'acier, se répartissent ainsi parmi les divers pays.

En 1872, la production de la fonte fut, en

Angleterre	6,723,387 tonnes.
États-Unis d'Amérique	2,250,000
Allemagne (y compris l'Alsace-Lorraine pour 220,000 tonnes)	1,600,000
France	1,180,000
Belgique	655,565
Luxembourg	250,000
Autriche-Hongrie	400,000
Suède et Norwége	300,000
Russie	360,000
Espagne	34,500
Italie	25,000
Canada, les Indes, etc., environ	100,000
TOTAL	13,878,452 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Celle du fer doux non fondu, en

Angleterre	3,500,000 tonnes.
États-Unis d'Amérique	1,602,000
Allemagne (y compris l'Alsace-Lorraine pour 150,000 tonnes)	1,150,000
France	883,000
Belgique	502,577
Autriche-Hongrie	300,000
Suède et Norwége	191,800
Russie	245,000
Espagne	35,600
Italie	24,000
Canada, les Indes, etc., environ	70,000
TOTAL	8,503,977 tonnes.

Celle de l'acier et du *fer homogène*, principalement sous forme de métal Bessemer, en

Angleterre (au moins)	500,000 tonnes.
États-Unis	143,000
Allemagne	200,000
France	138,000
Autriche-Hongrie	49,250
Belgique	15,284
Suède	12,000
Russie	7,204
Espagne	250
Autres pays (1) (chiffre insignifiant)	»
TOTAL	1,064,988 tonnes.

Ce dernier chiffre de 1 065 000 tonnes comprend environ 700 000 tonnes de rails et 365 000 tonnes de bandages, essieux, tôles et autres produits divers.

La production totale de 1873 doit s'éloigner peu de 1 250 000 tonnes. Lorsqu'on compare les chiffres précédents à ceux de l'année 1865, on constate surtout un accroissement prodigieux en ce qui concerne l'acier et le fer homogène. Tandis que la production de la fonte est montée de 9 à 14 millions de tonnes, celle de l'acier et du fer homogène a triplé.

Ainsi, en 1865, l'Angleterre ne produisait encore que 160 000 tonnes d'acier et de fer homogène fondus, et la France, au plus de 50 000 tonnes.

(1) L'Italie produit un peu d'acier puddlé, mais il est compris dans les 24 000 tonnes de fer ci-dessus rapportées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les tableaux précédents montrent aussi que, si l'Angleterre fournit encore en ce moment la moitié de la fonte et de l'acier total, sa production en fer doux soudé ne s'élève déjà plus qu'aux 0,41 du chiffre total.

Cette production relative tend à décroître, comme celle de la houille, par suite de la prodigieuse richesse des États-Unis en fer et en combustibles minéraux.

Passons maintenant en revue les plus importants pays producteurs de fer.

1° *Angleterre.*

En 1871, d'après les états statistiques officiels du *Geological Survey,* la masse totale des minerais de fer fondus en Angleterre s'est élevée à 16 859 000 tonnes, dont 324 000 tonnes (1) de minerais étrangers et 200 000 tonnes de pyrites grillées.

L'emploi de ces pyrites, comme minerais de fer, est un fait nouveau, qui montre la tendance actuelle des industries chimiques à ne négliger aucun des produits accessoires. Ces pyrites, venues d'Espagne et du Portugal, sont d'abord grillées, pour la fabrication de l'acide sulfurique, puis soumises à l'action du sel marin, qui enlève le cuivre et le soufre restants. L'épuration est assez complète pour que le résidu puisse être employé, soit comme garnissage au four à puddler, soit comme minerais au haut fourneau, du moins lorsque la pyrite n'est pas trop arsenicale.

En France aussi, on commence à entrer dans la même voie. On livre aux hauts-fourneaux de Givors une partie des pyrites de Saint-Bel, grillées dans les fabriques de Saint-Fons sur le Rhône. On garantit 1/2 pour 100 comme teneur maximum en soufre.

Les 324 000 tonnes de minerais étrangers proviennent, en majeure partie du nord de l'Espagne (de Sommo-Rostro, près de Bilbao); 55 000 tonnes viennent de l'Algérie et 30 000 tonnes de l'île d'Elbe. Ce sont des minerais qui coûtent 25 à 30 francs la tonne, rendus en Angleterre.

Les minerais indigènes sont de trois sortes :

Minerais	riches et purs (hématites rouges du Cumberland et du Lancashire).	2,200,000 tonnes.
—	oolithiques de la formation jurassique.	6,000,000
—	houillers, et quelques autres minerais divers.	8,135,000
	TOTAL.	16,335,000 tonnes.

(1) En 1872, l'importation a même dépassé 600 000 tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La production a doublé en treize ans; elle était de 8 041 000 tonnes en 1858 (1). L'accroissement porte surtout sur les hématites et les minerais oolithiques :

En **1858**, on ne tirait que. . . . **770,000** tonnes d'hématites pures,
et seulement. . . . . **1,600,000** tonnes de minerais oolithiques.

Un changement plus important encore est le renchérissement exceptionnel des minerais purs, dû au développement du procédé Bessemer.

En 1858, les hématites rouges valaient sur les mines 10 sh. 6 p., soit 13 francs la tonne, tandis que dès 1871 leur prix a dépassé une livre sterling, soit 26 francs en moyenne. La valeur des hématites a, par suite, doublé depuis treize ans, lorsque le prix moyen de tous les minerais anglais, pris dans leur ensemble, qui était de 8 francs en 1858 sur les mines, n'est monté qu'à 12 francs en 1871. C'est à ce renchérissement extraordinaire des minerais indigènes purs qu'il faut surtout attribuer la possibilité de l'importation actuelle des minerais étrangers.

D'après les statistiques officielles, la production et l'exportation de la fonte ont atteint, en Angleterre, les chiffres suivants :

ANNÉES.	POIDS DE LA FONTE PRODUITE.	POIDS DE LA FONTE EXPORTÉE.
	Tonnes.	Tonnes.
1867	4,761,023	567,319
1869	5,445,757	711,612
1871	6,627,179	1,057,458
1872	6,723,387	1,332,726

On voit que l'exportation surtout a pris un énorme développement, elle a presque doublé de 1869 à 1872. Le fait est d'autant plus remarquable que l'exportation du fer en barres a, au contraire, diminué pendant cette même période, et que celle des rails est demeurée à peu près stationnaire entre 900 000 et un million de tonnes par année.

Le prix des fontes, qui était resté sensiblement le même jusqu'en 1870, s'est élevé brusquement de 1870 à 1872.

(1) État présent de la métallurgie du fer, en Angleterre, de MM. Gruner et Lan.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

		L.	sh.	p.
Le prix de vente moyen fut, en 1870. . .	en Écosse, de.	2,	19,	3
	Cleveland, de. . .	2,	9,	6
Tandis qu'en 1872 il a été.	en Écosse, de.	5,	10	»
	Cleveland, de. . .	5,	4,	6

La production de la fonte a pris surtout un rapide développement dans le district des minerais oolithiques du Cleveland.

Ce minerai y fut découvert en 1850. Or, dès l'année 1858, on y a produit 512 000 tonnes de fonte, et en 1872 le chiffre presque quadruple de 1 968 972 tonnes. Cet énorme accroissement est dû à la fois à l'augmentation du nombre et des dimensions des fourneaux.

La production moyenne annuelle des hauts fourneaux du Cleveland n'était, en effet, d'après M. L. Bell, que de 8 000 tonnes en 1863, contre 16 000 tonnes en 1872. Ajoutons que le nombre total des hauts fourneaux en activité, dans le Royaume-Uni, fut de 633 en 1857, pour une production de 3 659 447 tonnes, contre 674, en 1871, pour 6 627 179 tonnes.

Ainsi, dans l'ensemble du pays, on constate aussi une production spécifique par fourneau presque double.

Grâce à l'abondance et au bas prix de la houille, les maîtres de forges anglais se sont, pendant longtemps, fort peu préoccupés de la consommation par tonne de fonte. Mais la question a changé de face depuis quelques années. Le prix croissant de la houille a conduit, dans le Cleveland surtout, à un exhaussement inusité des hauts fourneaux et au chauffage plus énergique du vent. On est ainsi arrivé à abaisser, dans ce district, la consommation de 3 tonnes 1/2 de houille par tonne de fonte, au chiffre actuel de 2 tonnes à 2 tonnes 1/4; ce qui donne 5 tonnes 1/2 de houille par tonne de rails ou de gros fer. Malgré cela, l'industrie du fer absorbe encore aujourd'hui, en Angleterre, les 0,30 de l'énorme production houillère, c'est-à-dire près de 40 millions de tonnes.

Dans le district des hématites rouges, le développement de la fabrication de la fonte a été également des plus remarquables depuis dix ans :

En 1859,	la production n'était encore que	de. . .	77,736 tonnes.
1861,	—	— de. . .	169,951
1872,	(Lancashire et Cumberland)	de.	965,000

Or la majeure partie de cette fonte est transformée, en Angleterre ou ailleurs, en acier ou fer homogène Bessemer.

La production du fer doux soudé est difficile à évaluer exactement en An-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gleterre. Les états statistiques du Survey ne donnent que le nombre des fours à puddler en activité, et non le poids de fer fabriqué. Lors de la récente enquête sur la houille, M. L. Bell a évalué la production moyenne des fours à puddler à 500 tonnes de fer fini par année. Ce chiffre serait trop faible pour la France, où le travail des forges est de six jours par semaine au lieu de cinq, et le puddlage plus rapide, à cause de la nature moins chaude des fontes (1). Mais ce chiffre de 500 tonnes s'accorde, en Angleterre, avec le poids de fonte qui reste disponible pour les forges, lorsqu'on défalque de la production totale les quantités exportées ou affinées dans les convertisseurs Bessemer.

Les statistiques officielles donnent, pour 1871, un nombre de 6 841 fours de puddlage en activité, ce qui correspond à

3,420,000 tonnes de fer marchand provenant de. . .	4,275,000	tonnes de fonte.
Or on a exporté, en 1871.	1,057,458	
D'autre part, le poids de fonte traitée au Bessemer est d'environ.	450,000	
Poids total de la fonte affinée ou exportée. .	5,782,458	
Ce qui laisse, comme fonte de 1re fusion pour moulage consommée en Angleterre.	844,721	
Production totale en 1871.	6,627,179	tonnes.

Pour 1872, la quantité de fer marchand obtenu par voie de puddlage, en Angleterre, peut être estimée à 3 500 000 tonnes.

Grâce au procédé Bessemer, la fabrication de l'acier et du fer homogène a fait d'énormes progrès, depuis dix ans, dans le Royaume-Uni.

En 1860, la production totale en aciers de toute nature ne dépassait pas 50 000 à 60 000 tonnes, dont moitié aciers puddlés et moitié aciers divers, obtenus à l'aide de fers de Suède et de Russie (2). Depuis lors, la production de l'acier puddlé a plutôt diminué, mais celle des aciers divers s'est sensiblement accrue. En 1867, on estimait cette dernière à près de 80 000 tonnes, dont 60 000 tonnes d'acier fondu au creuset (3).

Vers 1860, la production industrielle de l'acier Bessemer était encore à peu près nulle ; en 1867, on l'estimait à 140 000 tonnes ; et aujourd'hui,

(1) En France, la production moyenne d'un four de puddlage est de 700 tonnes de fer marchand. Ainsi, en 1864, on a produit 706 250 tonnes de fer à l'aide de 1 022 fours de puddlage.

(2) État présent de la métallurgie du fer, par MM. Gruner et Lan.

(3) Exposition de 1867, par M. Goldemberg.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'après le discours prononcé par M. Bell, le 29 avril 1873, dans la réunion annuelle de l'*Iron and steel Institute* à Londres, elle atteindrait 400 000 tonnes; en sorte qu'avec l'acier fondu proprement dit, y compris l'acier et le fer homogène Martin, la production totale des fers et aciers fondus atteint certainement, en ce moment, le chiffre minimum de 500 000 tonnes, chiffre qui lui-même est destiné à grandir encore dans de fortes proportions, grâce à l'importation croissante des minerais étrangers qui a dépassé 600 000 tonnes en 1872.

Ajoutons que, d'après la statistique officielle de M. A. Hunt, le nombre des usines à appareils Bessemer était, en Angleterre, en 1871, de 19, et le nombre des *convertors* de 89.

Les mêmes états donnent, comme poids des produits sidérurgiques exportés, les chiffres suivants pour 1871 :

Rails en fer et métal Bessemer.	979,017 tonnes.
Fers en barres.	349,126
Fils de fer.	26,057
Tôles diverses.	201,319
Acier en barres.	39,000
Pièces diverses en fonte, fer et acier. . . .	257,300
Fers-blancs.	119,755

A l'Exposition de Vienne, la sidérurgie anglaise était peu représentée.

Dans le premier groupe, à part quelques rares échantillons de houille et de minerais, on ne peut guère citer que les modèles et les plans de l'appareil *Whitwell* pour le chauffage du vent, et ceux du four *Siemens* pour la réduction directe des minerais. Le procédé auquel M. Siemens paraît spécialement s'arrêter aujourd'hui consiste à fondre le minerai avec une simple addition de 5 pour 100 de houille maigre et une proportion variable de calcaire, puis de faire réagir les pains ou saumons ainsi obtenus, sur un bain de fonte pure, comme dans la méthode Martin ordinaire.

D'après une récente lettre de M. Siemens, on fabriquerait couramment de l'acier et du fer homogène par ce procédé, non-seulement dans la grande usine de Landore, près de Swansea, dont la production est de 1 000 tonnes par semaine, mais encore chez MM. Vickers fils, à Sheffield, dans la *Steel Company of Scotland*, à Glascow et à Horst en Westphalie.

Dans le septième groupe figurent surtout les grands fabricants d'acier et de fer supérieur du nord de l'Angleterre. On peut citer J. Brown et comp., Ch. Cammell et comp. et Th. Firth and sons de Sheffield; les forges de Bow-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ling près de Bradford; les fabriques de tubes en fer et acier de Brown et comp., et celles de James Russel and sons de Wednesbury; les grandes tréfileries de R. Johnson, à Manchester, etc.

John Brown, dont la forge occupe 6000 ouvriers, et dont les produits s'élèvent au chiffre annuel de 50 millions de francs, a exposé une collection variée d'essieux et de bandages, de ressorts et de tôles, et surtout une plaque de blindage, pour un bâtiment prussien, de 14 pouces (0m,35) d'épaisseur !

L'exposition de Ch. Cammel est analogue; on peut citer surtout une plaque de blindage cintrée de 0m,27 d'épaisseur, ayant 6 mètres de longueur sur 2 mètres de largeur et pesant 25 tonnes, complétement achevée.

L'aciérie de Th. Firth est la plus grande usine d'acier fondu au creuset de Sheffield. La production est de 10 000 à 12 000 tonnes. Elle contient 400 fours à deux creusets et occupe 2 000 ouvriers. On y fabrique surtout de grands canons pour les marines anglaise et française. Après avoir foré les canons, on les trempe au rouge sombre dans un bain d'huile, en les immergeant verticalement à commencer par la culasse. Tous les canons sont coulés pleins et avec de très-fortes masselottes. Des lingots de 18 tonnes donnent des pièces finies de 12 tonnes. On les forge sous des marteaux-pilons de 25 tonnes ayant une hauteur de chute de 3 mètres avec pression de vapeur par-dessus.

Les frettes pour ces canons sont aussi en acier fondu. On les fabrique, comme les bandages, en coulant un disque plein que l'on perce sous le marteau-pilon. Les canons ont jusqu'à 0m,30 à 0m,32 de diamètre et 4m,50 de longueur.

L'acier doux pour canons donne, avant la trempe :

	Kil. par millimètre carré.
Pour limite d'élasticité moyenne.	20
— charge de rupture.	45 à 55
— allongement correspondant.	13 à 15 pour 100.

Le même acier, *après trempe* à l'huile :

	Kil. par millimètre carré.
Pour limite d'élasticité moyenne.	45
— charge de rupture.	70 à 80
— allongement correspondant.	8 à 10 pour 100.

Cette trempe à l'huile est assez douce pour permettre le dernier alésage et et rayage après l'immersion pour la trempe.

James Russel et comp. a exposé des tubes en tôle, soudés sur mandrin, suivant une génératrice, dont les diamètres vont jusqu'à 0m,50. Des tubes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de moindres dimensions sont aussi fabriqués par emboutissage et simple tirage avec recuit.

L'usine de Landore, enfin, a exposé des vases culinaires en métal Martin étamé, fabriqués par voie d'emboutissage, comme les ustensiles des usines Japy en tôle au bois du Doubs.

Cette fabrication est évidemment appelée à se développer beaucoup. Le fer homogène doux (Bessemer ou Martin) doit certainement convenir beaucoup mieux pour cette fabrication et donner des produits plus légers que la tôle faite avec du fer simplement soudé.

2° *États-Unis.*

La grande confédération des États-Unis est, de tous les pays, celui dont l'industrie sidérurgique se développe aujourd'hui le plus rapidement. Ses richesses en houille et en minerai de fer semblent presque inépuisables. Dans les dix dernières années, la production de la fonte a triplé, et celle des rails s'est même accrue plus rapidement. D'après le rapport de l'Association nationale des maîtres de forge, les États-Unis ont produit :

	Fonte.	Rails en fer.
En 1862.	787,662 tonnes.	213,912 tonnes.
En 1872.	2,250,000 tonnes.	750,000 tonnes.

La production totale de fer doux, en rails et barres, fut d'ailleurs, en 1872, de 1 602 000 tonnes. Pendant les deux seules années 1872 et 1873, on a mis en feu quatre-vingt-trois nouveaux hauts fourneaux. Sur la production totale de la fonte, la moitié provient des fourneaux alimentés à l'anthracite, et 479 000 tonnes de fourneaux au charbon de bois.

Les appareils Bessemer s'y répandent rapidement. Dix usines sont déjà installées pour cette fabrication ; 125 000 tonnes de fonte ont été affinées, par ce procédé, en 1872. On a obtenu 90 000 tonnes de rails qu'il faut ajouter aux 750 000 ci-dessus citées, et 10 000 tonnes de produits divers. Outre cela, on a fabriqué au creuset et dans les fours Martin 30 000 tonnes d'acier fondu proprement dit.

La production américaine se développe d'autant plus rapidement que la consommation lui est encore notablement supérieure. L'importation tend cependant à décroître d'année en année. Ainsi, en 1871, on avait importé 510 000 tonnes de rails, tandis qu'en 1872 le chiffre est descendu à 477 000 tonnes, dont 133 000 tonnes de rails Bessemer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans un avenir prochain, les États-Unis pourront donc se suffire à eux-mêmes sous ce rapport. Les minerais de fer purs y sont cependant à un prix relativement élevé. Le district du Lac supérieur a fourni, dans la seule année 1870, 985 521 tonnes de minerais riches, dont la valeur est estimée, sur les mines, à 21 millions de francs; et le prix de revient du célèbre minerai de Marquette est évalué à près de 14 francs, sans les intérêts des capitaux (1). Cette circonstance explique le fait étrange que les Américains sont venus acheter, en 1872, une certaine quantité de minerai pur jusqu'en Algérie.

Ajoutons, pour clore ces données statistiques, que les minerais riches du nord de l'Amérique sont, en partie, traités directement pour fer malléable au bas foyer (bloomeries). Ces forges catalanes ont donné, en 1872, 52 000 tonnes de fer; mais cette fabrication s'amoindrit maintenant d'année en année, cédant la place aux hauts fourneaux et aux appareils Bessemer.

L'exposition américaine contenait quelques rares collections de minerais, de combustibles et de produits métallurgiques dont il me paraît inutile de parler ici, puisqu'ils ne donneraient qu'une très-imparfaite image des grandes richesses minérales de ce vaste pays.

Je mentionnerai plutôt les appareils exposés par William Sellers et comp., de Philadelphie (n° 454 du groupe 13). Ils se composent d'un four à puddler rotatif, d'un spécimen de laminoir universel, d'un marteau-pilon, etc.

Le four à puddler se compose, comme celui de Danks, d'un vase ovoïde en fonte, tronqué aux deux bouts, et pouvant tourner plus ou moins vite autour de son grand axe horizontal. Mais, au fond, il ressemble plus au *rotator* de M. Siemens qu'au four Danks proprement dit.

Celle des extrémités tronquées qui est ouverte sert à la fois de porte de travail et de canal d'entrée pour la flamme. Elle est adossée contre le foyer, qui se compose d'un générateur à gaz et d'un appareil en briques qui a quelque analogie avec le récupérateur du système Ponsard, pour le chauffage de l'air de combustion. Le gaz et l'air chaud arrivent par deux canaux opposés, s'enflamment réciproquement et pénètrent dans le *rotator*, un peu au-dessus de son axe; puis, après y avoir décrit un fer à cheval vertical, s'en échappent par une ouverture pareille, placée au-dessous de l'orifice d'entrée, pour s'en aller de là au récupérateur, afin d'y chauffer l'air. Cette disposition ne diffère donc du système *horse-shoe* de M. Siemens que par la position relative

(1) *Iron and steel Institute*, 1873. N° 1, p. 233.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des deux carnaux ou rampants. Au four Siemens ils sont l'un à côté de l'autre, dans le même plan horizontal; au four Sellers l'un au-dessus de l'autre, dans le même plan vertical. Dans les deux systèmes on pourrait craindre que la flamme ne s'échappât directement par l'orifice de sortie sans parcourir en entier la courbe en fer à cheval jusqu'au bout du four. En réalité, il n'en est rien ; la flamme arrive avec une vitesse horizontale assez forte pour chauffer le four dans toute sa longueur.

Le rotator Sellers est établi, avec sa machine motrice, sur une plaque horizontale pourvue de galets sur sa face inférieure. Le petit moteur peut faire pivoter horizontalement le système de 90 degrés autour de l'un de ses angles. Le four est ainsi dévié de sa position normale lorsqu'on veut enlever la loupe et recharger l'appareil. Il va de soi qu'à ce moment le courant gazeux et celui de l'air sont interceptés.

Cette disposition d'une ouverture unique tend à réduire les pertes de chaleur ; mais, au fond, elle est plus gênante et moins commode que celle du rotator Siemens. Dans ce dernier, les deux bouts tronqués du vase ovoïde sont ouverts : l'un pour l'arrivée de la flamme, l'autre pour le travail proprement dit. Ce dernier orifice est pourvu d'une fermeture mobile à contre-poids et glissières, pareille à celle des fours à puddler ordinaires. Avec cet arrangement, l'ouvrier peut intervenir, à volonté, avec son ringard, pendant tout le cours de l'opération, s'il le juge nécessaire.

L'intérieur du four tournant est à peu près garni comme le four Danks, et refroidi à l'extérieur par aspersion.

Le premier enduit, directement appliqué contre les plaques de fonte, se compose de :

Minerai de fer riche pulvérisé. . .	100 parties.
Ciment hydraulique.	12
Verre soluble.	18

On lui donne $0^m,05$ d'épaisseur et le fritte au rouge-cerise ; par-dessus on fond des scories de puddlage et y empâte des blocs de minerais, en ayant soin d'égaliser la surface avec un excédant de scories en poudre, chauffées également jusqu'à fusion pâteuse.

La charge, pour une opération, est prise au cubilot et coulée fondue dans le rotator. On opère sur 300 kilog. dans un appareil ayant, à l'intérieur, à peu près $1^m,50$ de longueur sur $0^m,80$ à 1 mètre de diamètre vers la partie élargie.

La charge étant opérée, on fait tourner l'appareil à la vitesse de huit tours

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par minute; et, lorsque le fer commence à souder, on perce la scorie et réduit la vitesse, pendant cinq minutes, à deux tours au plus pour la formation de la loupe.

Un certain nombre de ces fours fonctionnent en Amérique, et y donnent, assure-t-on, des résultats satisfaisants. En tous cas, il m'a paru intéressant de citer cette nouvelle tentative dans la voie du puddlage mécanique.

Le laminoir, exposé à côté du four, présente deux particularités. Pour faciliter l'échange et le réglage des cylindres, on place les fermes sur une double glissière à crémaillère. Une paire de pignons fixés sur l'embase même de la ferme permet d'en opérer le déplacement avec facilité le long du support servant de glissières. Quelques tours de clefs suffisent à cet effet.

L'appareil lui-même est une sorte de laminoir universel à renversement pour fer plat. Le cylindre supérieur est complétement équilibré. Au lieu de simples vis d'arrêt, on serre ce cylindre à l'aide de deux pistons hydrauliques. Les cannelures sont profondes, en sorte que, pour une largeur de barre donnée, une seule cannelure suffit; on abaisse simplement le cylindre supérieur de quelques millimètres, après chaque passage, comme pour le laminage des grosses tôles.

(*La suite au prochain cahier.*)

ÉLECTRO-CHIMIE.

NOTICE SUR LE DOSAGE DU CUIVRE ET DE QUELQUES AUTRES MÉTAUX PAR L'ÉLECTROLYSE.

(*Communiquée par la direction supérieure des mines et usines du Mandsfeld à Eisleben*) (1).

La notice : « Sur le dosage du cuivre dans les schistes d'après des méthodes primées, » qui a été insérée dans le *Zeitschrift für analytische Chemie,* 1869, Heft 1", puis dans le *Zeitschrift für das Berg-Hütten und Salinen Wesen,* 17 Band (1869), page 341 et suivantes, enfin dans le *Berg-und Hüttenmunnischen Zeitung,* contient la description de deux méthodes qui ont été primées : l'une, de M. le docteur Stein-

(1) La traduction de cette notice, faite par M. O. Loiseau, ingénieur, nous a été remise par MM. OEschger et Mesdach, qui emploient ces procédés dans les laboratoires de leurs établissements. (R.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

beck, est basée sur le titrage, par le cyanure de potassium, de solutions préparées dans des conditions déterminées; l'autre, de M. C. Luckow, consiste dans la séparation du cuivre à l'état métallique, par le courant galvanique.

Dans les conclusions de ce travail, on signalait déjà les avantages qu'aurait sur les autres méthodes le procédé de dosage du cuivre par voie d'électrolyse. Plusieurs de ces avantages ont été indiqués, bien qu'on dût se dire alors que certains phénomènes demeuraient inexpliqués, que certaines perturbations restaient à écarter, et que les modes d'essais employés jusqu'alors pour le dosage du cuivre dans les schistes devaient s'étendre à la détermination de ce métal dans des substances de teneurs en cuivre très-variables et de compositions diverses. Alors, déjà, on exprimait l'espoir de pouvoir employer le procédé d'électrolyse pour des substances riches en cuivre, bien que les recherches faites dans ce but n'eussent pas encore abouti; l'ensemble des expériences ne suffisait pas encore pour permettre d'appliquer l'électrolyse à toutes les prises d'essais provenant des minerais de Mansfeld.

La présence de grandes quantités de fer était nuisible; la couleur du dépôt de cuivre faisait souvent présumer la séparation simultanée d'une autre substance. Ces causes d'inexactitude n'étaient pas de nature à recommander le procédé d'électrolyse pour la plupart des substances cuivreuses, ou au moins pour tous les cas qui se présentaient.

Depuis lors, cette manière de procéder s'est modifiée.

Par des études suivies, par une série d'expériences, souvent par une simple manipulation, en général par des changements facilement praticables dans le mode d'opérer, on est arrivé à étendre considérablement le cercle d'application de ce procédé, et à y apporter déjà aujourd'hui un degré remarquable de perfection.

Toutefois, la solution n'est pas encore complète. Les efforts sont actuellement dirigés vers la simplification des batteries, leur installation à peu de frais, et la production certaine d'un courant électrique continu dont on puisse à volonté régulariser la force. Dès à présent, il est permis d'espérer que l'on arrivera à une plus grande simplicité du procédé et que son emploi se généralisera pour les séparations des métaux.

Déjà, dans les premiers mois de l'année **1869**, on avait réussi à doser le cuivre dans des « Spursteinen » renfermant environ **65** pour **100** de cuivre et **3** à **7** pour **100** de fer, en employant un courant électrique deux à trois fois plus fort que celui dont on se serait servi pour les schistes, et en agrandissant le cylindre de platine destiné à recevoir le dépôt.

Par contre, pour le dosage du cuivre dans des « Rohsteinen » renfermant de **17** à **24** pour **100** de fer, on rencontrait des difficultés consistant en ce que l'action du bioxyde d'azote sur l'oxydule de fer s'exerçant simultanément avec la réduction du cuivre faisait apparaître à l'électrode négative une coloration brun noirâtre de la solution métallique, laquelle augmentait à mesure que le cuivre se déposait, et toujours à l'extérieur du cylindre de platine où l'action de l'acide était faible, tandis que, à l'in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

térieur du cylindre où l'acide libre agissait, aucune séparation semblable n'était apparente. C'est cette remarque qui a donné l'indication du changement à faire au cylindre de platine où le cuivre se dépose.

On a construit un cône de platine et pris soin que l'acide se distribue uniformément à l'intérieur comme à l'extérieur de ce cône; nous reviendrons tout à l'heure sur cet objet. Déjà, dans le courant de **1869**, on était arrivé à une disposition telle, que toutes les substances ne contenant pas d'arsenic, d'antimoine et de bismuth (ces métaux se précipitent sur le cuivre et le colorent en noir) étaient essayées pour cuivre, par le procédé d'électrolyse, au laboratoire d'Eisleben. De nombreux essais comparatifs ont démontré que cette méthode donne des résultats plus exacts que la méthode de dosage suédoise et celle de Rose, aujourd'hui abandonnées.

Procédé de dosage, par l'électrolyse, du cuivre contenu dans les matières riches de compositions diverses et dans les scories.

L'électrolyse dégageant les métaux de leurs solutions nitriques, il faut tout d'abord dissoudre les matières à essayer dans l'acide nitrique; on ne peut cependant opérer ainsi que pour le cuivre métallique, les alliages de cuivre purs et les oxydes (cendres cuivreuses). La dissolution opérée, on évapore l'excès d'acide resté libre ou on le neutralise par l'ammoniaque, afin d'établir la proportion exacte d'acide nitrique libre nécessaire à la réussite de l'opération (**20** vol. d'acide de **1,2**, poids spécifique, pour **200** vol. de liquide).

Les minerais et produits d'usines qui ne se dissolvent pas complétement dans l'acide nitrique doivent être traités par l'acide sulfurique concentré; dans cette catégorie se trouvent les combinaisons avec le soufre (« Spursteine, Rohsteine, » etc.). Le soufre, qui se dépose en petites boules, ou en masses jaunes, n'est pas toujours pur de tout cuivre; c'est pourquoi il est préférable d'employer l'eau régale et l'acide sulfurique comme le plus sûr mode de séparation, même pour les substances qui sont décomposées par l'acide nitrique. On doit traiter de la même manière les produits cuivreux grillés, les poussières et les minerais dont la composition n'est pas connue.

On sait que la masse doit être évaporée avec soin jusqu'à siccité dans des capsules en porcelaine. L'acide sulfurique en excès doit être expulsé, et le soufre séparé est brûlé; puis on ajoute de l'acide nitrique du degré voulu et en quantité suffisante pour la dissolution de la masse saline sur le bain de sable. L'acide sulfurique, combiné à l'oxyde métallique, qui sera rendu libre par la séparation du cuivre, ne nuit en rien; le cuivre séparé d'une telle solution se fixera plutôt avec une belle couleur à l'électrode négative de platine. L'électrolyse des « Rohsteine » et autres corps riches en fer, comme aussi des minerais et produits très-riches en cuivre, conduit à des résultats exacts, si la substance a été complétement dissoute de la manière indiquée et soumise ensuite à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un courant galvanique assez fort pour que le cuivre adhère solidement à la feuille de platine et ne se dépose pas à l'état grenu, auquel cas il se détacherait facilement.

Le temps nécessaire pour que le dépôt se fasse complétement varie avec la teneur en cuivre; des substances très-riches en cuivre exigent plus de douze heures. On opère sûrement quand on laisse agir l'appareil galvanique environ dix-huit heures, de manière à terminer ainsi journellement un essai avec chaque batterie.

Les batteries elles-mêmes diffèrent dans leur construction de celles décrites précédemment par Meidinger; celles-ci consistent en trois éléments et sont suffisantes pour faire les essais de schistes, scories et minerais pauvres. La force du courant ne peut qu'être faible pour de tels essais. Il suffit de vingt-quatre heures pour effectuer deux essais avec chaque batterie, l'un terminé de jour et l'autre s'achevant pendant la nuit.

Les batteries plus fortes, pour l'électrolyse des minerais et produits d'usines plus riches en cuivre, comprennent six éléments construits d'après la modification de l'élément de Meidinger, indiquée par le docteur Pinkus. Chaque élément se compose d'un fort cylindre en verre, haut de $0^m,28$, large de $0^m,18$, sur le fond duquel se trouve un disque en cuivre, épais de $0^m,001$, d'un diamètre en rapport avec celui du cylindre, et auquel est soudé un fil conducteur en cuivre placé verticalement. A peu près à mi-hauteur du cylindre est suspendu, par trois fils de cuivre soudés, un disque en zinc d'environ $0^m,02$ d'épaisseur et d'un diamètre un peu plus faible que celui du vase. Ce disque est pourvu, au milieu, d'une ouverture d'environ $0^m,04$ de diamètre. Un des fils de suspension sert en même temps de pôle. Afin que le fil partant de la rondelle de cuivre ne touche dans aucun cas le disque de zinc, il est entouré d'un tube en verre mince.

Un point particulièrement important pour l'assemblage des éléments est l'écartement entre le disque de cuivre et le disque de zinc. Plus ceux-ci sont écartés l'un de l'autre, plus faible est la force électrique de chaque élément séparé, et plus grand doit être le nombre d'éléments d'une telle batterie pour produire un courant de force déterminée. Ainsi une batterie de quatre éléments dont les rondelles de cuivre et de zinc sont éloignées de 3 pouces, donne une force de courant mesurée par un dégagement en une demi-heure de 100 à 120 centimètres cubes d'hydrogène au voltamètre, tandis que six éléments dont les disques sont éloignés de 6 pouces ne produisent dans le même temps qu'un courant correspondant à 80 à 100 centimètres cubes d'hydrogène.

Les premières batteries de quatre éléments ont une durée d'au moins cinq semaines, et produisent une force de courant suffisante pour les essais de cuivre. Elles ont l'avantage de ne demander qu'un faible capital et un moindre emplacement, ce qui leur donne une supériorité décisive sur les batteries de six éléments avec 6 pouces d'espace entre les disques, dont la durée se prolonge de six à sept semaines, parce que la quantité de liquide pour la réception du sulfate de zinc est plus grande que lorsque les disques sont plus rapprochés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est à remarquer que la température du laboratoire a une influence marquée sur les effets des batteries ; ainsi, dans les froides journées d'hiver, il faudra avoir soin de chauffer jour et nuit. Si on néglige cette précaution, les essais soumis, la nuit, à l'action du courant électrique ne s'achèvent pas par suite de l'abaissement de la température.

L'établissement de la batterie est simple. On remplit le cylindre presque complétement avec de l'eau de pluie, ou toute autre eau bien pure. On y dissout 10 onces de sulfate de magnésie, puis on y place le disque de cuivre et on suspend la rondelle de zinc. Vient ensuite la réunion de six éléments en une batterie au moyen de pinces à vis. L'action commence aussitôt qu'on a placé sur chaque élément un ballon en verre rempli de sulfate de cuivre cristallisé et d'eau, dans le col duquel passent au travers d'un bouchon deux tubes en verre de $0^m,004$ de diamètre intérieur. Ces tubes passent par l'ouverture du disque en zinc et se terminent à environ $0^m,07$ au-dessus de la rondelle de cuivre.

De l'un de ces tubes s'écoule une solution concentrée de sulfate de cuivre, pendant que par l'autre monte dans le ballon la solution de sulfate de zinc dont la légèreté spécifique augmente successivement. Au commencement, la solution de sulfate de cuivre coule assez fort; mais, lorsqu'elle a atteint les tubes, elle ne coule plus qu'autant que le courant galvanique décompose la solution de sulfate de cuivre.

Un couvercle en bois, percé, au milieu, d'un trou pour le passage du col du ballon, sert de support à celui-ci et protége l'appareil contre une casse trop facile.

Une batterie peut rester en marche presque continue pendant six à huit semaines, sans qu'il soit nécessaire d'y ajouter de l'acide sulfurique ou d'y donner des soins spéciaux. La force du courant se développe de plus en plus au commencement, puis elle se perd successivement. Lorsque la force du courant est devenue insuffisante, que le liquide est trop chargé de sulfate de zinc, et que la rondelle de zinc est recouverte d'une forte couche de cuivre, il faut nettoyer la batterie. Cette opération se fait en enlevant le cuivre déposé, en employant une nouvelle solution de sulfate de magnésie, en remplissant le ballon avec du sulfate de cuivre, dont on prend 7 à 8 livres, enfin en changeant la rondelle de zinc quand cela paraît nécessaire, ce qui arrive après un laps de temps de quatre à six mois.

Il y a actuellement douze de ces grandes batteries (72 éléments) et autant de petites dans le laboratoire d'Eisleben. Les premières permettent à une personne d'achever douze essais par jour; à l'aide des dernières, une seule personne peut également en faire facilement vingt-quatre.

Les grandes batteries possèdent l'avantage d'être plus faciles à surveiller, plus propres et plus économiques; elles sont plus simples, plus faciles à nettoyer et donnent un courant plus fort et plus constant. Une telle batterie est représentée fig. 1.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

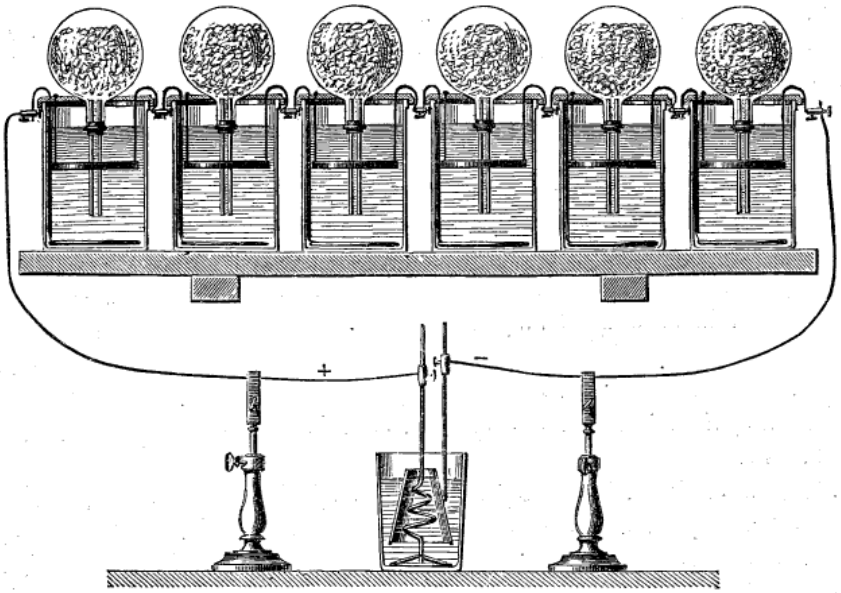


Fig. 1. Batterie de six éléments.

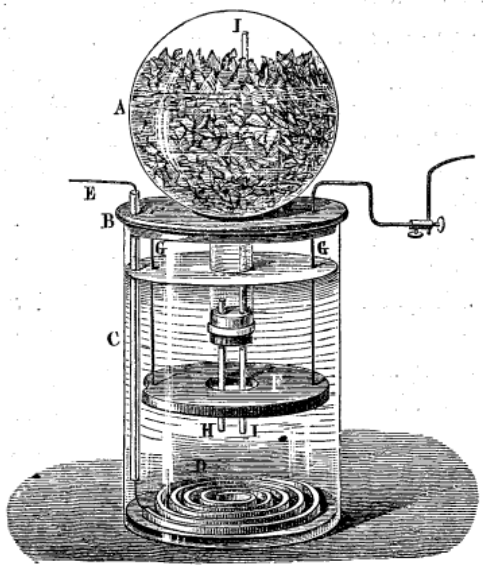


Fig. 2. Élément de batterie.

La figure 2 ci-contre représente à une plus grande échelle un élément de batterie :

A, ballon de verre rempli de sulfate de cuivre et fermé par un bouchon traversé par deux tubes de verre.

B, couvercle en bois recouvrant le vase C.

C, vase cylindrique renfermant le sulfate de magnésie.

D, spirale en cuivre communiquant avec le fil de cuivre E (dans l'origine, au lieu de cette spirale il y avait un disque).

E, fil de cuivre passant dans un tube de verre.

F, disque en zinc tenu par des tiges de cuivre G.

H, tube en verre servant à l'écoulement du sulfate de cuivre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

I, tube montant à la partie supérieure du ballon A et y amenant la solution de sulfate de zinc.

Pour l'électrode négative en platine, il convient d'employer une feuille de platine, tournée en tronc de cône ouvert aux deux bouts et muni de fentes longitudinales.

Cette forme ne prévient pas seulement les pertes provenant de projections de gouttes d'acide au pôle positif (spirale), elle établit aussi par les fentes une répartition indispensable pour les substances très-riches en fer, de l'acide restant libre à l'intérieur du cône, sur l'extérieur de celui-ci ; on évitera par là la réduction partielle de l'oxyde de fer en oxydule, la transformation de l'acide nitrique libre en oxyde azotique, et même la coloration en noir brunâtre du liquide à essayer.

La force du courant est nécessaire en ce sens que le dégagement d'acide sous l'influence de courants faibles n'est que peu important et ne suffit pas à paralyser complétement les phénomènes de réduction, tandis que de forts courants opèrent plus facilement sans causer le moindre préjudice.

On peut, il est vrai, arriver au même résultat avec la forme cylindrique pour l'électrode négative en platine, en employant une double spirale qui laisse de l'acide libre à l'extérieur comme à l'intérieur du cylindre ; mais cette dernière disposition exigeant du fil de platine plus fort et en plus grande quantité, et par conséquent une plus forte dépense, il est préférable d'employer, comme la figure 1 l'indique, la combinaison d'une simple spirale et du cône de platine.

Les figures 3 et 4 représentent en sections verticales et en plans le cône et la spirale indiqués à une plus petite échelle fig. 1. Voici quelques indications spéciales sur le mode de procéder :

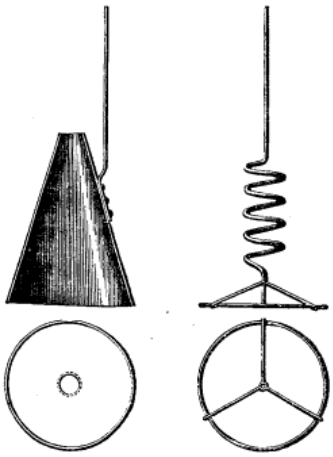


Fig. 3. Coupe et plan du cône.

Fig. 4. Coupe et plan de la spirale.

Pour la dissolution des matières riches en cuivre, on prend 2 grammes que l'on place dans une capsule de porcelaine à fond rond, de $0^m,14$ de diamètre et $0^m,06$ de profondeur; on dissout par 40 cent. cubes d'eau régale (ou d'acide nitrique), avec addition de 4 cent. cubes d'acide sulfurique étendu d'une fois son volume d'eau. Il va sans dire que, la dissolution opérée, on évapore l'eau et les acides libres, et on brûle le soufre avec précaution, afin d'éviter des pertes.

Lorsque la liqueur est clarifiée, on filtre la dissolution de sulfate neutre dans un vase de Berlin de $0^m,08$ de diamètre intérieur et $0^m,12$ de haut. A environ $0^m,095$ au-dessus du fond, se trouve une ouverture de $0^m,011$ de diamètre pour la décantation du liquide acide. Le vase sera rempli jusqu'à la marque de 200 centimètres cubes. Le degré de dilution ainsi indiqué, on ajoute 20 centimètres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cubes d'acide nitrique. Si l'on veut faire servir ce liquide, après la séparation du cuivre, à la détermination d'autres corps, on choisit des verres munis, à environ $0^m,02$ sous le bord supérieur, d'un tube en verre recourbé en siphon.

Dans la solution bien remuée, on place le cône de platine pesant environ 20 grammes, de façon que, surtout pour les fortes teneurs en fer, l'écartement entre celui-ci et le pied de la spirale soit à peine de $0^m,005$; pour des solutions très-riches en cuivre, on peut porter cet écartement à $0^m,01$. La spirale servant d'électrode, faite de fil mince de platine, pèse environ 16 grammes.

Autrefois on trouvait suffisant, pour des teneurs faibles en cuivre, un courant d'une force exprimée par 16 à 20 centimètres cubes d'hydrogène provenant de la décomposition de l'eau pendant trente minutes par un simple voltamètre; aujourd'hui il faut pour la séparation du cuivre, dans des matières riches en fer, faire agir, pendant dix-huit à vingt heures, un courant capable de donner 100 à 120 centimètres cubes d'hydrogène en trente minutes. Si la teneur en fer est minime, on se servira d'un courant de force exprimé par 75 à 100 centimètres cubes d'hydrogène dégagé en trente minutes.

Dans ces derniers temps, on a mesuré plus simplement et plus sûrement la force du courant au moyen d'une boussole à tangentes; il est à espérer qu'on découvrira bientôt ce qui est indispensable et ce qui est nuisible ou superflu. On s'applique à simplifier de plus en plus les batteries; on espère même arriver à établir un certain nombre de batteries galvaniques par l'emploi d'une machine magnéto-électrique mue par l'homme ou par un moteur et réglée, quant à la force du courant, par l'intercalation d'un rhéostat de Wheatstone. On pourrait ainsi faire simultanément un grand nombre d'essais.

Dans l'espace de dix-huit heures tout le cuivre s'est séparé, adhérant et brillant, sur le cône de platine. Il ne faut pourtant pas négliger de s'assurer que le liquide est bien privé de cuivre. Cette épreuve s'effectue facilement en élevant le niveau du liquide au moyen de la *pissette*. La partie supérieure du cône de platine, qui était précédemment au-dessus du niveau du liquide, est actuellement immergée. Si cette portion de la surface qui était restée brillante ne se recouvre, au bout d'une demi-heure, d'aucun enduit rouge, c'est que la précipitation du cuivre est complète, et on peut encore en avoir la certitude en ajoutant quelques gouttes de sulfide hydrique, comme il a été dit précédemment; le courant doit continuer à agir jusqu'à ce que le liquide acide soit complétement remplacé par de l'eau, qui est amenée au fond du vase, afin que l'action dissolvante de l'acide resté libre ne puisse s'exercer sur la grande et mince surface du dépôt de cuivre. Il faut faire affluer la quantité d'eau nécessaire pour que le liquide n'ait plus de réaction acide en sortant du vase de Berlin. Si l'on veut utiliser le liquide privé de cuivre pour des analyses ultérieures, il faut, pour la décantation de la solution, employer de l'eau distillée et non pas de l'eau de source. Le mode d'opérer après la dissolution du dépôt de cuivre a déjà été suffisamment décrit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les applications du procédé de dosage donné par Von Luckow, on avait déjà remarqué que le cuivre se recouvrait quelquefois d'un enduit brun tirant vers le noir, et que, par suite de la présence d'une substance étrangère, les résultats d'analyse étaient inexacts pour des matières très-pauvres. Cet enduit était en quantité si minime, que l'on ne pouvait avec certitude en déterminer la nature ; il se présentait le plus souvent dans les essais de scories, pour lesquels on trouvait alors une teneur un peu trop élevée.

Par des recherches synthétiques, il a été établi que l'arsenic et même le sélénium étaient séparés par le courant galvanique, mais plus tard que le cuivre, lequel se trouvait ainsi recouvert par ces autres substances. La quantité en était toujours, il est vrai, très-petite, mais c'est à leur présence qu'on devait attribuer le surplus de poids, insignifiant du reste, qui avait été constaté.

L'antimoine et le bismuth ne se sont pas encore rencontrés dans les schistes du Mansfeld, ni dans les produits d'usines. Tout récemment, on a démontré que le sélénium pouvait se séparer complétement des solutions nitriques par le courant électrique. Dans nombre de cas cependant, il semble que la coloration gris noir du cuivre, quelquefois irisée, doive être attribuée à l'existence, dans la solution, de traces d'acide chlorhydrique ; une addition de cet acide en quantité très-minime produit les phénomènes observés.

Tout le plomb contenu dans la solution se sépare, surtout comme peroxyde, au pôle positif, à la spirale, et on peut en déterminer le poids quand la quantité n'en est pas trop grande. Pour de grandes quantités une partie seulement du peroxyde s'attache au platine, le reste se sépare à l'état de petites paillettes.

On étudie avec soin les conditions de ces phénomènes et on espère, de cette manière, trouver un procédé de dosage du plomb.

Il serait important de pouvoir empêcher le précipité noir de se produire et d'employer l'électrolyse d'une manière générale pour le dosage du cuivre.

Ce fait, que le cuivre se sépare le premier et que l'enduit noir ne vient qu'après, donne déjà un moyen d'arriver à un résultat utile. Il faudrait interrompre l'opération aussitôt que commencerait à apparaître l'enduit noir ; mais cette manière de procéder exigerait une surveillance presque continue, ou au moins une répétition très-sérieuse de tout essai suspect ; d'ailleurs on n'a aucune garantie que, dans tous les cas, le cuivre soit toujours complétement séparé quand le précipité noir commence. On arrive plus sûrement à une certitude par le procédé suivant :

Lorsque le dépôt est terminé, on sort du vase à la manière ordinaire le cône de platine qui est recouvert du cuivre avec enduit noir, puis on lave et sèche. Alors on le fait rougir faiblement, pendant un temps assez court, sur une flamme de gaz ou d'alcool, ou dans un moufle chauffé au rouge. La substance sombre se volatilise, et le cuivre métallique est transformé en oxyde ou oxydule sans aucune perte sensible. On place ensuite le cylindre ou le cône de platine dans un petit vase de Berlin, on le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

relie au fil conducteur du pôle plomb ou cuivre d'une petite batterie, et on suspend au-dessus un cylindre de platine préalablement pesé et un peu plus grand que le précédent; ce cylindre doit être relié avec le fil conducteur du pôle zinc. Cela fait, on introduit dans le vase de Berlin la quantité nécessaire soit d'acide nitrique étendu (1 d'acide pour 6 d'eau), soit d'acide sulfurique étendu (1 : 8), et on fait agir la batterie électrique. Le cuivre oxydé attaché au cylindre qui sert de spirale ou de pôle positif se dissout, et se dépose avec un vif éclat métallique sur l'autre cylindre servant de pôle négatif. L'ensemble de l'opération dure ainsi quelques heures de plus que précédemment, mais on a l'avantage d'obtenir un résultat plus certain.

Il a été prouvé qu'une quantité donnée de cuivre à laquelle on avait ajouté de l'arsenic et de l'antimoine donnait, après la manipulation qui vient d'être décrite, exactement le poids primitif. Le fait même du dépôt d'enduit noir sur le cuivre facilite la volatilisation à une température modérée et garantit le platine contre toute atteinte.

Le procédé décrit n'est cependant applicable que dans le cas où l'antimoine, l'arsenic ou le sélénium ne sont qu'en petite quantité. Leur présence n'est pas alors sensiblement nuisible, et ils n'attaquent pas le platine, parce qu'ils recouvrent le dépôt de cuivre. Mais, s'il se trouve de grandes quantités de ces matières, il ne reste d'autre mode de procéder que de saisir le moment où la séparation du cuivre est terminée et où l'enduit noir commence à se montrer. Le courant doit alors être interrompu, le cône de platine enlevé de la solution, et on opère comme il a été dit.

Des recherches ultérieures conduiront peut-être au dosage, par l'électrolyse, de l'arsenic, de l'antimoine et du sélénium.

Il paraît que, particulièrement pour les substances très-riches en fer, il est préférable d'employer l'acide oxalique au lieu de l'acide tartrique.

Dosage du nickel et du cobalt par voie d'électrolyse.

On a été récemment assez heureux pour découvrir un procédé simple et expéditif, à l'aide duquel il est possible de séparer le nickel et le cobalt des dissolutions métalliques et de les doser ensemble. Quant à la séparation ultérieure de ces deux métaux, elle doit encore se faire par une des méthodes connues.

Comme exemple du mode de procéder, nous nous servirons de rognures de cuivre dont la teneur en nickel et en cobalt ne soit pas trop minime, et dont celle en cuivre soit aussi à déterminer.

On dissout par l'acide nitrique ou l'eau régale 2 grammes de rognures de cuivre, après addition de 4 centimètres cubes d'acide sulfurique. L'évaporation de cette solution et l'expulsion de l'acide libre contenu dans la masse saline étant effectuées, on ajoute 20 centimètres cubes d'acide nitrique et on reprend par l'eau. L'argent contenu doit être précipité par une quantité suffisante d'acide chlorhydrique très-étendu.

Après avoir chauffé la dissolution, la filtration se fait dans un vase de Berlin muni

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un tube recourbé en siphon analogue à celui déjà décrit, et on étend d'eau jusqu'à atteindre la marque du vase correspondant à un volume de 200 centimètres cubes. On suspend le cône de platine dans la dissolution et on y fait agir, pendant dix-huit heures, un courant électrique de la force indiquée précédemment ; le cuivre est ainsi précipité. Le liquide est versé avec soin dans une capsule en porcelaine, le cône de platine lavé et nettoyé, et l'eau de lavage mélangée à la dissolution. On pèse le cuivre. On ajoute à la liqueur qui contient tout le nickel et le cobalt quelques centimètres cubes d'acide chlorhydrique, on évapore à une flamme de gaz, puis au bain de sable ou au bain-marie, jusqu'à expulsion de tout l'acide nitrique. Ensuite on étend par de l'eau chaude avec addition d'une petite quantité d'ammoniaque, on filtre pour séparer l'oxyde de fer et on lave à l'eau chaude (1).

Le fer étant éliminé par un seul traitement par l'ammoniaque, on ajoute à la dissolution filtrée 15 centimètres cubes d'ammoniaque. On suspend l'appareil en platine, exactement pesé au préalable, on ajoute de l'eau jusqu'à ce que la liqueur dépasse la partie supérieure de celui-ci, et on fait agir la batterie (2).

La dissolution de nickel et de cobalt colorée en bleu se décolorera successivement pendant le dépôt de ces métaux sur la lame de platine. Dans la liqueur où se fait le dépôt, il doit toujours se trouver un petit excès d'ammoniaque. Le dépôt est complétement effectué lorsque le courant galvanique a opéré pendant une nuit sur la liqueur. On en acquiert la preuve quand on ajoute quelques gouttes de sulfhydrate d'ammoniaque à la liqueur parfaitement limpide et incolore ; la teinte jaunâtre du sulfhydrate persiste.

On sort du vase l'appareil de platine recouvert du dépôt, on lave à l'eau chaude, puis à l'alcool, on sèche et on pèse ; la différence entre le poids trouvé et celui de l'appareil de platine donne exactement le poids du nickel et du cobalt. Le dépôt de ces deux métaux se fait principalement sur la face interne de l'appareil, où il a la couleur de l'argent ; sur la face externe, il est plus blanc.

Si l'on veut déterminer séparément la teneur en cobalt, on dissout les deux métaux dans la plus petite quantité possible d'acide chlorhydrique et, après avoir lavé le cône de platine avec soin, on les sépare par les méthodes connues. La meilleure consiste dans l'emploi du nitrite de potasse. Le sel double jaune de cobalt et de potasse qui se

---

(1) Il suffit d'un traitement unique par l'ammoniaque, quand il n'y a que peu d'oxyde de fer à précipiter. Quand la teneur en fer est très-grande, on doit dissoudre et précipiter deux et jusqu'à trois fois ; dans ce cas, on doit employer un autre réactif (acétate de soude....., etc.).

(2) Le dosage par l'électrolyse du nickel et du cobalt ne réussit pas quand, par suite de plusieurs précipitations de l'oxyde de fer, il s'est formé beaucoup de chlorure ammoniacal. Dans ce cas, la dissolution doit être évaporée, et la plus grande partie possible du sel ammoniac expulsée par la chaleur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produit est redissous dans un peu d'acide chlorhydrique qu'on étend d'eau et auquel on ajoute un peu d'ammoniaque en excès.

On mélange bien la dissolution, et on sépare ensuite le cobalt par voie d'électrolyse comme il a été dit précédemment. La solution ammoniacale, d'une teinte violette plus ou moins intense suivant la teneur plus ou moins forte en cobalt, se décolore au bout de douze heures environ, ce qui indique l'achèvement du dépôt; néanmoins il est toujours bon de faire l'épreuve de la liqueur par le sulfhydrate d'ammoniaque. Le poids trouvé pour le cobalt, soustrait du poids total des deux métaux réunis, donne, par différence, la teneur en nickel.

La méthode décrite conduit à des résultats plus exacts qu'aucune des méthodes actuellement connues, est très-simple, facilement praticable, et n'est pas sujette aux sources d'erreurs habituelles.

En ce qui concerne la manière dont se comporte le plomb pendant l'électrolyse, il est utile de noter ce qui suit :

Dans l'exemple que nous avons pris, la dissolution nitrique après addition d'acide sulfurique, est évaporée à siccité et la majeure partie du plomb se trouve dans les résidus à l'état de sulfate. Le nitrate de plomb qui passe dans la solution (en quantité toujours insignifiante) se dépose pendant l'électrolyse au pôle positif (à la spirale), surtout à l'état de peroxyde.

S'il s'agit de déterminer le plomb quantitativement, on doit peser précédemment la spirale en platine et le sulfate de plomb qui se trouve dans les résidus.

Si l'on veut, par contre, déterminer par voie d'électrolyse la teneur totale en plomb, il faut faire une prise d'essai spéciale pour plomb. On en pèse une petite quantité (environ 1 gramme); on dissout par l'acide nitrique, et on dirige le courant électrique dans cette liqueur qui ne doit contenir qu'un léger excès d'acide libre.

On doit assurer à la spirale de platine la plus grande surface possible pour la réception du peroxyde de plomb, soit en lui donnant plus de tours que d'ordinaire, soit en ajustant des lames de platine percées de trous sur les pieds de l'appareil. La spirale ordinaire avec trois pieds ne précipite que de petites quantités de plomb.

Le moyen de déterminer une grande teneur en plomb par l'électrolyse n'est pas encore trouvé. Il est constaté que la matière brune tirant sur le noir qui se dépose à l'électrode positive n'est pas exclusivement du peroxyde de plomb (PbO^2), mais bien un hydrate de plomb d'une richesse variable; de telle sorte que la teneur en plomb ne peut être calculée d'après le poids du dépôt. Les recherches relatives au moyen de séparer par l'électrolyse le plomb de tous les métaux qui ne forment pas de peroxydes, de manière à avoir une base de détermination exacte du plomb, n'ont pas encore abouti.

Si la proportion de fer à séparer est considérable, l'opération devient fort longue par suite des précipitations répétées par l'ammoniaque, des redissolutions dans l'acide et de l'expulsion du chlorure ammoniacal. On a donc cherché à séparer, sans filtration

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

préalable, le cobalt et le nickel de l'oxyde de fer. Comme d'ailleurs une certaine quantité d'ammoniaque doit se trouver dans la liqueur d'essai, on laisse l'hydrate de fer se déposer complétement, et on place ensuite la spirale de platine qui doit de préférence être munie de six ou huit pieds (1), au lieu de trois comme d'ordinaire; on suspend le cône en platine et on laisse agir le courant électrique.

Lorsqu'il n'y a que peu d'oxyde de fer à précipiter, la séparation du nickel s'opère comme précédemment, alors même que l'oxyde de fer n'est pas séparé par filtration. Mais, si la quantité de fer est notable, on fait alors agir le courant pendant une nuit jusqu'à ce que la dissolution soit devenue incolore; on la rend légèrement acide à l'aide de l'acide chlorhydrique, de telle sorte que l'oxyde de fer soit dissous, et on y introduit, immédiatement après, de l'ammoniaque en léger excès. De cette façon la partie d'oxyde de nickel qui aurait accompagné l'oxyde de fer dans une première précipitation reste dissoute, et, par l'action décomposante du courant galvanique, le nickel va se fixer à l'état métallique sur l'appareil de platine. Pour accélérer la redissolution de l'oxyde de fer, on fera bien d'échauffer la liqueur sur un bain de sable avant le commencement de l'électrolyse.

Par ce moyen, on obtient sur le cône de platine le nickel libre privé de fer et l'hydrate de fer entièrement privé de nickel, ou en renfermant de si faibles traces qu'elles sont à peine préjudiciables à l'exactitude de l'essai, ainsi que cela a été établi par une série de recherches.

Pourtant il sera préférable, dans la plupart des cas, d'éloigner le fer avant l'électrolyse, particulièrement quand le fer devra être déterminé quantitativement et quand le manganèse l'accompagne. Ce dernier n'est, dans aucun cas, embarrassant dans le dosage par l'électrolyse du nickel et du cobalt; pendant l'action électrolytique, il se sépare à l'état oxydé d'une façon continue et complète à la surface de la liqueur, sous forme de légers flocons bruns ou à l'état de mousse. Il est à présumer que la détermination quantitative du manganèse contenu dans la dissolution peut se faire au moyen de cet oxyde; mais jusqu'ici on n'y a pas donné suite.

Quand le nickel et le cobalt accompagnent des produits zincifères, il faut séparer le zinc par les procédés connus avant la détermination du nickel, etc., par l'électrolyse, par cette raison que le zinc se dépose aussi sur le platine avec une teinte blanchâtre; mais le dépôt n'est pas adhérent, et jusqu'à présent on n'est pas arrivé à le fixer sur le platine.

De même que les deux métaux sont séparés par l'électrolyse dans les solutions ammoniacales de chlorures de nickel et de cobalt, de même on peut les séparer complétement dans les dissolutions sulfuriques; le nickel s'y dépose, en effet, avec une

(1) Ou mieux encore, on termine le pied en une spirale avec un grand nombre de tours et que l'on place horizontalement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teinte presque blanc-argent. Dans le mélange de sulfates de cuivre et de nickel, on peut également déterminer le nickel très-exactement par l'électrolyse.

Des recherches faites pour déterminer la teneur en nickel du « Kupfernickel » (nickel arsenical ou nickeline) ont conduit à des résultats très-satisfaisants ; elles ont montré qu'il n'est pas nécessaire de séparer l'arsenic avant de procéder à la détermination du nickel par voie d'électrolyse, car on obtient les mêmes résultats qu'en éliminant préalablement l'arsenic. Si l'on dissout, dans le premier cas, le dépôt de nickel sur le platine au moyen de l'acide chlorhydrique, et qu'on soumette la liqueur à l'appareil de Marsh, on découvre à peine une trace d'arsenic.

Mentionnons encore que l'on obtient le nickel métallique en petites lames ou paillettes, quand on emploie, pour dissoudre le dépôt sur le platine, de l'acide chlorhydrique très-faible et qu'on opère à une température peu élevée.

(*Zeitschrift für das Berg-Hütten und Salinen-Wesen*, 1872.)

Sur l'application du procédé de dosage des métaux par l'électrolyse a l'analyse des alliages de cuivre et de nickel, par M. Herpin.

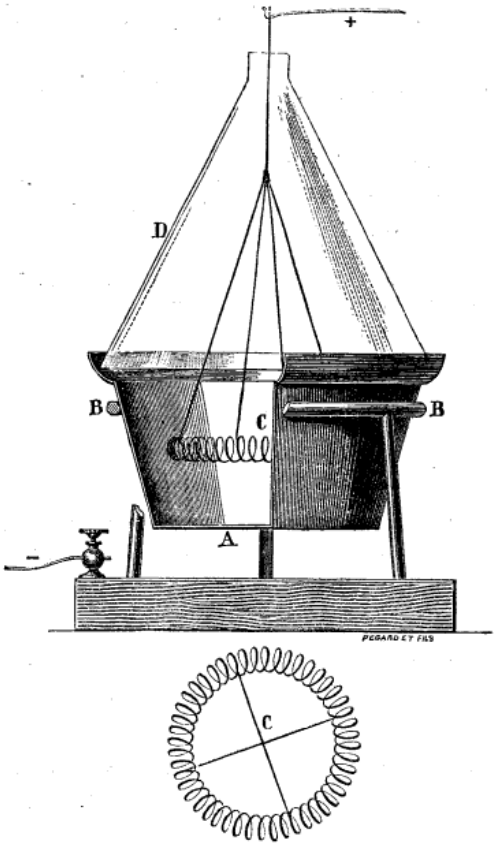
Avant d'avoir eu connaissance, grâce à l'obligeance de M. Peligot, de la Notice qui précède, MM. Christofle avaient déjà appliqué depuis longtemps, dans leur laboratoire, le procédé d'électrolyse à l'essai de leurs bains de sulfate de cuivre, et ce procédé avait donné des résultats très-satisfaisants.

Jusqu'à présent, nous n'avions pas eu l'occasion d'employer cette méthode pour la séparation du cuivre du nickel ; ce n'est qu'en voulant vérifier les conclusions du Mémoire allemand, principalement en ce qui concerne le dosage du nickel, que nous avons recherché la meilleure méthode de traitement à adopter et la meilleure forme à donner à l'appareil pour arriver à un bon dépôt et pour éviter les chances d'erreur.

L'appareil allemand se compose, ainsi qu'on l'a vu plus haut, d'un cône de platine destiné à recevoir le dépôt métallique et d'une spirale également en platine servant d'anode; le tout est mis dans un vase en verre de 500 centimètres cubes, dans lequel on verse le liquide soumis à l'électrolyse. Cet appareil, qui a été fait en vue de l'analyse des minerais de cuivre et qui donne de bons résultats dans ce cas, a besoin d'être modifié quand il s'agit d'analyser des alliages et, en particulier, quand on veut doser le nickel dans le maillechort. En effet, dans ce dernier cas, la liqueur soumise à l'électrolyse se trouve beaucoup trop étendue ; il faut un courant très-énergique pour l'épuiser complétement; de plus, des parcelles de métal se détachent du cône et, bien qu'on puisse les recueillir et les peser à part, cela n'en constitue pas moins une cause d'erreur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons alors pensé qu'il serait préférable de prendre pour électrode le vase lui-même. C'est, comme l'indique la figure ci-contre, une capsule de platine A, posée sur un trépied métallique B et réunie au pôle négatif; l'anode se compose d'une spirale de platine C; enfin on peut recouvrir le tout d'un entonnoir en verre D, afin d'éviter les projections résultant du dégagement des gaz.



Si l'on a à analyser un alliage de cuivre et de nickel (et nous ne nous occuperons que de ce cas, les autres métaux, ainsi que l'a indiqué le Mémoire allemand, pouvant être dosés ou éliminés par les procédés ordinaires), on fait dissoudre 1 gramme de l'alliage dans de l'acide nitrique, on évapore presque à sec (opérations qui peuvent se faire dans un petit ballon de 250 centimètres cubes) et on reprend par de l'eau additionnée de 4 à 5 centimètres cubes d'acide sulfurique. La liqueur, étendue de façon à occuper 60 à 70 centimètres cubes, est versée dans la capsule de platine et soumise à l'électrolyse. Sous l'influence du courant, le cuivre seul se dépose et le nickel reste dans la liqueur acide.

Le liquide, ne contenant plus alors que du nickel, est décanté dans un petit ballon semblable à celui qui a servi à faire la dissolution; la capsule est rincée à l'eau, puis à l'alcool, séchée et pesée, afin d'avoir le poids du cuivre déposé.

Les liquides de nickel ainsi que les rinçages de la capsule sont soumis à l'ébullition; on sature l'excès d'acide, en commençant par du carbonate de soude et en terminant par de l'ammoniaque, jusqu'à ce que la liqueur soit devenue bleue. On verse dans la capsule et on fait passer le courant jusqu'à épuisement complet.

Si dans ces alliages on rencontre des traces de plomb ou de fer qui auraient échappé aux traitements préliminaires, on n'a pas à s'en occuper; le plomb se dépose au pôle positif, sous forme de peroxyde, pendant la séparation du cuivre; quant au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fer précipité par l'ammoniaque à l'état de peroxyde, il surnage dans la liqueur, et le dosage du nickel se fait sans que les résultats soient troublés.

Pour ces opérations, nous avons employé deux petits éléments Bunsen de 10 centimètres de hauteur, associés en tension. En cinq ou six heures, on peut séparer le cuivre; on pourrait aller plus rapidement en augmentant l'intensité du courant, mais alors le dépôt serait pulvérulent et s'oxyderait au contact de l'air.

Nous avons aussi essayé une petite machine de Gramme, ayant une bobine de 12 centimètres de diamètre. En la faisant tourner à la vitesse de trois cents tours, on a obtenu un très-beau dépôt de cuivre, et à la vitesse de cinq cents tours le nickel se déposait facilement en couche brillante. Nous avons encore employé la pile thermo-électrique à gaz de M. Clamond, et c'est son emploi qui donne la meilleure marche de l'analyse et la plus grande facilité pour conduire plusieurs opérations à la fois. Sa mise en pratique facile, l'emploi du gaz pour la chauffer, la constance de son action la rendent très-utile pour ce genre d'opérations; c'est donc elle que nous conseillons pour faire les analyses de maillechort (1).

Nous avons fait par ce procédé plusieurs analyses de maillechort, et après avoir dosé séparément le zinc par cémentation, et traité par la méthode indiquée ci-dessus le bouton de cémentation, afin d'obtenir le cuivre et le nickel, nous sommes arrivé à des différences variant entre 0,003 et 0,005, différences représentant la petite proportion de fer contenue dans l'alliage.

Bien que ces résultats soient assez concluants, nous avons répété ces expériences en opérant par synthèse sur des alliages de cuivre et de nickel connus, et voici les résultats obtenus :

1° En composant une liqueur de cuivre pur contenant 20 grammes par litre et en épuisant, à plusieurs reprises, 50 centimètres cubes correspondant à 1 gramme de cuivre, nous avons retrouvé 1 gramme de cuivre à 0,001 ou 0,0005 près;

2° En composant une liqueur de nickel pur, faite en transformant le nickel du commerce en sulfate double de nickel et d'ammoniaque pur et en épuisant, à plusieurs reprises, 50 centimètres cubes de cette liqueur, nous avons trouvé $0^{gr},315$ de nickel;

3° Mélangeant les deux liqueurs et prenant 25 centimètres cubes de la liqueur de cuivre correspondant à 0,500 de cuivre, 25 centimètres cubes de la liqueur de nickel correspondant à 0,1575 de nickel, nous avons trouvé, après la séparation des deux métaux,

Cuivre.	0,500	
Nickel.	0,158	Erreur — 0,0005

4° Enfin, en formant des alliages de cuivre pur et de nickel pur (métaux que nous

(1) M. Riche a constaté que deux piles de Bunsen, petit modèle, suffisent pour précipiter successivement et en deux ou trois heures le cuivre et ensuite le nickel. E. P.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avons obtenus en décomposant une certaine quantité des deux liqueurs obtenues précédemment) et en traitant ces alliages par les méthodes indiquées ci-dessus, nous avons eu les résultats suivants :

Introduit :	Cuivre.	0,750	
	Nickel.	0,250	
Trouvé :	Cuivre.	0,749	— Perte 0,001
	Nickel.	0,249	— Perte 0,001
Introduit :	Cuivre.	0,800	
	Nickel.	0,200	
Trouvé :	Cuivre.	0,7995	— Perte 0,0005
	Nickel.	0,199	— Perte 0,001

Les expériences faites par voie de synthèse présentant un caractère de certitude et les résultats que nous avons obtenus étant suffisamment exacts, nous pensons que le procédé décrit dans le Mémoire allemand communiqué par MM. Œschger et Mesdach et recommandé pour le dosage des minerais de cuivre doit être modifié, ainsi que nous l'avons indiqué, lorsqu'il s'agit de l'appliquer à l'analyse des alliages. C'est surtout pour l'analyse des nombreux alliages de nickel répandus dans le commerce sous le nom de maillechort que ce procédé rendra de grands services; car, jusqu'ici, avec les procédés indiqués par MM. Wöhler et Rivot, auxquels on reconnaissait le plus d'exactitude, l'opération était tellement longue et délicate que l'on y renonçait la plupart du temps et que l'on se bornait à doser le nickel par différence.

VITICULTURE.

RAPPORT SUR LE MÉMOIRE DE M. CAUVY, CONCERNANT LES MOYENS DE PRÉSERVER LES VIGNES DE L'INVASION DU PHYLLOXERA, PAR M. DUMAS.

« Le travail étendu qui a été soumis à l'Académie par M. Cauvy, professeur à l'École de pharmacie de Montpellier, résume les observations et les expériences d'un savant, placé au foyer même de l'invasion et familiarisé depuis longtemps, par d'excellentes études sur la muscardine des vers à soie, avec les procédés qu'exigent des fléaux de cette nature.

« C'est en s'occupant de cette dernière calamité, qui pendant longtemps a fait le désespoir des éducateurs, et que des recherches scientifiques bien dirigées ont enfin maîtrisée, que M. Cauvy s'est convaincu qu'en de telles circonstances il fallait surtout agir par des moyens préventifs. C'est à eux qu'il s'attache à l'occasion du phylloxera; cette partie de son travail, qui vient, du reste, à l'appui des vues de la Commission, mérite une attention particulière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« En effet, M. Cauvy signale la souche de la vigne elle-même comme étant le lieu d'élection de l'attaque du phylloxera ailé, lorsqu'il est porté par les vents sur un sol nouveau. Le tronc qui sort de terre est donc la partie qu'il faut défendre, puisque le phylloxera y trouve le chemin qui le conduit aux radicelles. Les premières qu'il attaque sont celles qui sortent de ce tronc, qui sont voisines de la surface du sol et dont on a souvent provoqué intempestivement la formation, en entourant les ceps de fumiers abondants, puis celles des grosses racines, enfin celles des ramifications les plus profondes.

« Cela posé, voici comment il conseille de pratiquer le système défensif ou préventif que les pays non envahis encore doivent surtout avoir en vue et sur lequel nous ne saurions trop appeler l'attention.

« C'est le système préventif qui a fait disparaître la muscardine des vers à soie; c'est lui qui aura raison de la maladie des corpuscules; c'est encore lui qui non-seulement guérit, mais qui garantit les vignes de l'oïdium, quand elles en sont menacées : c'est donc au système préventif qu'il faut surtout recourir pour arrêter la marche du phylloxera.

« Mais ici, il y a lieu de distinguer. Dans une vigne envahie, le phylloxera aptère peut passer d'un cep à l'autre par des voies souterraines; ce n'est pas le cas dont M. Cauvy s'occupe. Dans une vigne saine, ou contiguë, mais trop rapprochée du foyer de l'invasion, il ne peut arriver qu'à travers l'air et sous sa forme ailée.

« Il ne faut pas songer, sans doute, à s'opposer au transport par les vents d'un groupe de phylloxeras ailés, plus ou moins nombreux; mais il est indispensable et possible de fermer les portes qui lui servent à passer de la surface du sol à la partie souterraine où se trouvent les racines de la vigne. L'auteur n'hésite pas à considérer le tronc et ses fissures comme le chemin que suit le phylloxera.

« La Commission remarque qu'il y a ici quelque lacune dans la suite des raisonnements de M. Cauvy. Il paraît croire que le phylloxera ailé, arrivé sur le sol où le hasard l'a jeté, cherche un cep de vigne et qu'il descend sous terre à son aide. Il est probable que les choses ne se passent pas aussi simplement, et qu'entre le phylloxera ailé qui atteint le cep et les phylloxeras aptères qui s'attaqueront aux racines il y a une phase physiologique, un incident de mœurs que nous ne connaissons pas et que des études ultérieures feront connaître.

« Pratiquement, on peut admettre avec l'auteur, cependant, que le phylloxera ailé, porté par les vents, s'attaque au cep et que sinon lui-même, du moins les générations successives qu'il fournit descendent, peu à peu, les premières aux radicelles superficielles, les suivantes aux radicelles et aux racines profondes, jusqu'à ce que la vigne soit envahie tout entière et enfin détruite.

« Les moyens préventifs qu'il propose et dont il a éprouvé l'emploi se justifient dès lors et méritent d'être signalés à toute l'attention des pays voisins de ceux que le phylloxera ravage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Le premier consiste à déchausser le cep, en écartant la terre qui l'entoure, à racler (1) sa surface depuis la naissance des branches jusqu'au fond du trou, de manière à la débarrasser des vieilles écorces et à l'enduire de goudron de houille ou coaltar liquéfié par la chaleur. La terre étant tassée et battue à 20 centimètres autour du cep, on passe sur sa surface une couche de ce même goudron et surtout autour de la ligne de séparation de la terre et de la souche. Enfin on arrose le sol de la cavité avec 2 litres d'eau ammoniacale du gaz, et l'on remet, par-dessus, la terre qui en avait été retirée en déchaussant le cep.

« Ainsi traitée, la vigne de M. Cauvy a résisté, au milieu de vignobles en voie de destruction, et se distingue de toutes celles du voisinage par la teinte verte de son feuillage.

« Si le sable offre au passage du phylloxera un obstacle sérieux comme l'indiquent nombre d'observations, et spécialement celles que M. Lichtenstein a recueillies et communiquées à l'Académie, lorsqu'on pourra s'en procurer, il conviendra, ainsi que l'indique M. Cauvy, de garnir le pied de chaque cep d'une bonne couche de sable retenue par une sorte de cuvette pratiquée autour du cep par refoulement du sol. Mais l'auteur, n'ayant pas eu l'occasion d'en faire l'essai, se borne à indiquer ce moyen préventif comme logique et très-digne d'attention.

« L'auteur recommande avec une entière confiance l'emploi d'une couche de béton formant collerette autour du cep. On la fonde sur un sol bien tassé, et avant la prise on la foule de façon à la creuser en cuvette. Lorsque le mortier est solide, on remplit cette cuvette de goudron de houille. Avec les ménagements convenables, pendant les labours et les façons, la vigne pourra conserver cet appareil préservatif de ciment, pendant plusieurs années, et il suffira d'y verser, de temps à autre, de nouveau goudron.

« Le Mémoire de M. Cauvy renferme des considérations judicieuses sur l'emploi des insecticides et sur la manière d'en tirer parti; mais nous croyons qu'il suffit, pour justifier l'intérêt que nous a inspiré son travail, de l'analyse des procédés préventifs qu'il préconise et de l'indication du lieu d'élection qu'il choisit, fondé sur l'expérience, pour en faire l'application.

« En étudiant le Mémoire de M. Cauvy, il ne sera pas difficile de comprendre que le coaltar, si fréquemment vanté et si souvent décrié, a pu, non-seulement par les va-

---

(1) On racle la surface du cep au moyen de morceaux de vieux cercles de fer. Ce procédé est appliqué depuis longtemps dans le Midi à la destruction de la pyrale; il remplace, pour des pays où l'eau est rare, l'action de l'eau bouillante versée sur le cep et conseillée par Raclet; mais ces deux *procédés pratiques* dérivent l'un et l'autre de la *découverte scientifique* de notre ancien confrère Audouin qui, en montrant que le cep est le refuge d'hiver de la pyrale, a signalé, avec certitude, le lieu d'élection où il convient de l'attaquer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

riations de sa composition, mais aussi par le mode d'emploi mis en pratique, offrir des motifs de succès ou de mécomptes divers et nombreux.

« D'après M. Cauvy, comme moyen préservatif, le coaltar enfoui sous le sol serait inutile; placé autour du cep, il serait efficace. Le même produit a donc pu demeurer inerte entre certaines mains et paraître éminemment actif dans d'autres mains, mieux dirigées.

« Le Mémoire que M. Cauvy soumet à l'Académie est donc d'une incontestable opportunité.

« Il appelle l'attention des propriétaires de vignes encore saines sur des moyens de préservation logiques, peu coûteux et susceptibles d'une application fort étendue.

« Leur efficacité absolue ne peut être démontrée que par une longue expérience; mais leur succès paraît assez probable pour qu'on puisse en conseiller l'emploi.

« D'ailleurs, ces moyens de préservation contre l'invasion du phylloxera n'ont rien de nuisible à la vigne; ils favorisent même sa végétation; la dépense qu'ils occasionnent n'est donc pas perdue.

« Votre Commission est d'avis que le Mémoire de M. le professeur Cauvy mérite de prendre place parmi ceux qui ont trait à la question du phylloxera, et dont l'Académie a déjà ordonné l'impression.

« Elle a, en conséquence, l'honneur de lui proposer d'en décider l'insertion dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Mort de sir William Fairbairn. — Un des plus anciens et des plus célèbres ingénieurs-mécaniciens de l'Angleterre, sir William Fairbairn, vient de mourir, dans sa 83e année, à Farnham, comté de Surrey, après une existence des mieux remplies. Ses nombreuses relations avec la France, qu'il a plusieurs fois visitée durant le cours de sa longue carrière et qui tenait son savoir en grande estime, puisqu'il était membre correspondant de notre Académie des sciences, nous font un devoir de reproduire les courtes lignes que lui consacre, dans un de ses derniers numéros, le *Journal of the Society of arts* de Londres.

Né, en 1789, à Kelso, dans le comté de Roxburgh, William Fairbairn fut, dès sa première enfance, envoyé, par son père, à la petite école de Mullochy, située dans un comté voisin, et, plus tard, à Newcastle, sur la Tyne, où il reçut les premiers éléments de son éducation professionnelle.

Ses débuts dans la carrière datent de 1817, époque à laquelle il s'associa avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Lillie pour fonder, à Manchester, un établissement qui devait un jour, en faisant sa réputation, devenir l'un des plus importants de ceux qui, dans cette région, s'occupent de la construction des machines.

On n'a pas oublié, parmi ses nombreux travaux, sa collaboration au célèbre pont tubulaire Britannia and Conway, jeté sur le détroit de Menai pour la traversée du chemin de fer d'Irlande ; c'est lui qui, avec Robert Stephenson, en conçut le plan et l'exécution.

En 1850, il publia dans les *Philosophical Transactions of the Royal Society* ses recherches expérimentales sur la résistance des plaques de fer forgé et des joints à rivets soumis à des efforts considérables en vue de leur application à la construction des navires (*Experimental inquiry into the strength of wrought-iron plates and their riveted joints, as applied to shipbuilding and to vessels, exposed to severe strains*). Parmi d'autres expériences utiles, on lui doit également celles qu'il a faites sur les causes d'explosions des chaudières à vapeur.

William Fairbairn non-seulement était membre de la Société royale de Londres, mais encore il appartenait, comme membre actif ou honoraire, à presque toutes les sociétés savantes du pays et surtout à celles dont les travaux se rapportent plus particulièrement à la science de l'ingénieur ; les nombreuses médailles et les différents témoignages de reconnaissance qu'il a reçus de son pays et même de l'étranger attestent en quelle estime étaient tenus sa personne et ses travaux.

Il a pris une part très-active aux Expositions universelles de 1851, 1855 et 1862, soit comme commissaire royal dans celles de Londres, soit comme président du Jury de la section mécanique dans celle de Paris, en 1855. Enfin, en 1861, il eut l'honneur de présider l'Association britannique pour l'avancement des sciences.

A la recommandation de M. Gladstone, il fut créé baronnet en 1869.

La majeure partie des travaux scientifiques de William Fairbairn ont paru dans les *Philosophical Transactions of the Royal Society*, dans les *Reports of the British Association* et dans les *Transactions of the Philosophical Society of Manchester;* c'est dans cette dernière Société qu'il succéda à Dalton. D'autres publications séparées ont encore été faites par lui, dont les principales ont pour titre :

Canal navigation (De la navigation sur les canaux).

The strenght and other properties of hot and cold blast iron (De la résistance et des autres propriétés du fer fabriqué avec la fonte à l'air froid ou avec la fonte à l'air chaud).

The strenght of locomotive boilers (De la résistance des chaudières de locomotives).

The strenght of iron at different temperatures (De la résistance du fer à différentes températures).

The effect of repeated melting upon the strenght of cast iron (De l'influence des fusions successives sur la résistance de la fonte).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

The irons of Great-Britain (Les fers de la Grande-Bretagne).

The strenght of iron plates and riveted joints (De la résistance des plaques de fer et des joints à rivets).

The application of iron to building purposes in general (De l'application du fer aux constructions en général).

Useful informations for engineers (Renseignements utiles aux ingénieurs), etc., etc.

Membre de la Société des arts depuis 1843, William Fairbairn a pris une part active à ses travaux, soit en lui adressant des Mémoires, soit en présidant plusieurs de ses séances. (*Journal of the Society of arts.*)

L'Exposition universelle de Philadelphie en 1876. — On se rappelle que nous avons dernièrement annoncé (1) l'ouverture d'une nouvelle Exposition universelle qui doit avoir lieu à Philadelphie, en 1876, dans le parc de Fairmount et coïncider avec les fêtes du centième anniversaire de l'indépendance de l'Union américaine. Les Commissaires de cette Exposition viennent de publier leur règlement, auquel nous empruntons tout ce qui intéresse les exposants étrangers :

Les produits destinés à l'Exposition et qui entreront par les ports de Boston, New-York, Philadelphie, Baltimore, Portland, Maine, Port-Huron, la Nouvelle-Orléans ou San-Francisco seront, à partir du débarquement, autorisés, sur le visa des officiers de douane et sans examen, à voyager jusqu'à destination, et à la fin de l'Exposition le retour s'effectuera dans les mêmes conditions ; aucun droit ne sera perçu sur les produits, à moins qu'ils ne soient destinés à être consommés dans le pays.

La réception des envois faits au palais de l'Exposition commencera à partir du 1er janvier 1876 et se terminera, dernier délai, au 31 mars suivant.

Tout espace accordé aux Commissions étrangères pour leurs exposants respectifs et non occupé à la date du 1er avril fera retour à la direction générale de l'Exposition.

La classification comprend les dix départements suivants :

1° Matières premières, minérales, végétales et animales ;

2° Substances et fabriques concernant l'alimentation et comprenant, dans les arts, les substances qui sont dues à des procédés d'extraction ou de combinaison ;

3° Produits textiles et feutrés ; vêtements, costumes et ornements s'y rapportant ;

4° Mobilier et produits d'un usage général employés dans les constructions et dans les habitations ;

5° Outils, instruments, machines et procédés de fabrication ;

6° Moteurs et tout ce qui concerne le transport ;

7° Méthodes et instruments destinés au développement et à la diffusion des connaissances humaines ;

(1) Voy. cahier d'avril 1874, p. 216.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8° Art de l'ingénieur, travaux publics, architecture, etc. ;

9° Arts plastiques et graphiques ;

10° Efforts tendant à améliorer la condition physique, intellectuelle et morale de l'homme ; preuves à l'appui de ces efforts.

Les exposants n'auront rien à payer, ni pour l'espace qui leur sera accordé, ni pour la force motrice dont ils auront besoin, force motrice à vapeur ou hydraulique dont la quantité sera répartie lors de la distribution des emplacements ; cette quantité sera limitée pour chaque exposant, et, en cas d'excédant réclamé, le prix en sera payé à la Commission générale.

Les exposants devront se procurer, à leurs frais, tout le matériel (vitrines, comptoirs, etc.) qu'ils jugeront indispensable à leur installation, ainsi que tous les organes de transmission (axes, poulies, courroies, etc.) nécessaires pour communiquer à leurs machines la force motrice des arbres de couche mis à leur disposition.

La Commission générale prendra toutes les précautions nécessaires pour la sécurité et la conservation des objets exposés; mais elle ne répondra, en aucune manière, des pertes ou avaries, ni des accidents causés par le feu ou autrement, quelles qu'en soient les causes. Les Commissions de chaque pays pourront avoir des préposés de leur choix pour veiller aux objets exposés pendant les heures où l'Exposition sera ouverte au public.

Chaque envoi devra être adressé : *à la Commission de.....* (nommer le pays) *pour l'Exposition internationale de* 1876, *Philadelphie, États-Unis d'Amérique.* Deux étiquettes fixées à des endroits différents, mais non sur des faces opposées, devront contenir les indications suivantes : 1° le pays de provenance; 2° le nom ou la raison sociale de l'exposant ; 3° la résidence de l'exposant ; 4° le département dans lequel doit être classé chaque objet composant l'envoi; 5° le nombre total de colis contenus dans l'envoi. Chaque colis devra contenir la liste des objets qu'il renferme.

Tout exposant devra avoir sur les lieux un représentant chargé de recevoir son envoi au moment de son arrivée à l'Exposition ; à son défaut, l'envoi sera expédié sans retard dans un magasin de dépôt aux frais de l'expéditeur et à ses risques et péril.

Toute communication relative à l'Exposition doit être adressée au Directeur général, à Philadelphie (Pensylvanie), États-Unis d'Amérique.

(M.) (*Ibid.*)

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

73e année. Troisième série, tome I. Décembre 1874.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur* L'APPAREIL DE LAVAGE MÉCANIQUE DE M. BAYE, *chef de section aux chemins de fer de l'Est.*

Messieurs, M. J. A. Baye, chef de section à la compagnie des chemins de fer de l'Est, a soumis à votre appréciation un appareil dont il est l'inventeur, et qui est destiné au lavage des phosphates et autres matières analogues. Le prix peu élevé de ces substances, comparativement à celui des minerais qui forment l'objet des grands ateliers de préparation mécanique, ne permettra guère le captage de cours d'eau éloignés, si le lieu de l'exploitation n'en présente pas immédiatement ; et cependant les procédés ordinaires exigent à la fois la force motrice et une assez grande abondance d'eau courante. De là souvent des transports onéreux. Il faut également redouter des chômages dans la saison des eaux basses, et, dans la période d'activité, un ensablement rapide des cours d'eau qui provoque les réclamations des riverains et le payement de certaines indemnités.

M. Baye a cherché à remédier à la fois à tous ces inconvénients, au moyen d'un *trommel-débourbeur* qui ne présente en lui-même rien d'essentiellement nouveau, si ce n'est qu'au lieu d'avoir son axe fixe il est monté sur un waggon, muni, en outre, en contre-bas, de deux caisses latérales inclinées comme les deux parties d'un toit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'appareil est chargé au chantier. Une voie ferrée, telle que celles dont on se sert dans les terrassements, amène le waggon jusqu'à la fosse que l'on a pratiquée pour recueillir toutes les eaux disponibles. Il descend au frein dans cette fosse, le long d'un plan incliné, et se trouve immergé dans l'eau dormante. Une courroie de commande, actionnée par une locomobile, détermine alors la rotation du cylindre et le brassage des matières, au sein de l'eau, par les traverses barbelées ou poignards dont l'intérieur se trouve garni. Les rognons de matière utile, rapidement débarrassés de leur gangue terreuse, restent dans le cylindre. La partie fine tombe avec les sables stériles dans les caisses latérales, où la trépidation de l'appareil tend à déterminer un classement par ordre de densités. Quand l'opération est terminée, le waggon est remonté sur une contre-pente et s'égoutte. On ouvre le trommel pour y reprendre les nodules lavés. On abaisse également les portes à charnière des compartiments latéraux, et on y recueille d'abord le minerai fin que le classement a accumulé près de l'ouverture située à la partie inférieure. Les sables stériles sont retirés ensuite, soit immédiatement, soit, s'il y a lieu, après qu'un nouveau roulage a amené le waggon aux places de dépôt définitives, où ces sables se trouveront ainsi versés sans aucun transbordement spécial. La même voie, avec un garage d'évitement contournant la fosse, sert à ramener le chariot au chantier.

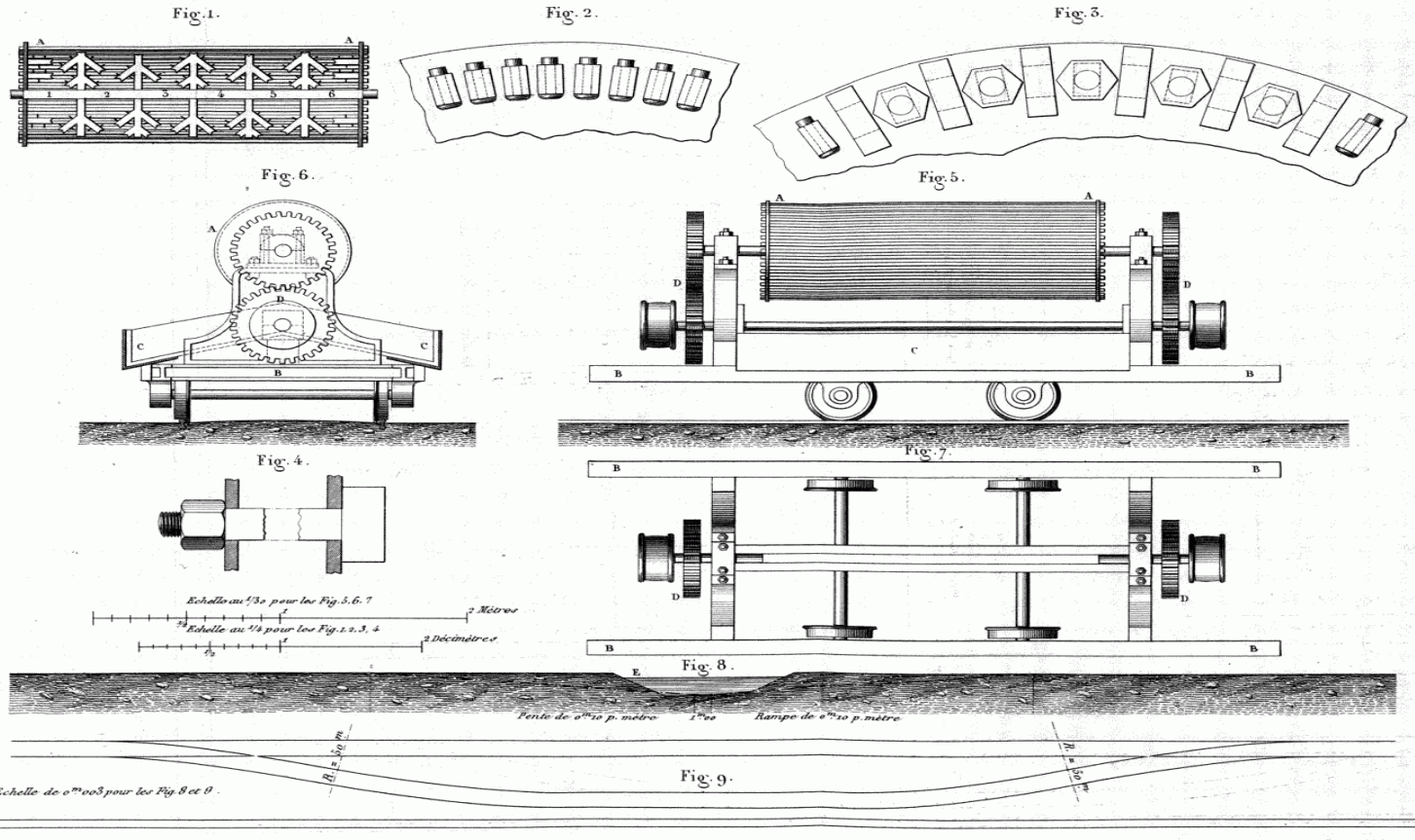
Il eût certainement été désirable que des expériences directes, présentées par l'inventeur, permissent à votre comité d'asseoir une opinion plus arrêtée sur des résultats incontestables. Les circonstances particulières dans lesquelles M. Baye s'est trouvé placé par son service actif ne l'ont pas encore permis.

Malgré ce *desideratum*, comme le lavage lui-même ne diffère pas ici, d'une manière importante, des procédés ordinaires, et que les innovations introduites par M. Baye portent seulement sur la conduite générale de l'opération, votre comité a pensé qu'il y avait dans cette proposition une idée ingénieuse, de nature à rendre, dans certains cas, d'utiles services. Il vous propose, en conséquence, de remercier M. Baye de son intéressante communication, et d'ordonner l'insertion du présent rapport, avec une planche à l'appui, dans le *Bulletin* de la Société.

Signé HATON DE LA GOUPILLIÈRE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 13 *mars* 1874.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38, Paris. Ad. Leblanc del. et sc.

APPAREIL DE LAVAGE MÉCANIQUE, PAR M. BAYE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE DE LA PLANCHE 19 REPRÉSENTANT L'APPAREIL DE LAVAGE MÉCANIQUE DE M. BAYE.

Fig. 1. Section longitudinale, suivant l'axe, du cylindre ou trommel-débourbeur.
Fig. 2. Partie fixe dudit cylindre.
Fig. 3. Partie ouvrante du même.
Fig. 4. Mode d'assemblage de l'un des barreaux mobiles.
Fig. 5. Élévation longitudinale de l'appareil monté sur son waggon.
Fig. 6. Vue de bout.
Fig. 7. Plan du châssis du waggon.
Fig. 8. Profil en long passant par la fosse où s'opère le lavage.
Fig. 9. Plan-type de la disposition des voies.

A (fig. 1), cylindre débourbeur à claire-voie, ayant $1^m,80$ de long et $0^m,64$ de diamètre intérieur; il est garni intérieurement de traverses barbelées, analogues à celles que l'on emploie dans les broyeurs à mortier. Une première série de ces traverses est disposée comme l'indique la figure ; une seconde série vient se placer perpendiculairement à celle-ci, mais de manière que les traverses aboutissent aux points intermédiaires 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Les bases du cylindre, d'un diamètre extérieur de $0^m,74$, sont en fonte ou en tôle de $0^m,010$ à $0^m,015$ d'épaisseur.

Fig. 2. Sur un cercle intérieur de $0^m,70$ de diamètre, sont fixés les barreaux qui constituent le périmètre du cylindre débourbeur; ces barreaux sont espacés d'axe en axe de $0^m,028$, et formés de pièces de fer rectangulaires de $0^m,015$ d'épaisseur sur $0^m,03$. Extérieurement et intérieurement, ils sont maintenus par des boulons rivés ou à écrous, faciles à démonter afin de permettre de redresser ceux qui se déforment à l'usage.

Ces barreaux ne sont fixés que sur une partie du périmètre du cylindre; une ouverture de $0^m,40$ étant ménagée pour l'entrée du minerai et sa sortie après lavage, la disposition suivante est adoptée :

Des barreaux mobiles (fig. 3 et 4), en forme de boulons, se placent et s'enlèvent à volonté, pour permettre de remplir et de vider le cylindre ; l'écrou est alternativement à l'un et à l'autre bout.

B, waggon à châssis en fer, sur lequel est disposé le cylindre débourbeur (fig. 5, 6, 7) ; les roues n'ont que $0^m,34$ de diamètre, afin que le centre de gravité de tout le système soit le plus bas possible.

C, caisses latérales inclinées, disposées de chaque côté du waggon, en dessous du cylindre, et munies, chacune, d'une porte à charnière comme dans les waggons de terrassement.

D, poulie de transmission et engrenages servant à imprimer au cylindre un mouvement de rotation ; le même système est répété de chaque côté du waggon pour être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

utilisé suivant la position du moteur, qui peut être une machine à vapeur, une roue hydraulique ou un simple manége.

E, fosse où se pratique le lavage (fig. 8); une voie ferrée traverse ce lavoir avec un palier de 1 mètre, qui est la distance d'axe en axe des roues du vaggon ; elle regagne, de part et d'autre, le niveau supérieur du terrain, par une pente et une rampe de $0^m,10$ par mètre. D'un côté, sont les minerais à laver, et, de l'autre, ceux qui ont subi l'opération du lavage. (M.)

EXPOSITION DE VIENNE.

L'INDUSTRIE MINÉRALE A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE VIENNE EN 1873, PAR M. GRUNER, MEMBRE DU JURY INTERNATIONAL.

(*Suite et fin.*)

3° *Allemagne.*

L'Allemagne et l'Autriche avaient naturellement, à Vienne, des expositions plus complètes et plus étendues que les autres nations. Les districts sidérurgiques de l'Allemagne proprement dite sont liés aux trois bassins houillers principaux de ce pays ; ce sont la haute Silésie, la Westphalie ou le bassin de la Ruhr, et Saarbrück. Dans le premier et le dernier, on traite des minerais communs; on y fabrique de la fonte et du fer ordinaire. Dans celui de la Westphalie et des bords du Rhin, on a surtout recours aux minerais spathiques purs du pays de Siegen et aux hématites riches du duché de Nassau.

Ces minerais exceptionnels, au voisinage d'un riche bassin houiller, expliquent le prodigieux développement des aciéries Krupp, Bochum, Witten, etc.

a). *Pays de Siegen.* — Le pays de Siegen renferme, dans un massif assez restreint de 75 kilomètres de longueur sur 35 mètres de largeur, au milieu du terrain dévonien inférieur, près de 500 filons de fer spathique manganésifère, tenant, sur quelques points, du cuivre et de la galène, et parfois aussi du cobalt et du nickel. Le travail du fer remonte, dans cette contrée, d'après plusieurs documents authentiques, jusqu'au XIV^e^ siècle. Des hauts fourneaux proprement dits y étaient en activité dès le XVI^e^ siècle, et, dès les premiers temps aussi, on s'y est appliqué au travail de l'acier. Jusqu'en 1840, toutes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les usines marchaient au bois; aujourd'hui, à peu d'exceptions près, le coke et la houille ont tout envahi. En 1871, les mines du pays ont fourni 950 000 tonnes de minerais, et les 60 hauts fourneaux de ce district ont produit 230 000 tonnes de fonte. Plus de la moitié du minerai extrait est d'ailleurs exportée, comme la fonte, vers la Westphalie et les bords du Rhin, et cette production ne suffit même pas à la consommation, car les usines du Rhin et de la Ruhr reçoivent, en outre, des minerais étrangers, venant surtout de Suède et des environs de Bilbao. M. Krupp seul compte recevoir sous peu près de 300 000 tonnes de minerais riches de Sommo-Rostro.

Le district de Siegen était représenté à Vienne par une exposition collective intéressante de minerais, fontes et fer. C'est le berceau des fontes miroitantes, et sous ce rapport, pendant plusieurs années, le pourvoyeur presque exclusif du monde entier. On connaît, par les mémoires de M. Jordan, les deux usines principales du pays, la *Charlottenhütte* et la *Heinrichshütte*.

La première renferme un haut fourneau de 200 mètres cubes, à 7 tuyères, dont les plans se voyaient à Vienne. Il produit, par vingt-quatre heures, 70 tonnes de fonte spéculaire, ou 65 tonnes de fonte grise pour Bessemer.

b). *Nassau.* — Au sud du pays de Siegen, s'étendent l'ancien duché de Nassau et la Hesse, avec leurs hématites brunes et rouges, les minerais de manganèse et les phosphorites. La production de ce double district l'emporte sur celle du pays de Siegen. En 1871, on en a extrait plus de 1 370 000 tonnes de minerais destinés aux hauts fourneaux des vallées de la Ruhr et du Rhin.

c). *Westphalie.* — C'est là, le long du Rhin, entre Coblentz et Ruhrort, ainsi qu'aux environs de Dortmund, Essen et Bochum, en Westphalie, que sont établis la plupart des hauts fourneaux et les plus importantes aciéries de l'Allemagne du Nord. Il serait impossible et oiseux de mentionner toutes ces forges. Je me contenterai de citer les plus remarquables.

En tête, se trouvent les établissements de M. Krupp, qui possède onze hauts fourneaux sur les bords du Rhin, produisant annuellement près de 120 000 tonnes de fonte. L'aciérie d'Essen occupe à elle seule 12 000 ouvriers, et a fourni, en 1872, 125 000 tonnes d'acier fondu. Un pavillon spécial renfermait, à Vienne, les produits nombreux de cette colossale entreprise. Les canons de tout calibre y dominaient, depuis la pièce monstre de 36 600 kilog., lançant des obus de 296 kilog., à l'aide d'une charge de 60 kilog. de poudre, jusqu'aux petits canons de montagne de 107 kilog. A

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

côté de ces appareils destructeurs, des essieux, des bandages, des tiges de pistons, des arbres droits ou coudés pour navires, etc., presque tous en acier au creuset. Les essieux en acier fondu, pour waggons de chemins de fer, sont adoptés en Allemagne depuis une dizaine d'années. M. Krupp en a fourni, en 1872, plus de 16 000 pièces. Pour les bandages, on coule toujours des disques pleins que l'on perce au centre, élargit au marteau et achève par laminage annulaire, selon la méthode connue. On en a fabriqué 45 000 pièces en 1872.

Grâce à la pureté des matières employées et aux soins déployés dans la fabrication, l'acier fondu s'est beaucoup plus répandu, en Allemagne, pour essieux et bandages, que sur les chemins de fer français. L'acier n'offre, en effet, une entière sécurité que s'il est pur. Là est le principal secret de l'aciérie Krupp.

On peut citer encore, parmi les produits exposés, un arbre à manivelle, pour navire à vapeur, pesant 9 000 kilog., de $7^{m},65$ de longueur et $0^{m},38$ de diamètre.

Tout le monde connaît, par les expositions antérieures, les admirables petits laminoirs polis, employés dans les monnaies, chez les orfévres et pour la fabrication des capsules de fusils. Le pavillon de M. Krupp en contenait de nouveau une remarquable collection de plus d'une douzaine de paires, presque tous polis avec un soin extrême. Mais ce qui attirait, dès l'entrée, tous les regards, c'était un bloc énorme d'acier fondu, déjà transformé, sous le marteau-pilon de 50 tonnes, en un gros prisme à huit pans. Ce mode de fabrication paraît aujourd'hui généralement adopté dans l'usine Krupp. Tous les lingots, quelles que soient les formes définitives des pièces, sont coulés cylindriques, puis transformés par martelage en prismes généralement octogones, avant de passer au laminoir proprement dit. Il est bien évident qu'un lingot cylindrique est plus homogène et se solidifie d'une façon plus uniforme, de la circonférence au centre, qu'un prisme de section polygonale. Les lingotières cylindriques, à peu près inconnues en France, devaient également y être adoptées, à l'exclusion des formes rectangulaires ou hexagones, moins rationnelles.

En 1851, M. Krupp avait exposé à Londres un bloc de 2 250 kilog.;

En 1855, ce fut une masse de 10 000 kilog.;

En 1862, de 20 tonnes; en 1867, de 40; puis, en 1873, à Vienne, de 52 500 kilogrammes !

Depuis la dernière exposition, M. Krupp fabrique aussi, à Essen, des rails

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bessemer, comme la plupart des grandes usines d'acier. La production en rails a atteint déjà le chiffre de 50 000 tonnes en 1872. Pour ces rails aussi, on coule des lingots cylindriques, et les transforme, par martelage, en prismes octogones, avant de les passer au laminoir. Mais, pour avoir moins de déchet et des rails plus sains, on adopte le système des grands lingots que l'on coupe alors, à la suite du martelage, en plusieurs pièces dont la grandeur est proportionnée au poids des rails à fabriquer. Il n'est pas rare que l'on coule ainsi, pour rails, des lingots de 4 tonnes. Le même procédé sert aussi pour les bandages. C'est encore un mode de fabrication que l'on devrait imiter, ce me semble, dans nos usines.

Après Krupp, vient la grande aciérie de Bochum. 5 000 ouvriers y sont occupés; la production a atteint 48 000 tonnes en 1872. C'est dans cette usine qu'a pris naissance la fabrication des pièces moulées en acier fondu. On y coule toujours des cloches, des roues pleines pour waggons, des roues dentées pour machines, etc. La production de ces pièces moulées dépasse 7 000 tonnes par année. Bochum a exposé aussi des canons en acier fondu, pourvus de frettes en acier forgé, et des bandages, fabriqués comme les rails chez Krupp, avec de grands lingots que l'on coupe ou scie en plusieurs disques.

D'autres aciéries moins importantes existent à Witten, Annen, etc. Witten a exposé de belles tôles d'acier, embouties à la presse, et des canons en acier munis d'affûts en fer.

Parmi les grandes forges des bords du Rhin, il convient de citer : 1° la Société de Hoerde qui possède, outre plusieurs mines de houille et de fer, 8 hauts fourneaux, 82 fours de puddlage, 8 cornues Bessemer, etc. Les usines occupent 3 600 ouvriers, et ont produit, en 1872, 50 000 tonnes de fer ou métal Bessemer. L'exposition renfermait de gros arbres en fer forgé, des fers d'angle de toute grosseur, des roues dentées et des crémaillères en acier Bessemer. L'établissement fut fondé en 1852; il comprend le plus ancien haut fourneau au coke du bassin de la Ruhr. La fonte pour les cornues Bessemer est refondue au cubilot.

2° La Société d'Oberhausen et Sterkrade, avec ses 10 hauts fourneaux, ses tôleries, etc., accuse 8 500 ouvriers. Elle a surtout exposé de grands fers plats.

3° La Société du *Phénix*, dont les forges principales sont à Eschweiler, Borbeck, Laar, etc., occupe 1 000 ouvriers dans ses mines et 3 000 dans les usines; elle produit annuellement 60 à 65 000 tonnes de fers laminés de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diverses sortes, parmi lesquels près de 8 000 tonnes de roues et d'essieux. Les procédés Bessemer et Martin y fonctionnent depuis peu.

Vers le nord de la Westphalie, aux environs d'Osnabrück, où le terrain houiller de la Ruhr semble remonter au jour, on a établi, en 1856, au milieu d'une plaine inculte, la grande usine de *Georg-Marie*. Elle se compose de 6 hauts fourneaux, qui ont produit, en 1872, 53 000 tonnes de fonte, dont les sept dixièmes sont de la fonte Bessemer, que l'on transforme en acier dans une usine voisine, fondée en 1869. Les hauts fourneaux marchent à poitrine fermée depuis 1867, et c'est là que le directeur de l'usine, M. Lürmann, a inventé les tuyères à eau, en fer ou bronze, pour l'écoulement des laitiers. On les désigne, par ce motif, dans les usines, sous le nom de *tuyère Lürmann*. Les laitiers sont entièrement grenaillés et se vendent, soit comme balast pour les chemins de fer, soit comme strass pour la fabrication de briques à ciment de chaux, composées de 1 de chaux pour 8 de laitiers.

Dans une fabrique voisine, on a préparé ainsi, en 1872, à l'aide de 5 presses à vapeur, plus de 2 millions de briques, fort recherchées pour la construction. Les laitiers basiques des hauts fourneaux à fonte Bessemer conviennent surtout pour cet usage.

Le minerai traité à Osnabrück provient d'un puissant amas de fer spathique et d'hématite brune du terrain permien; il a 12 mètres de puissance. L'aciérie qui traite les fontes de la *Georg-Marien*-hütte les refond au cubilot pour l'appareil Bessemer. Les lingots sont directement laminés pour rails sans martelage préalable. On n'ajoute du spiegel que pour les bandages, mais non pour les rails.

d). *Haute Silésie*. — La haute Silésie comprend le bassin houiller le plus étendu de l'Allemagne ; il dépasse même les frontières de la Prusse, vers la Pologne et la Moravie. C'est là que fut établi, à Gleywitz, en 1796, le premier haut fourneau au coke du continent. Grâce à l'exemple donné par l'État, l'industrie privée s'y est développée à son tour rapidement, et maintenant c'est, après la Westphalie et les bords du Rhin, le district sidérurgique le plus important de l'Allemagne. En 1871, 38 hauts fourneaux au coke ont produit 219 000 tonnes de fonte, et les forges 177 800 tonnes de fers en barres, tôles et fils de fer de diverses sortes.

L'État a récemment vendu sa principale usine de Konigshütte; l'industrie privée se substitue partout aux établissements publics.

L'administration a cependant conservé son usine mère de Gleywitz. On y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fabrique toujours un très-grand nombre de pièces de moulage. On peut citer, comme produit nouveau, de grands tuyaux avec chapelles, pour pompes de mines, entièrement émaillés à l'intérieur. La fabrication de ces grandes pièces émaillées offre de sérieuses difficultés. Elles furent heureusement vaincues à l'usine de Gleywitz, qui a rendu, par là, de réels services aux nombreuses mines dont les eaux sont acides. Cette industrie, ou le cuivrage électrique, devrait être imitée en France.

La Société industrielle qui a acquis de l'État la *Konigshütte*, y a joint l'usine *Laura*, du comte de Donnersmark. Cette puissante Société possède aujourd'hui 13 hauts fourneaux, 120 fours à puddler, un appareil Bessemer, etc.; c'est l'établissement le plus considérable de la Silésie. Elle possède également l'usine de Shisshytan, en Suède. Outre les minerais ordinaires du pays, on y traite, pour les fontes de qualité supérieure, des fers spathiques, tirés des Carpathes, en Hongrie.

M. Borsig, l'habile constructeur de locomotives, à Berlin, possède en Silésie un vaste établissement, composé de 4 hauts fourneaux et de 40 fours à puddler. On y a introduit le procédé Martin et la presse à forger de M. Haswell, de Vienne.

e). *District de Saarbrück.* — Le troisième bassin houiller, celui de Saarbrück, possède peu de minerais de fer. Ses forges sont alimentées de minerais ou de fontes venant du Luxembourg, de la Lorraine et de l'ancien duché de Nassau (vallée de la Lahn). On y compte 22 hauts fourneaux, dont 5 dans la Bavière rhénane.

Les deux principaux établissements sont Dilligen et Burbach. Cette dernière usine occupe près de 2 000 ouvriers. Son exposition était remarquable. On y fabrique couramment de grands fers à I de 22 mètres de longueur; plusieurs d'entre eux mesuraient même jusqu'à 25 à 26 mètres, avec une hauteur de tige de $0^m,20$ à $0^m,25$. On y fabrique aussi des poutres en fer pour maîtresses-tiges de pompes, ayant $0^m,25$ de côté; elles sont creuses et composées de quatre pièces plates à rebords inclinés, solidement reliées les unes aux autres à l'aide de rivets. On vient d'y installer un grand laminoir à renversement, de la force de 1 000 chevaux, construit à Seraing, pour laminer des fers à T de $0^m,40$ à $0^m,50$ de hauteur. Enfin on fabrique, pour le cuvelage des puits de mines, des tronçons arqués de fer à doubles côtes ou brides intérieures, qui remplacent avantageusement les anneaux ou caissons en fonte dont on s'est servi jusqu'à présent. On voyait même, à l'exposition, des cerceaux complets, d'une seule pièce, pour boisage de puits.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dillingen est la plus grande forge à tôle en Allemagne. En 1872, cet établissement, qui occupe aussi 2 000 ouvriers, a fourni 24 000 tonnes de tôles de toutes sortes, brutes, plombées ou étamées.

Dans la Bavière rhénane, on peut citer l'usine des frères Ginanth. On y fabrique de l'acier Bessemer, et en particulier des produits remarquables en acier moulé.

Comme annexes du district de Saarbrück, il faudrait mentionner ici les importantes usines de la Lorraine et de l'Alsace, celles de MM. de Wendel et de Dietrich en particulier. Mais les sentiments patriotiques de ces grands industriels l'ont emporté sur leurs intérêts; ils n'ont rien voulu exposer dans les vastes emplacements réservés dans le palais de Vienne à l'exposition allemande.

f) *Districts divers.*— Outre les trois districts principaux dont je viens de parler, il est encore, en Allemagne, un certain nombre de localités où l'on a établi des usines à fer plus ou moins importantes. Telles sont les forges situées aux environs d'Aix-la-Chapelle, sur le prolongement oriental du bassin houiller de la Belgique. La contrée est peu riche en minerais, mais on affine les fontes de Siegen, et l'on prépare même, depuis peu, des fontes de choix avec les minerais purs provenant de ces mêmes districts de Siegen et de Nassau.

Les trois établissements les plus importants sont l'usine Concordia près d'Eschweiler avec trois hauts fourneaux; la Rothe-Hütte, près d'Aix-la-Chapelle, forge dont la production est 40 000 tonnes en fer laminé ; et l'usine de MM. Engerth et Cünzer, près d'Eschweiler, composée d'une fonderie de seconde fusion et de dix-neuf fours de puddlage.

Citons encore : La fonderie d'Ilsenburg, au pied du Hartz, qui reproduit d'une façon remarquable, en fonte mince, les plus belles pièces d'art du moyen âge, boucliers, casques, coupes, armures, etc.;

Les deux usines de Königsbronn et de Wasseralfingen, dans le Wurtemberg ; la première, surtout, a exposé de fort beaux cylindres lamineurs pour tôle; la seconde, des moulages divers;

L'usine, dite *Maximilianshütte,* près de Ratisbonne, en Bavière, qui, malgré sa situation défavorable, livre à la consommation de beaux aciers Bessemer;

Enfin, l'aciérie de Döhlen, en Saxe, dont les produits variés en acier fondu au creuset sont fort appréciés en Allemagne.

Donnons, pour compléter les renseignements précédents, la production

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

totale de l'État prussien, en 1871, telle qu'elle résulte des documents officiels :

Houilles.	25,967,044	tonnes.
Lignites.	6,876,245	
Minerais de fer.	2,920,275	
Fonte brute.	1,161,846	
Pièces moulées de 1re fusion. . .	31,867	
— de 2e fusion. . . .	252,630	
Fer en barres.	679,042	
Tôles.	92,008	
Fers-blancs.	7,872	
Fils de fer.	54,552	
Acier de forge.	35,038	
Acier fondu.	148,165	
Acier corroyé.	8,948	

J'ajouterai encore les chiffres suivants, se rapportant à l'année 1872, pour montrer le rapide essor de l'industrie sidérurgique :

Fonte brute.	1,417,233	tonnes.
Fonte moulée de 1re fusion. . . .	40,602	
Fers, tôles, etc.	894,533	
Acier de toutes sortes.	330,240	

4° *Autriche.*

L'Autriche renferme d'abondants minerais de fer en Bohême et dans les Alpes, mais peu de houille; de là sa production relativement faible en fer.

En 1871, l'Autriche-Hongrie a fourni :

400,000 tonnes de fonte,
300,000 tonnes de fer,
45,000 tonnes d'acier.

Le développement industriel y est, cependant, fort actif depuis quelques années, et a grandi notablement en 1872. Il se manifeste surtout par une double tendance : la formation de grandes sociétés qui se substituent aux entreprises isolées, et l'utilisation des combustibles inférieurs, les lignites et les tourbes, au lieu de bois.

Le charbon de bois est réservé pour la fusion des minerais, tandis que l'affinage se fait de plus en plus au lignite et à la tourbe. C'est ainsi qu'en Bohême, où l'on produisait encore 21 000 tonnes de fer au bois en 1865, les bas foyers ont à peu près tous disparu aujourd'hui. En Styrie, des 271 bas foyers jadis en activité, il n'en reste pas au delà de 60 à 80, et on ne les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conserve que pour certaines fabrications spéciales, telles que les fers-blancs et les aciers de forge.

En 1851, les vallées alpines livraient 15 000 tonnes d'acier de forge au bois, aujourd'hui moins de 1 500 tonnes.

Par contre, la production de l'acier fondu est montée, dans le même intervalle, de 400 tonnes à 40 000 tonnes. Or cette fusion se fait exclusivement dans les appareils Bessemer, ou dans des creusets chauffés au lignite sur la sole de fours Siemens. Sous ce rapport, l'Autriche est encore appelée à grandir beaucoup; les excellentes fontes de Styrie et de Carinthie seront, sous peu, presque exclusivement transformées en aciers fondus et en fers homogènes.

Au point de vue sidérurgique, on peut diviser l'Autriche en trois districts : la Bohême, y compris la Moravie et la Silésie; les vallées alpines et la Hongrie.

a) *Bohême, Moravie et Silésie.* — Les minerais de fer y sont abondants. Le plus important est un fer oxydé rouge, oolithique, du terrain silurien. Les couches ont, sur quelques points, jusqu'à 20 mètres de puissance. C'est un minerai riche, mais un peu phosphoreux, par suite impropre à la fabrication de l'acier Bessemer.

En 1870, les mines de ce district ont fourni 333 000 tonnes de minerai, dont les deux tiers environ proviennent de la Bohême.

Jusqu'en 1838, toutes les usines marchaient au bois. On éleva alors un premier haut fourneau au coke, à Wittkowitz, en Moravie; le second fut bâti à Kladno en Bohême en 1854. Ce sont les deux usines les plus importantes de ces provinces.

En 1870, il y avait :

En Bohême.	52	hauts fourneaux,	dont 4 au coke,
Moravie.	21	—	5 —
Silésie.	7	—	marchant au bois mêlé de coke.
TOTAL. . . .	80		

Leur production fut de 99 000 tonnes. Sur ce total, 60 pour 100 se composent encore de fonte au charbon de bois, mais ce rapport diminue rapidement, grâce au renchérissement continu du combustible végétal. Quant aux feux d'affineries au bois, ils sont déjà presque tous éteints. L'usine la plus considérable du district, celle de Kladno, possède aujourd'hui six hauts fourneaux, dont quatre au coke à 30 000 tonnes de fonte par année. Elle avait exposé de grands tuyaux en partie émaillés à l'intérieur, puis des tôles et des fers façonnés; mais la production principale se compose de rails.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A Wittkowitz se trouve un appareil Bessemer, dont la production est de 2000 tonnes. Jusqu'à présent on y traite des fontes étrangères, mais on compte fabriquer, sous peu, de la fonte Bessemer dans l'usine voisine de Trzienitz, à l'aide de minerais spathiques provenant de la Hongrie. Cette usine appartient à l'archiduc Albert, qui possède deux autres forges en Moravie et en Silésie. L'exposition spéciale de ces trois usines était remarquable ; c'étaient des fontes et fers de toutes les formes, des tôles, des fils de fer, des vases émaillés, etc.

Depuis le mois d'avril 1873, une seconde usine Bessemer marche à Teplitz, dans le nord de la Bohême. La fonte est refondue au cubilot, et le métal laminé en rails.

Les autres usines sont de moindre importance, aussi les passerai-je ici sous silence.

b) *Vallées alpines* (*Styrie, Carinthie, etc.*). — Les Alpes sont surtout riches en fers spathiques d'excellente qualité. S'ils sont moins riches en manganèse que ceux du pays de Siegen, ils sont, par contre, plus puissants et plus purs. Les gîtes sont presque inépuisables et ne renferment que çà et là des traces de cuivre et d'arsenic. Ils forment trois zones ou bandes est-ouest, d'inégale importance. Celle du Nord est la plus étendue en puissance et en direction ; elle apparaît à Schwatz dans le Tyrol, traverse le pays de Salzbourg et la haute Styrie pour aboutir au Sömmering. Sa longueur est de 300 kilomètres. On l'exploite sur 30 à 40 points, et cette première zone alimente, à elle seule, près de 40 hauts fourneaux. Elle fait partie du terrain dévonien, et se renfle surtout en Styrie, entre Eisenerz et Vordernberg, où le gîte est connu sous le nom d'Erzberg styrien (montagne de minerai).

La zone médiane traverse surtout la Carinthie et prend son plus grand développement auprès de Hüttenberg, où elle constitue spécialement l'Erzberg carinthien. Sa longueur est de 110 kilomètres : vingt-cinq ou trente mines y sont ouvertes et alimentent une vingtaine de hauts fourneaux. Cet ensemble de filons, ou filons-couches, appartient à la grauwacke inférieure (silurien ou cambrien). Le minerai de la zone médiane est plus quartzeux que celui de la zone du Nord.

La troisième zone, celle du Sud, est en quelque sorte limitée à la Carniole ; on ne la connaît bien que sur 30 kilomètres de longueur, aux environs de Sava et de Neumarktl ; elle ne fournit du minerai qu'à deux hauts fourneaux, ceux de Sava et de Jauerburg. Elle appartient au terrain du trias.

Les deux Erzberg de Styrie et de Carinthie fournissent, à eux seuls, les deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tiers de la production totale du pays. Le gîte d'Eisenerz est surtout remarquable par son extrême puissance, qui atteint 200 mètres sur quelques centaines de mètres de longueur, sans compter la roche encaissante formée de calcaire spathique de 15 ou 20 pour 100 de teneur en fer. Le gîte constitue un piton isolé, suffisamment élevé au-dessus des vallées voisines, pour que la majeure partie du minerai reconnu, formant un stock de 120 à 150 millions de tonnes, puisse être prise par de simples gradins à ciel ouvert. En 1871, on a ainsi exploité 375 000 tonnes, et en 1873 on pensait arriver au chiffre de 500 000 tonnes. Des couloirs, des chemins de fer de mines et plusieurs plans inclinés amènent le minerai au pied de la montagne, d'où il est conduit, d'une part, par un chemin de fer spécial aux douze hauts fourneaux de Vordernberg; de l'autre, aux usines d'Innerberg; ou bien, par les grandes voies ferrées de la Sud-Bahn, jusqu'aux hauts fourneaux de Schwechat, près de Vienne, et même au delà jusqu'en Silésie. Le minerai, rendu au pied de la montagne, coûte 7 francs la tonne. Il tient 40 pour 100 à l'état cru, 2 à 3 pour 100 de manganèse et 4 à 5 pour 100 de calcaire. Pour le fondre au charbon de bois, on est obligé d'y mêler 3 à 5 pour 100 de schiste argileux.

La calotte supérieure de l'Erzberg appartient aux douze hauts fourneaux de Vordernberg. Le massif principal du gîte, avec les usines d'Innerberg et les vastes forêts des environs, était la propriété de l'État jusqu'à l'année 1868. A cette époque, une grande société financière, constituée au capital de 60 millions de francs, a acquis les droits de l'État sur les mines, usines et forêts, et y a joint les aciéries et forges de Franz de Mayr à Léoben, une mine de houille en Moravie et les deux hauts fourneaux au coke, nouvellement érigés à Schwechat près de Vienne. C'est la plus considérable société métallurgique de l'empire d'Autriche. Elle porte le nom d'Innerberger Hauptgewerkschaft.

Une autre société a acheté, en 1869, les fonderies impériales de Mariazell et de Neuberg avec les mines de fer qui en dépendent. Ces établissements sont situés vers l'extrémité orientale de la grande zone de minerai du Nord, non loin du Sömmering. C'est, après les deux Erzberg de Styrie et de Carinthie, le gîte le plus important des Alpes. — Il fournit 30 000 tonnes de minerai par an.

L'Erzberg carinthien appartenait en commun à plusieurs hauts fourneaux des environs, tels que Heft, Lölling, Treibach, etc. Là aussi, il y eut, en 1869, formation d'une puissante société, au capital de 35 millions, et fusion de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tous les intérêts. Outre la mine de fer, la société possède des mines de lignites, de vastes forêts, douze hauts fourneaux au charbon de bois, un haut fourneau au coke (à Prévali), et plusieurs grandes forges, celle de Buschscheiden entre autres, fondée spécialement sur l'emploi de la tourbe.

La formation de ces vastes associations est le fait dominant de l'industrie métallurgique, en Autriche, dans le cours de ces dernières années. Outre les trois sociétés principales que je viens de nommer, il s'en est constitué encore, en Styrie et en Carinthie, dans les années 1868 à 1872, huit à dix moins importantes, telles que Zeltweg, Ternitz, Köflach, Judenburg, etc.

C'est la création des chemins de fer alpins qui a conduit à ces vastes associations, et c'est à eux finalement que l'on doit le puissant développement que l'industrie du fer a pris en Autriche depuis cinq à six ans.

L'Erzberg carinthien est moins important et d'une exploitation moins facile que l'Erzberg styrien. Les travaux d'exploitation sont souterrains, mais peuvent cependant être opérés par simples galeries. La puissance réunie des diverses veines a atteint, sur certains points, 120 mètres. La mine pourrait fournir, annuellement, 250 à 300 000 tonnes de minerai, tenant, après grillage, 50 à 52 pour 100 de fer, mais jusqu'à présent l'extraction n'a pas dépassé 165 000 tonnes ; c'est le chiffre de 1873. Le prix de revient est de 2 fr. à 2 fr. 50 supérieur à celui d'Eisenerz, soit 9 fr. à 9 fr. 50, au lieu de 7 fr. Le minerai est plutôt siliceux que calcaire, en sorte que, pour le fondre, on est obligé d'y ajouter 3 à 5 pour 100 de carbonate de chaux, au lieu d'argile comme à Eisenerz. On perce, en ce moment, à l'aide de perforateurs mécaniques, une longue voie de roulage et d'écoulement qui atteindra le gîte à 100 mètres au-dessous des travaux actuels les plus bas. L'avenir est donc, là aussi, assuré pour un long temps.

La production totale des vallées alpines fut, en 1871, de 576 000 tonnes de minerai pour 205 000 tonnes de fonte. En 1872, époque de la mise en feu des fourneaux au coke de Schwechat, les mines ont dû fournir près de 700 000 tonnes, et sous peu on atteindra, certainement, le chiffre d'un million. En vingt années, de 1851 à 1871, la production a doublé. Malheureusement l'épuisement des forêts et l'éloignement des dépôts houillers limiteront bientôt le développement ultérieur de l'industrie du fer dans ces contrées, à moins que les tentatives de réduction des minerais au four à réverbère ne soient, sous peu, couronnées de succès. On cherche, en effet, à appliquer déjà, dans plusieurs usines, les procédés Ponsard et Siemens, en se servant des lignites du pays.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'exhaussement graduel des hauts fourneaux et le chauffage du vent jusqu'à 500 degrés ont, du reste, amené une économie notable dans la consommation. Il y a cent ans, il fallait, dans les petits hauts fourneaux à loupes (*stükofen*) de 6 à 7 mètres, jusqu'à 280 kilog. de charbon par 100 kilog. de métal à affiner, tandis qu'aujourd'hui la fonte blanche n'en exige, pour sa production, que 60 à 70 pour 100. Avec le même poids de charbon, on produit donc aujourd'hui quatre fois plus de fonte que dans le siècle dernier; de plus, on a appliqué au travail des hauts fourneaux tout le charbon jadis consommé dans les affineries.

Il existe actuellement

En Styrie.	32	hauts fourneaux.
Carinthie.	17	
Carniole.	7	
Tyrol.	3	
Salzbourg.	2	
TOTAL.	61	hauts fourneaux.

Ils marchent tous à l'air chaud sans aucune exception; on n'a pas craint d'altérer les produits, même par des températures de 4 à 500 degrés. Grâce aux puissantes chutes d'eau du pays, on peut se dispenser d'appliquer les gaz au travail des souffleries; ils servent au chauffage du vent et au grillage des minerais. Cette dernière opération se fait dans des fours suédois soufflés (*Westman*) pour le gros, et dans des réverbères à sole très-inclinée pour le menu. Celui-ci coule spontanément le long du grand axe du four; les flammes circulent en sens inverse de bas en haut. Grâce à l'extrême fusibilité des minerais, on peut employer partout, sans le moindre inconvénient, le système des fourneaux à poitrine fermée.

L'exposition sidérurgique des pays alpins était, à tous égards, belle et complète.

Elle occupait spécialement l'hôtel de fer (Eisenhof) et quatre pavillons spéciaux élevés par la Carinthie, le prince de Schwarzenberg et les sociétés d'Innerberg et de Vordernberg.

Quelques mots sur les principaux établissements suffiront pour compléter les renseignements généraux déjà donnés.

La société la plus considérable, celle d'Innerberg, possède, auprès de sa mine de l'Erzberg, les trois hauts fourneaux d'Eisenerz, et un peu en aval, dans la même vallée, les trois hauts fourneaux de Hiflau. Ils produisent ensemble 35 000 tonnes de fonte blanche d'affinage, en ne consommant que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

63 pour 100 de charbon, grâce à la fusibilité et à la faible proportion de la gangue du minerai. Une quantité égale de fonte est produite à Schwechat près de Vienne, dans deux hauts fourneaux au coke de 19 mètres de hauteur et $5^{m},70$ de diamètre au centre. Le minerai arrive grillé de l'Erzberg styrien ; le coke, de Moravie et de Fünfkirchen au sud de Pesth. Les fourneaux sont du système Büttgenbach, sans massif extérieur. Le chargement se fait à l'aide d'un cône mobile qui peut, à volonté, s'abaisser ou s'élever dans la trémie fixe. On soulève le cône pour charger le coke, on l'abaisse pour le minerai. En chauffant le vent à 350 degrés et marchant avec une pression de $0^{m},26$ de mercure, on consomme 135 pour 100 de coke pour fonte grise Bessemer, et 120 pour 100 pour fonte blanche de forge. C'est beaucoup pour un minerai riche et fusible, et un coke qui ne tient pas au delà de 13 pour 300 de cendres. Est-ce l'excès de hauteur, est-ce l'absence de tout massif extérieur qui en est la cause ? Je ne sais.

Les fontes, ainsi produites, sont en partie vendues, en partie affinées dans les forges et les aciéries des environs de Léoben, autrefois la propriété de M. de Mayr. On y prépare du fer puddlé et les principales variétés d'acier : l'acier cémenté, l'acier de forge, l'acier puddlé, l'acier Martin, l'acier au creuset et même de la fonte malléable aciéreuse. L'acier Bessemer seul manque jusqu'à présent. Les creusets, pour la fusion de l'acier, sont exclusivement chauffés dans dix grands fours Siemens, tenant chacun dix-huit à vingt creusets. On les chauffe au lignite, et l'on ne consomme, par 100 kilog. de lingots, que 250 kilog. de combustible. La production annuelle d'acier au creuset est de 1 500 tonnes. On fait surtout de l'acier doux pour canons de fusil. Les aciers fondus peu carburés, nos 5, 6 et 7 de la classification Tunner, sont assez doux pour pouvoir se souder facilement, soit sur eux-mêmes, soit sur le fer. Cette exposition ne laissait rien à désirer, ni sous le rapport de la beauté, ni sous celui de la variété des produits.

Au pied méridional du Sömmering, non loin de Murzuschlag, est l'usine de *Neuberg*, appartenant, depuis trois ans, avec la fonderie de Mariazell, à une société privée. Le procédé Bessemer y fut établi, dès 1864, sous la haute direction de M. Tunner. La fonte est prise, soit directement au haut fourneau, soit refondue au cubilot. En vue de réchauffer le bain, on insuffle, à l'origine, du charbon de bois en poussière fine dans la proportion de 15 à 20 kilog. par 4 000 à 5 000 kilog. de fonte. Le métal obtenu est transformé, en majeure partie, en bandages de roues et en tôle forte. Comme dans le laminoir Sellers, les cylindres sont serrés par de l'eau sous pression. Lorsque les hauts

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fourneaux marchent en fonte grise pour Bessemer, on ne consomme que 85 à 90 pour 100 de charbon de bois, grâce à une température de vent de 500 degrés centigrades. Au lieu de spiegel, on ajoute, pour la recarburation, 5 pour 100 de fonte grise de l'usine même, également refondue au cubilot.

Sur le revers nord du Sömmering, à Wiener-Neustadt, se trouve la belle forge de Ternitz, fondée en 1867. Elle renferme aujourd'hui six convertors de cinq tonnes chacun. Elle a produit, en 1872, 37 500 tonnes d'acier Bessemer, et en 1873 on se proposait de dépasser le chiffre de 40 000 tonnes. On y traitait autrefois les fontes anglaises du Cumberland, aujourd'hui plutôt celles de Schwechat. On les refond au cubilot ou au four Siemens chauffé au lignite. Cette usine fabrique des rails, des bandages, des essieux, mais surtout des rails, et a exposé, à Vienne, de nombreux échantillons soumis aux essais de rupture par traction, flexion, torsion, compression, etc., qui établissent la ténacité des produits, eu égard au degré de carburation.

Pour les aciers *doux* tenant 0,0014 et 0,0019 de carbone, on a trouvé des charges de rupture de 44 à 48 kilog. avec des *strictions* (rapport de la section de rupture à la section primitive) de 0,47 à 0,58 ; pour les aciers moyens de 0,0051 à 0,0057 de carbone, des charges de rupture de 55 à 57 kilog., et des strictions de 0,66 à 0,79 ; pour les aciers extra-durs de 0,0087 à 0,0096 de carbone, des charges de rupture de 73 à 87 kilog., et des strictions de 0,76 à 0,93.

Outre les anciennes usines de M. de Mayr, on peut citer encore, aux environs de Léoben, les forges de Vordernberg-Köflach. La société, fondée en 1869, au capital de 10 millions, possède les trois hauts fourneaux de Vordernberg, qui appartenaient autrefois à l'archiduc Jean; elle y a joint le puissant dépôt de bois fossile de Köflach, et les forges de Krems, Krieglach, etc. L'exposition était remarquable par ses tôles fines de fer et d'acier. La puissance du bois fossile de Köflach est de 40 mètres, et le produit annuel de 450 000 tonnes valant 5 à 6 francs la tonne sur les lieux.

Parmi les usines de création récente, il convient de mentionner celle de Zeltweg, près de Knittelfeld, dans la vallée de la Mur. Elle comprend deux appareils Bessemer, deux hauts fourneaux au coke en construction, et des laminoirs pour rails et bandages. Le combustible vient des mines de lignite de Fohnsdorf. Jusqu'à présent les cornues Bessemer ont été alimentées de fontes de Schwechat et d'Angleterre. Pour la refonte on ne consomme que 30 à 40 pour 100 de bons lignites en opérant dans les fours Siemens. Désirant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

remplacer dans le convertor les fontes grises par les fontes blanches, moins coûteuses à produire, on a eu recours à un appareil Cowper-Siemens, de 5 à 6 mètres de hauteur, qui permet de chauffer le vent jusqu'à 500 degrés. L'opération réussit, mais une expérience plus prolongée est nécessaire pour constater si finalement le procédé, ainsi modifié, offrira des avantages.

Dans la même vallée, non loin de Zeltweg, se trouvent les forges de Judenburg, également alimentées par les lignites de Fohnsdorf. C'est le plus important laminoir à tôle forte des vallées alpines.

Dans toutes ces forges, ainsi que dans celles des vallées voisines, les réverbères sont aujourd'hui exclusivement alimentés par des lignites, des bois fossiles ou des tourbes. Le bois naturel ou torréfié est depuis longtemps abandonné. On ajoute seulement, dans quelques forges, de la sciure ou d'autres déchets de bois, et l'on se sert alors, comme en Suède, du générateur Lundin pour condenser l'eau. Le lignite menu est, en général, brûlé, ou réduit en gaz sur des grilles à gradins. Les fours à puddler, simples ou doubles, sont, à part la chauffe, des réverbères ordinaires; mais, pour les fours à souder, on a, le plus souvent, recours au système Siemens.

Le puddlage des fontes blanches marche extrêmement vite; en douze heures on fait douze à treize charges de 300 kilogrammes, en consommant 110 à 120 pour 100 de lignites proprement dits, valant 10 à 12 fr. la tonne.

L'emploi des régénérateurs Siemens, alimentés à la tourbe ou aux lignites, a réduit la consommation suivant le rapport de 2 à 1 dans les fours de réchauffage et de 3 à 2 aux fours de *puddlage*.

A Gratz, dans la basse Styrie, auprès de la gare du chemin de fer, se trouvent deux grandes usines : celle de la ligne du Sud (Sud-Bahn), produisant 20 000 tonnes de rails; et une autre, à peine achevée, contiguë à la première. Dans les deux forges il y a plusieurs appareils Bessemer et des fours de puddlage. On y fabrique, à la fois, des rails en fer et des rails en acier. Dans l'usine neuve (*Neues Gratzer-Stahlwerk*), on se propose aussi de laminer des essieux et des bandages. Dans ces établissements, comme dans ceux de Ternitz et de Zeltweg, on a affiné d'abord, dans l'appareil Bessemer, presque exclusivement des fontes du Cumberland. On les remplace, aujourd'hui, également par les fontes au coke du pays. Pour les bandages et les essieux, les fontes de Styrie sont décidément supérieures aux fontes anglaises, comme, au reste, on devait s'y attendre.

Vordernberg, que j'ai déjà cité, est remarquable par la forte production de ses 12 hauts fourneaux au bois. Il en est peu qui n'atteignent pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

15 à 20 tonnes par jour et même 30 tonnes, avec des hauteurs de four de 13^{m},50 à 14 mètres.

Le grand fourneau de M. de Fridau, qui a 19 mètres et près de 4^{m},50 au ventre, dépasse même 60 tonnes!

On a quelque peine à concevoir comment il est possible de réunir, dans une vallée élevée des Alpes, la masse de charbon de bois que réclament ces 12 hauts fourneaux à forte production. Malgré les vastes forêts des environs, les chemins de fer seuls permettent une pareille concentration. Le rayon d'approvisionnement de Vordernberg, pour le charbon de bois, atteint aujourd'hui jusqu'à 200 kilomètres; aussi le prix des bois a-t-il plus que triplé depuis quarante ans, tandis que celui des fontes a tout au plus doublé. En 1832, le prix moyen du charbon rendu aux usines était de 25 francs la tonne; en 1872, de 80 francs. Les fontes blanches de forge valaient 105 à 110 francs en 1832; 200 à 225 francs en 1872. Dans les Alpes, le produit moyen annuel d'un hectare de forêt est de 500 kilog. de charbon de conifère. Or, la production annuelle étant de 205 000 tonnes de fonte et la consommation moyenne de 70 à 75 pour 100, on voit que les hauts fourneaux des Alpes absorbent à eux seuls le produit annuel de plus de 300 000 hectares de forêts! On a bien essayé de carboniser certains bois fossiles et de remplacer dans les hauts fourneaux le charbon de bois par le charbon de lignite, mais on a dû y renoncer à cause de l'extrême friabilité du charbon minéral. Il se divise et décrépite sous l'action du feu.

Si l'on voulait passer en revue toutes les usines à fer de la Styrie, il faudrait citer encore : les 3 hauts fourneaux de Turrach, du prince Schwarzenberg, où fut établi le premier appareil Bessemer de l'empire d'Autriche ; les forges de Saint-Egydi et de Kindsberg, remarquables par leurs fils de fer et d'acier de toute grosseur, depuis les plus forts jusqu'à ceux de moins de 0^{mm},15 de diamètre; on y fabrique surtout des fils de cardes et des fils d'acier très-estimés pour les pianos; la forge d'Eibiswald avec ses ressorts, lames de scies, essieux, etc., en acier fondu au creuset dans le four Siemens; les fabriques de fer-blanc des Sociétés dites de l'*Union* et de la *Styria*, près de Judenburg, où l'on se sert, pour l'étamage, de la machine Girard, connue par l'Exposition de 1867, etc., etc. Ajoutons que le nombre des fabriques d'acier fondu proprement dit est de dix-huit dans les Alpes, et que l'on y a produit, en 1871, 4 250 tonnes d'acier fondu au creuset.

En Carinthie, presque toutes les usines importantes appartiennent à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grande Société de Hüttenberg, dont le siége est à Klagenfurth. Non loin de l'*Erzberg* carinthien, elle possède les usines de Heft, Treibach, Lölling, etc.; plus loin, dans la vallée principale, l'établissement de Prévali, où fut élevé, en 1870, le premier haut fourneau au coke des Alpes de l'empire d'Autriche. C'est là aussi que l'on essaye, en ce moment même, le four rotatif Siemens, pour la réduction des minerais (1).

A Heft, les deux hauts fourneaux alimentent directement deux convertors de 7 tonnes 1/2. On y prépare des lingots pour rails, sans aucune addition de spiegel, comme à Turrach; on arrête l'opération avant la décarburation complète et on se guide, pour cela, sur les essais des scories à la baguette. Les lingots sont très-peu bulleux, parce qu'ils tiennent encore 0,005 de silicium et 0,002 de manganèse. Lorsque les hauts fourneaux marchent pour fonte grise Bessemer, ils produisent 15 tonnes chacun par vingt-quatre heures, en consommant 90 pour 100 de charbon. On peut arriver à 30 tonnes, avec 63 pour 100 de consommation, lorsqu'on marche en fonte blanche fibreuse. Dans le premier cas, les minerais restent douze heures, dans le second seulement six heures, à parcourir le fourneau.

L'usine de Treibach fut signalée jadis pour ses fortes productions. Elle était de 13 tonnes dès 1832; aujourd'hui, 20 à 25 tonnes; mais on irait au delà, si le bois ne faisait défaut.

Les trois hauts fourneaux actuels ont 15 mètres de hauteur sur $3^{m},16$ au ventre. On chauffe le vent de 350 à 400 degrés. Le grillage des minerais se fait au gaz.

Outre la forge de Prévali, la Société possède encore celle de Buchscheiden, entre Saint-Veit et Villach. Elle marche à la tourbe. On y lamine les lingots de Heft, et on puddle, en outre, les fontes de Treibach, partie dans des fours Siemens, partie dans des fours doubles ordinaires. Pour le soudage et le réchauffage, les fours Siemens sont seuls employés.

La valeur de la production annuelle des usines de la Société de Hüttenberg s'élève à 20 millions de francs.

En dehors des établissements de cette vaste association, je me bornerai à mentionner les usines du comte d'Egger, dont l'exposition était surtout remarquable par ses beaux fils de fer. On connaît sa forge de Lippitzbach par les mémoires de M. Le Play. Les fours à gaz y existent encore, mais on les alimente à la tourbe et non plus au bois. Pour le réchauffage, on se sert uniquement de fours Siemens.

(1) Je viens d'apprendre que les essais ont échoué.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Faute de bois, les usines sont peu nombreuses en Carniole. La Société industrielle de Carniole, dont le siége est à Leibach, a exposé de beaux spécimens de ferro-manganèse, obtenu au haut fourneau, en traitant un mélange de fers spathiques et d'oxydes de manganèse. La teneur en manganèse dépasse 30 pour 100, mais le haut fourneau ne peut conserver cette allure sans danger que pendant peu de jours.

c) *Hongrie.* — Les forges de la Hongrie sont peu importantes et peu avancées, sauf celles de la Société des chemins de fer de l'État (*Staatsbahn*), dans le Banat. L'exposition de cette Société était certainement l'une des plus intéressantes, à tous les points de vue, surtout lorsqu'on songe aux difficultés à vaincre dans un pays naguère encore habité presque uniquement par des bûcherons et de simples mineurs. La Société a dû tout créer : tracer des routes et des chemins de fer, bâtir des villages, ouvrir des houillères et des mines de fer, établir des fonderies et des forges, et, par-dessus tout, dresser un nombreux personnel ouvrier.

Aujourd'hui, dans les trois grands établissements de Steyerdorf, Anina et Reschicza, on trouve plusieurs mines de houille et mines de fer; 6 grands hauts fourneaux au charbon de bois et 2 au coke; une grande usine Bessemer et deux belles forges pour la fabrication des rails, bandages, essieux, tôles fortes, etc. L'ensemble des propriétés dans le Banat mesure 130 206 hectares.

Depuis dix-huit ans que la Staatsbahn possède ces vastes domaines, la production annuelle, en y comprenant la mine de houille de Kladno en Bohême et les ateliers de machines de Vienne, est montée :

Pour la houille de.	80,000 tonnes	à	700,000 tonnes.
— les minerais de fer.	15,000 tonnes	à	70,000
— la fonte.	7,500 tonnes	à	35,000
— le fer laminé.	6,000 tonnes	à	27,500
— le nombre des locomotives.	25	à	100.

Parmi les objets exposés, on peut noter des longerons en acier Bessemer, de $0^m,60$ de largeur sur $0^m,015$ d'épaisseur, étirés au laminoir universel; des roues montées, dont les essieux sont en acier Bessemer; des bandages du même métal, ayant jusqu'à $2^m,80$ de diamètre; un lingot d'acier de 9 tonnes; des rails en fer et en acier; des fers plats de toute grandeur, etc.

Les établissements du Banat comprennent quatre groupes : Reschicza, Anina-Steyerdorf, Dognacska, et les usines à cuivre, plomb et argent d'Orawicza, Szaszka, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A Reschicza, on exploite à la fois, mais faiblement, la houille du terrain houiller proprement dit et celle du lias. L'extraction totale en 1872 fut de 57 800 tonnes, dont une partie est transformée en coke de cubilot.

Les trois hauts fourneaux de Reschicza marchent au charbon de bois pour fonte grise Bessemer. On y traite spécialement les minerais magnétiques de Moravicza. La hauteur des fours est de 13m,30, leur volume de 53, 57 et 74 mètres cubes. Ils produisent ensemble, par vingt-quatre heures, 34 tonnes de fonte grise. Non loin de là, à Bogsan, un quatrième haut fourneau, de mêmes dimensions, produit surtout de la fonte de forge.

La fonte de Reschicza va directement des hauts fourneaux aux cornues Bessemer ; elles sont au nombre de 3, tenant 9 tonnes chacune. La production annuelle en lingots Bessemer est de 9 000 tonnes.

La forge comprend 11 fours à puddler et une trentaine de fours à réchauffer ou à souder, pour la transformation du fer brut et des lingots d'acier en rails, bandages, etc.

Le second établissement, Anina-Steyerdorf, comprend l'importante houillère de Steyerdorf, dans la formation liasique, qui fournit, à la fois, de la houille grasse, du blackband, et des schistes bitumineux, dont on extrait des huiles légères et de la paraffine.

En 1872, la mine a fourni :

Houille.	175,000 tonnes.
Blackband.	14,000
Huile provenant des schistes. .	1,600

Le blackband, mêlé de minerais oxydulés, est traité dans les deux hauts fourneaux d'Anina, dont l'un marche au coke seul, l'autre au mélange de coke et de charbon de bois. Ils produisent ensemble 15,000 tonnes de fonte. La forge, voisine des hauts fourneaux, se compose de 20 fours de puddlage et de 10 fours à réchauffer. A la fonte affinée on associe de vieux rails, et l'on produit ainsi annuellement 15 000 tonnes de rails neufs en fer.

Enfin, non loin d'Anina, à Dognacska, on a établi deux hauts fourneaux au charbon de bois, destinés à traiter les minerais oxydulés du voisinage. C'est là aussi que l'on exploite des minerais de cuivre et de plomb, dont l'importance, toutefois, devient, d'année en année, moins considérable ; il suffit de les mentionner pour mémoire (1).

(1) La Staatsbahn possède aussi de vastes ateliers à Vienne, où l'on voit fonctionner les ingénieuses presses à forger de M. Haswell. Cet outil a été perfectionné depuis l'Exposition de 1867, et sert au forgeage d'un grand nombre de pièces.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5° *France.*

Je serai bref sur l'exposition française, d'abord parce que je n'ai rien à apprendre à mes compatriotes sur la situation présente de nos usines, et ensuite parce que la sidérurgie française était fort incomplétement représentée à Vienne. La plupart des grands établissements se sont abstenus. Et pourtant, disons de suite que les rares forges qui ont envoyé des produits à Vienne ont dignement soutenu la réputation de nos établissements. Il suffit de mentionner le Creusot; les forges et aciéries de Saint-Etienne, celles de Firminy; l'usine de Marquise; la Société Revollier et Biétrix, de Saint-Étienne; enfin les ateliers Deflassieux et Peillon, Arbel et Brunon frères, de Rive-de-Gier.

Rappelons que la production de la France, en 1872, s'est élevée :

Pour la fonte, à.	1,180,000 tonnes.
— le fer doux non fondu, à. . . .	883,000
— le fer et l'acier fondus, à. . . .	138,000

Le Creusot est aujourd'hui, sinon le plus vaste, au moins l'un des plus vastes ensembles minier et métallurgique du monde entier.

Il occupe, avec ses annexes, 15 500 ouvriers et sera en mesure, en 1874, de produire :

715,000 tonnes de houille,
180,000 tonnes de fonte (provenant de 13 hauts fourneaux),
90,000 tonnes de fer soudé,
60,000 tonnes d'acier et de fer fondus.

100 locomotives, valant 7 millions, et des appareils et machines diverses pour 8 millions 1/2.

Le Creusot a exposé une collection complète des houilles et minerais consommés dans ses usines, depuis les minerais oolithiques de Mazenay jusqu'au fer oxydulé de Mokta. Mais ce qui a surtout frappé tous les connaisseurs, c'est la série des fers et des aciers, classés par numéros de qualité, d'après un ensemble d'épreuves variées.

Les fers sont divisés au Creusot en sept numéros : le plus ordinaire est noté n° 1; le plus doux et le plus malléable, n° 7. Chaque numéro était représenté à l'Exposition par une barre brisée, d'uniforme dimension, permettant de comparer la finesse, la nuance et la nature propre de la cassure. Ce qui caractérise les fers supérieurs, c'est moins la grandeur de la charge qui détermine la rupture, que l'extensibilité de la barre, que l'on peut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

apprécier, soit par l'allongement total précédant la rupture, soit par la contraction de la barre dans la section rompue, et cette contraction elle-même se mesure par le rapport de la section rompue à la section primitive, coefficient désigné sous le nom de *striction;* la résistance peut aussi se mesurer en rapportant la charge de rupture à la section rompue.

Ainsi, pour tous les numéros depuis 1 à 7, la charge de rupture par millimètre carré est à peu près constante, lorsqu'on la rapporte à la section primitive; elle est invariablement de 38 à 39 kilog. (1), sauf le n° 1, le fer le plus ordinaire qui a donné 41 kilog., en sorte qu'en se bornant à cette seule mesure on déclarerait supérieur à tous les autres le fer qui est, en réalité, le plus cassant, le plus impur, celui qui renferme spécialement le plus de phosphore; c'est l'erreur dans laquelle est tombé Fairbairn, lorsqu'il a proclamé l'acier phosphoré Heaton supérieur à tous les autres (2). On arrive à des résultats tout différents, lorsqu'on consulte les autres éléments que je viens de signaler. Ainsi l'allongement total n'est que de 10 pour 100 pour le n° 1, lorsqu'il est de 15 pour 100 pour le n° 2 et de 34 pour 100 pour le n° 7. La striction est de 0,80 pour le n° 1, et de 0,35 pour le n° 7; enfin, la charge de rupture, rapportée à la section rompue, est de $51^{k},3$ pour le n° 1, et de 112 kilog. pour le n° 7. C'est là la vraie mesure de la résistance à des efforts où interviennent des ébranlements moléculaires et des chocs plus ou moins violents. J'ajouterai que la tôle a toujours donné un allongement et une résistance plus faibles, dans le sens du laminage, que les barres préparées avec le même fer.

La série des aciers et des fers homogènes offrait plus d'intérêt encore que celle des fers soudés. Le Creusot se contente de fabriquer d'une façon courante les aciers doux pour tôles, essieux, bandages, rails, etc., et non les aciers durs pour outils, coutellerie, etc. En partant de la classification de M. Tunner, ce ne sont, en réalité, que les quatre numéros, 4 à 7, dont le premier, le n° 4, renferme 0,0065 à 0,0075, et le dernier 0,0010 de carbone. Mais, comme les teneurs en carbone sont difficiles à fixer rigoureusement, et que les qualités de l'acier dépendent plus encore de quelques autres éléments étrangers, tels que le silicium, le soufre, et surtout le phosphore,

(1) Tous les essais ont été faits de la même façon et sur des barreaux cylindriques tournés ayant rigoureusement $0^{m},10$ de longueur et 200 millimètres carrés de section.

(2) Voir le Mémoire sur les propriétés mécaniques des aciers phosphorés. *Annales des mines*, t. XVII, p. 346 (6e série).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'usine du Creusot divise ses aciers, non d'après le degré de carburation, mais d'après le degré d'allongement, mesuré à la suite de la rupture. Chaque numéro offre 2 pour 100 d'allongement de plus que le précédent. Le numéro le plus carburé et le plus dur, le n° 1 du Creusot, s'allonge de 13 pour 100 (1), tandis que chacun des numéros suivants, contenant, en moyenne, 0,0005 de carbone de moins, s'allonge de 2 pour 100 en sus. Outre le classement par numéros, il y a aussi le classement par pureté relative. Sous ce rapport, le Creusot différencie les qualités A, B, C. Les n^{os} 1 à 5 de la qualité ordinaire A conviennent surtout pour les rails; les numéros plus élevés, peu carburés, peuvent tenir jusqu'à 0,002 de phosphore, sans devenir par trop aigres. La qualité B, préparée avec des fontes plus pures, est destinée aux bandages, tôles, essieux. La qualité C résulte de fontes ou de minerais extra-purs; ce sont les aciers de choix tenant, comme ceux de Dannemora, moins de 0,0001 de phosphore. La qualité A est divisée en neuf numéros, la qualité B en dix, et la qualité C en onze.

Ajoutons que les épreuves par traction ont toutes été faites sur des barres trempées (2) et sur des barres non trempées, et qu'à l'Exposition tous les numéros étaient, en outre, représentés par des spécimens à section carrée de 0^{m},04 de côté : les uns plus ou moins ployés, les autres rompus en vue du grain.

Or voici les résultats les plus saillants des tableaux publiés par l'usine du Creusot.

Ils confirment, d'abord, que l'allongement est d'autant plus considérable, et la charge de rupture d'autant plus faible, que l'acier est moins dur (moins carburé et moins trempé). Ainsi, en ce qui concerne la qualité C, le n° 1 s'allonge de 13 pour 100 avant la trempe, et de 5 pour 100 après ; il rompt sous la charge de 79 kilogrammes par millimètre carré de la section primitive avant la trempe, et sous celle de 123 kilog. après.

Le n° 11, par contre, s'allonge de 35 pour 100 avant, et de 33 pour 100 après la trempe, et rompt déjà sous les charges de 39^{k},3 et de 46 kilog. avant et après la trempe.

La striction du n° 1 (C) est de 0,788, et celle du n° 11 de 0,268 avant la trempe, contre 0,930 et 0,255 après.

---

(1) Toutes les barres d'acier, pour essais par traction, avaient, comme les barres de fer, 0^{m},10 de longueur et 200 millimètres carrés de section circulaire.

(2) La trempe a été faite au rouge vif, mais à l'huile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les charges de rupture, rapportées à la section rompue, atteignent 100k,2 et 146k,6 pour les nos 1 et 11 (C) avant la trempe, contre 132k,2 et 180k,5 après.

On voit, par ces chiffres, que la trempe a d'autant moins d'influence sur l'allongement et la striction que le degré de dureté ou de carburation est moins considérable.

Il résulte aussi des tableaux publiés par l'usine du Creusot que si les nos 1 des trois qualités A, B, C présentent, avant la trempe, le même allongement de 13 pour 100, et presque la même striction, et la même résistance à la rupture, soit :

Pour A,	charge de rupture.	76k,2,	et striction	0,800
B,	—	. . . . .	77k,7,	—	0,793
C,	—	. . . . .	79k,0,	—	0,788

les différences sont plus accusées après la trempe.

Ainsi le même n° 1 a donné, après la trempe :

	Allongement.	Charge de rupture.	Striction.
Pour A.	2 %	117k,0	0,980
B.	3,8	119k,3	0,950
C.	5	123k,0	0,93

Et le n° 9 :

Pour A.	21 %	56k,2	0,428
B.	22	58k,8	0,398
C.	23,4	63k,8	0,375

Il faut, au reste, remarquer ici, pour éviter tout malentendu, que, si les trois nos 1 des qualités A, B, C donnent le même allongement, il ne s'ensuit nullement que le degré de carburation soit identique ; ainsi, à numéro égal, la qualité A est certainement moins carburée que B et C, mais ce type doit son aigreur plus grande, spécialement après la trempe, à la présence de quelques dix-millièmes d'éléments étrangers, de phosphore surtout.

Le prix de vente par 100 kilog. étant représenté par p pour le n° 1 de la qualité A, la catégorie B se vendra $p + 15$ fr., et C, $p + 30$ fr.

Les sept premiers numéros de chaque qualité sont, d'ailleurs, cotés au même prix que le n° 1 ; mais, pour les numéros supérieurs de 8 à 11, on compte 2 fr. de plus par 100 kilog. et chaque numéro, à cause de leur moindre fusibilité.

Disons, pour terminer, que la fabrication des aciers Bessemer, au Creusot, est surtout fondée sur l'emploi des minerais de Mokta. Cette usine reçoit, annuellement, plus de 100 000 tonnes de ce minerai, dont l'extraction totale

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a atteint 400 000 tonnes en 1873. Le Creusot se prépare, du reste, à exploiter sous peu, très-activement, en Savoie et dans le Dauphiné, ses propres mines de fer spathique, qui pourront ainsi remplacer utilement le Mokta dans un avenir prochain.

L'acier Bessemer est fabriqué dans six cornues de 10 tonnes chacune, recevant directement la fonte des hauts fourneaux. Outre cela, l'usine renferme aussi de nombreuses batteries de fours Martin et quelques fours pour la fusion de l'acier au creuset.

Parmi les autres exposants français, citons l'usine de M. Verdié, à Firminy, qui la première, en France, a fabriqué l'acier Martin d'une façon courante. Cette usine s'est notablement développée depuis 1867 ; elle possède, aujourd'hui, neuf fours Martin, vingt-quatre fours à puddler avec tous ses accessoires, un grand haut fourneau, des ateliers pour rails, bandages, ressorts, essieux, etc. Le nombre des ouvriers approche de 2 000, et le chiffre des affaires de 10 millions.

Les forges et aciéries de Saint-Étienne, dirigées par M. Barroin, ont pris également un grand développement. On y voit une paire de cornues Bessemer de quatre tonnes, un grand laminoir à renversement pour fortes tôles et plaques de blindage. On y fabrique, en outre, des bandages en acier Bessemer et en fer soudé ; de grands fers ronds à l'aide de trios, etc. On voyait spécialement, à Vienne, de belles tôles de chaudière de $2^{m},40$ de largeur, et un énorme longeron en fer plat de 14 mètres de longueur sur $1^{m},30$ de largeur et $0^{m},033$ d'épaisseur, pesant 4 500 kilog.

La fabrication des frettes en fer mérite également d'être signalée. On prépare un anneau en fer plat enroulé, on soude au marteau, puis, à l'aide d'un travail multiple par martelage, bigornage et matriçage, on finit par dégager les tourillons de l'anneau lui-même, sans aucune pièce de rapport soudée sur l'anneau. Les fibres du fer restent ainsi continues et donnent à l'ensemble plus de solidité.

Le poids des produits annuels atteint 26 000 tonnes et paraît devoir grandir encore.

MM. Revollier et Biétrix, de St.-Étienne, depuis longtemps avantageusement connus comme constructeurs de machines, se livrent aussi, depuis quelques années, à la fabrication des bandages. Ils fabriquent eux-mêmes l'acier fondu dans trois fours Martin. Le lingot, presque cubique, est aplati et percé sous le marteau-pilon, puis ébauché et fixé au laminoir annulaire. Les cylindres de l'ébaucheur sont horizontaux, ceux du finisseur verticaux. Pour engager l'anneau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entre les cylindres de l'ébaucheur, on abaisse l'inférieur ; après quoi on le relève, parallèlement à lui-même, en faisant agir l'eau d'un accumulateur sur les pistons qui portent les coussinets. Les bandages de MM. Revollier et Biétrix sont depuis longtemps acceptés sur nos chemins de fer, et ont figuré dignement à l'exposition de Vienne.

On connaît les roues de MM. Arbel et Deflassieux, de Rive-de-Gier. Ces deux industriels sont aujourd'hui séparés, et avaient chacun une belle exposition à Vienne.

A côté d'eux vient se placer un nouveau fabricant, MM. Brunon frères, de Rive-de-Gier, qui se sert de la presse à l'eau, au lieu du marteau à matrice, pour opérer le soudage des diverses pièces de la roue. On voit que l'emploi de la presse pour le forgeage du fer, proposé d'abord par M. Haswell, de Vienne, commence à se répandre dans les ateliers. En Westphalie et sur les bords du Rhin, plusieurs fabricants l'emploient pour emboutir les fonds de chaudières et les plaques foyères des locomotives.

Mentionnons, enfin, les beaux produits de M. Harel et comp., de Givors ; les grands tuyaux en fonte de Marquise et de Pont-à-Mousson ; quelques belles pièces, en acier fondu moulé, de l'usine d'Ermont, près de Paris, et nous aurons complété la revue de l'exposition des forges françaises, à Vienne. Nous devons, cependant, rappeler encore, comme produits d'art hors ligne, les deux magnifiques expositions de M. Durenne, de Sommevoire (Haute-Marne), et de la Société anonyme du Val-d'Osne, qui, l'une et l'autre, ont vivement attiré l'attention des visiteurs.

6° *Belgique.*

L'industrie du fer est toujours fort active en Belgique. La production du fer a sensiblement doublé dans le cours des dix dernières années ·

En 1862, la Belgique avait produit :

	Fonte.	356,550 tonnes.
	Fer.	237,060
En 1872 :		
	Fonte.	655,565 tonnes.
	Fer.	502,577

Mais les minerais de fer indigènes sont loin de suffire à une pareille production.

La Belgique n'a produit, en 1872, que.	749,781	tonnes de minerai de fer.
Elle a reçu de l'étranger (du Luxembourg surtout).	789,000	—
TOTAL.	1,538,781	tonnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La fabrication de l'acier est relativement faible en Belgique, aucun des minerais indigènes n'étant suffisamment pur pour cela; cependant trois ou quatre établissements fabriquent aujourd'hui de l'acier, aussi la production, qui n'était encore que de 2833 tonnes en 1867, est montée, en 1872, à 15 284 tonnes.

La Belgique était représentée, à l'Exposition de Vienne, d'une façon beaucoup plus complète que la France ; peu d'usines se sont abstenues. La plus importante, celle de Seraing, a exposé, outre ses machines à vapeur et sa grande soufflerie verticale dont nous n'avons pas à nous occuper ici, de nombreuses pièces de forges, des bandages, des ressorts, des rails, des tôles embouties, des canons de fusil et, outre cela, des spécimens de fontes, fers et aciers. Le personnel ouvrier de cette usine atteint, aujourd'hui, 8 900, et la valeur des produits annuels 25 à 30 millions.

L'aciérie surtout reçoit de grands développements; elle renferme déjà quatre cornues Bessemer de 5 à 7 tonnes, et bientôt on doit en établir six autres, ainsi que plusieurs hauts fourneaux propres à la production de la fonte à acier. On y fondra des minerais d'Espagne (Sommo-Rostro).

Deux autres établissements ont exposé de l'acier; l'aciérie d'Angleur, fondée seulement en 1872, et la Société anonyme de la fabrique de fer d'Ougrée, à Seraing, qui prépare, en métal Bessemer et en acier puddlé, des bandages et des essieux justement appréciés.

Parmi les forges proprement dites, le grand établissement de Sclessin avait une exposition remarquable. On doit surtout rappeler ici les poutrelles et les nombreux fers de construction ; en particulier, des quarts de cylindres creux munis de brides, qui, rivés ensemble, constituent des poutres cylindriques de 15 à 20 mètres de longueur sur $0^m,20$ à $0^m,25$ de diamètre intérieur. On les emploie comme maîtresses-tiges de pompes, ou bien, après cintrage convenable, pour ponts métalliques à large ouverture. On y fabrique aussi, depuis peu, de l'acier et du fer homogène dans trois fours Martin. Enfin un four Danks vient d'y être installé pour essayer le puddlage mécanique. Six hauts fourneaux, dont quatre en activité, fournissent 50 000 tonnes de fonte, et la forge 30 000 tonnes de fer ou d'acier. L'usine de Sclessin avait également exposé, dans la halle des machines, un beau laminoir universel qui a dû être monté, depuis lors, dans une grande forge allemande des bords du Rhin.

Parmi les usines belges, mentionnons encore : Couillet et Marcinelle, qui ont exposé des rails et des fers façonnés, ainsi que des roues de waggonnets en fer, faites d'une seule pièce par voie de matriçage; la forge de l'*Espérance*,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour ses tôles et ses fers-blancs; celle de Jemmapes, pour ses larges plats; l'établissement de Sillyé-Pauwels, à Bruxelles, pour ses belles tôles polies; l'usine de MM. Charles et Hippolyte Chaudoir, à Liége, pour de grands tubes en tôle de fer, soudés au laminoir; le Chatelet, près Charleroi, pour les fers du commerce de tout genre et surtout pour la spécialité des feuillards; enfin, Jowa-Delheid et comp., de Liége, ont surtout exposé des fils de fer; la forge de Charleroi, de Victor Gilliaux, des larges plats striés; et celle de M. Gaffin, à Bruxelles, des essieux, des tôles et des fers plats de diverses sortes.

Pour clore la revue de l'Exposition belge, il me reste à parler de deux laminoirs spéciaux : l'un, encore à l'état de simple projet, était représenté à Vienne par un modèle, c'est le laminoir universel à trois cylindres, de MM. Gillon et Dujardin; l'autre, le laminoir différentiel de MM. Lauth et Deby, qui fonctionne déjà dans quelques grandes forges de Charleroi et de Liége, à l'usine de l'Espérance, par exemple.

Le trio universel de MM. Gillon et Dujardin doit laminer les fortes tôles et les gros fers plats. Les cylindres supérieur et médian sont l'un et l'autre suspendus par des tiges à contre-poids, comme le cylindre supérieur des tôleries ordinaires. Les vis de pression agissent directement sur les coussinets du cylindre supérieur et indirectement, par l'intermédiaire de ceux-ci, sur les coussinets du cylindre médian, toutes les fois que la pièce à laminer doit passer entre ce cylindre et le laminoir inférieur. Les trois cylindres sont reliés, à la façon ordinaire, avec une cage à pignons dentés, ce qui permet au moteur d'actionner le train simultanément par les trois axes. Pour les fers plats, le laminoir est muni de cylindres verticaux que l'on déplace à l'aide de vis à la façon ordinaire; l'une des paires sert pour le passage supérieur, l'autre pour le passage inférieur; des tabliers releveurs existent des deux côtés. Au tablier supérieur sont fixées des chaînes dont les bouts inférieurs sont attachés aux leviers à contre-poids du cylindre médian. De cette façon, lorsque ce tablier vient à être soulevé, les contre-poids le sont également; par cela même, le cylindre médian s'abaisse et ouvre au paquet le passage supérieur. Dès que le tablier redescend, le cylindre médian remonte, et la pièce à étirer peut passer entre ce cylindre et le laminoir inférieur. L'agencement du trio est, comme on le voit, un peu compliqué, mais rien ne semble devoir s'opposer à sa bonne marche, pourvu que les articulations soient bien établies.

Le laminoir différentiel Lauth, inventé aux États-Unis, a également pour but le double laminage sans renversement. On l'emploie surtout dans le cas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des tôles minces. C'est un trio dont le cylindre médian a un diamètre beaucoup plus faible que les cylindres extrêmes. Lorsqu'il fonctionne comme finisseur, les cylindres médian et supérieur sont tous deux entraînés par simple frottement. Dans les dégrossisseurs, le cylindre supérieur est également actionné, mais le médian est toujours mû par simple entraînement. Le cylindre supérieur est suspendu et pressé par vis à la façon ordinaire; le cylindre médian, tout en reposant sur l'inférieur, ne s'oppose pas au passage des tôles minces, à cause de sa légèreté relative. Mais il faut le suspendre également pour le laminage des tôles fortes. Le trio en question active le travail, diminue les chaudes et paraît même exiger une moindre force, par suite du faible diamètre du cylindre médian. En tous cas, l'usine de l'Espérance se dit très-satisfaite des résultats obtenus.

7° *Suède.*

Au point de vue de l'industrie des fers, la situation de la Suède ressemble, à bien des égards, à celle de la Styrie et de la Carinthie : richesse et pureté des minerais, absence ou rareté du combustible minéral, nombreux cours d'eau, dispersion des forges, etc. Comme dans les Alpes, et plus encore qu'en Autriche, les mines et les usines sont divisées, éparpillées, sans autre lien que celui du comptoir de fer de Stockholm, dont la principale préoccupation est la vente des produits à l'étranger. L'absence des voies de communications, la difficulté de réunir sur un même point de grandes masses de combustibles, voilà les causes qui se sont opposées à la création de vastes établissements, à l'adoption générale des procédés nouveaux. Sous ce rapport, l'Autriche a pris les devants; les chemins de fer y sont nombreux, les intérêts se sont fusionnés, de grands établissements ont pu être créés. La Suède sent le besoin d'une transformation analogue. M. Ackermann, professeur de métallurgie à l'École des mines de Stockholm, s'est fait l'organe de ces besoins nouveaux, dans une intéressante notice sur la situation de la sidérurgie suédoise aux premiers jours de l'année 1873, notice d'où j'extrais la plupart des renseignements qui vont suivre.

On s'est décidé un peu tard à ouvrir des voies ferrées en Suède, mais on en reconnaît aujourd'hui l'urgente nécessité. Elles produiront forcément, en ce qui concerne les mines et les forges, la transformation déjà réalisée dans les Alpes.

A la fin de 1871, la Suède possédait 1 855 kilomètres de voies ferrées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exploitées, et 2 100 kilomètres en construction. Encore quelques années, et le transport irrégulier par traîneaux fera partiellement place à la circulation quotidienne par chemins de fer; alors, les minerais et les combustibles pourront être amenés au voisinage des grandes chutes d'eau; les hauts fourneaux et les forges pourront s'y grouper.

Dans les forges des Alpes, nous l'avons dit, l'affinage au charbon de bois et aux bas foyers a généralement disparu. Depuis plusieurs années déjà, on se sert de combustibles inférieurs. Les fours de puddlage et de réchauffage marchant au lignite ou à la tourbe ont, en grande partie, remplacé les bas foyers. Sous ce rapport aussi, la Suède a marché moins rapidement. L'affinage proprement dit se fait encore presque partout au charbon de bois et dans les bas foyers.

Pour le réchauffage et le corroyage seuls, on a recours, depuis quelques années, aux réverbères, et aux gaz que l'on produit avec de la tourbe ou des déchets de bois, et parfois même avec du charbon de bois.

Quant aux fers supérieurs, comme ceux de Danemora, ils sont encore maintenant exclusivement travaillés au charbon de bois, et continueront, sans doute, à être affinés ainsi pendant longtemps, de peur d'en altérer les précieuses qualités.

Le puddlage proprement dit est, en Suède, une rare exception. Une seule forge importante, celle de Motala, puddle à la houille anglaise; deux autres établissements, Nyby et Surahammer, puddlent au bois.

Néanmoins, l'emploi des combustibles inférieurs commence à se répandre. Les générateurs Lundin-Siemens se multiplient; on y est forcé, comme en Autriche, par l'énorme renchérissement du bois. Il y a peu d'années, on pouvait encore se procurer le charbon de bois, dans les lieux les plus favorisés, au prix de 1 fr. 75 c. le mètre cube; et 7 francs était le prix dans les districts ordinaires; aujourd'hui, dans ces mêmes lieux, le mètre cube se paye jusqu'à 14 et 17 francs, prix peu inférieur à celui de la France.

L'accroissement de la production et la faible durée annuelle de la végétation sont les causes de cet énorme renchérissement.

En 1860, la Suède a produit. . . . 185 000 tonnes de fonte
et. . . . 137 000 de fer en barres.

En 1871, dans 207 hauts fourneaux :

La production a été de. . . . . 298 000 tonnes de fonte
et (non compris l'acier, la tôle, etc.). 188 000 tonnes de fer en barres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1871, la Suède a exporté .

Minerais de fer.	12,000 tonnes
Fonte en gueusets.	41,000
Massiaux.	10,000
Fer en barres.	143,000
Fer feuillard et clous.	18,000
Tôles et fers divers.	7,600
Acier.	5,500

c'est-à-dire presque la totalité du fer produit.

En 1872 et 1873, l'exportation du minerai a, en outre, considérablement augmenté, et devra certainement se développer beaucoup dans un avenir prochain.

On se propose d'importer du coke anglais pour fabriquer, en Suède, de la fonte et de l'acier Bessemer ; puis les navires ramèneront, en lest, du minerai pur et riche aux usines anglaises. On pense que le minerai ainsi rendu à Newcastle ne dépassera pas 30 francs la tonne dans les circonstances ordinaires.

Mais, pour l'exploiter dans des conditions avantageuses, il faut que le système des petites mines isolées fasse place à de grands travaux d'ensemble.

En 1871, la production totale de 647 000 tonnes de minerais a été fournie par plus de 100 mines ! L'insuffisance des travaux ressort de ce fait que, dans les premiers mois de 1873, le minerai fut payé, sur les mines, jusqu'à 24 et même 30 francs la tonne, tandis qu'en 1871 le prix de vente variait entre 6 fr. 50 et 10 francs. Une pareille hausse doit évidemment stimuler les travaux de mines.

Les dimensions et surtout la production des hauts fourneaux suédois sont au-dessous de celles que l'on rencontre en Styrie. La moindre réductibilité des minerais et les difficultés que rencontre l'accumulation des charbons expliquent le fait.

Les hauts fourneaux ont actuellement 12 à 16 mètres de hauteur, mais seulement 2 à 3 mètres au ventre et $0^m,80$ à $1^m,40$ aux tuyères. Le volume des fourneaux varie de 23 à 90 mètres cubes ; le nombre des tuyères, de 2 à 4.

En chauffant le vent vers 150 à 200 degrés centigrades, on consomme, pour la fonte de forge blanche ou truitée, 75 à 85 pour 100 de charbon. La production par vingt-quatre heures est de 5 à 7 tonnes dans les petits hauts fourneaux, de 12 à 20 dans les grands.

Les gueulards sont, en général, ouverts, même quand on utilise les gaz ; on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se sert alors de trémies cylindriques de 2m,50 à 3 mètres de profondeur.

Les gaz servent pour le chauffage du vent et le grillage des minerais. Cette dernière opération se fait dans de vastes fours à cuve soufflés, dits *fours Westman*. L'air, insufflé par un ventilateur et un grand nombre de tuyères, brûle le gaz plus uniformément et développe une température plus élevée que l'air simplement aspiré par les anciens fours de Danemora. On tient à chauffer jusqu'à frittage complet, pour expulser le soufre d'une façon plus complète.

Les laitiers sont trisilicatés dans les hauts fourneaux de Finspong pour canons; bisilicatés pour les fontes de forge ordinaires, affinées par la méthode du Lancashire; presque protosilicatés, à Danemora, pour la fonte blanche des bas foyers wallons; enfin, protosilicatés, ou même un peu basiques, pour les fontes grises Bessemer et les fontes spéculaires riches en manganèse.

Les usines Bessemer commencent à se multiplier en Suède; ce pays est, en effet, comme la Styrie, naturellement désigné pour l'affinage rapide des fontes pures. Le seul obstacle qui a empêché jusqu'à présent l'installation de ces puissants appareils est leur grandeur même. Le poids de fonte qu'une cornue est appelée à affiner par jour est hors de proportion avec celui que peut fournir un haut fourneau de faibles dimensions, marchant au charbon de bois. Il faut nécessairement, pour alimenter, directement et d'une façon économique, une cornue Bessemer, avoir à sa disposition, soit un haut fourneau de très-grandes dimensions, soit deux ou trois fours, moins considérables, réunis dans une même usine. Or, cette condition ne se trouvait remplie jusqu'à présent que dans la seule usine de Finspong (la fonderie de canons). L'ouverture des voies ferrées, en permettant la concentration du charbon de bois sur un même point, va maintenant conduire à la création d'usines plus importantes, pourvues d'appareils Bessemer. Cette transformation est même déjà commencée. Ainsi, en 1872, on a établi six usines Bessemer, tandis qu'en 1871 les sept établissements existants, dont trois à cornues fixes, n'avaient encore produit que 8000 tonnes de lingots.

Toutes les cornues existantes ou en voie d'installation recevront directement la fonte du haut fourneau. Comme en Styrie, à cause de la pureté des fontes, on pousse rarement jusqu'à la décarburation complète. Le plus souvent on n'ajoute rien, ou tout au plus 1 à 2 pour 100 de fonte spéculaire. Les lingots Bessemer sont principalement transformés en rails, bandages, essieux et tôles de chaudières. Ces fabrications accessoires sont déjà instal-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lées à Motala, Fagersta, Surahammer et Sandwicken. Pour les rails, on lamine les lingots directement, sans martelage préalable.

L'affinage au charbon de bois se fait, en Suède, selon deux méthodes. Si l'on veut de bons fers denses et homogènes, on se sert de la méthode du Lancashire (affinage proprement dit au bas foyer et corroyage, au gaz ou à la houille, dans un réverbère), si l'on veut des fers purs et carburés, on a recours à la méthode wallone (affinage au bas foyer et corroyage dans un autre bas foyer, également au charbon de bois). C'est la méthode suivie à Danemora pour les fers qui doivent être cémentés. C'est, du reste, beaucoup moins à la méthode d'affinage qu'à la pureté des minerais qu'il faut attribuer ce que M. Le Play a appelé la propension aciéreuse. Le fait, aujourd'hui bien établi, ressort nettement de la brochure de M. Akerman. Tous les minerais de fer de Suède, même les plus purs, renferment du phosphore à l'état de phosphate de chaux ; mais, de tous ces minerais, celui de Danemora en contient le moins, environ 0,00003, tandis que la teneur des autres minerais oscille entre 0,00005 et 0,0005. Quelques-uns même, comme une partie de ceux de Gellivera et de Grangärärd, vont depuis 0,001 ou 0,002 jusqu'à 0,015.

Si l'on observe, de plus, que la gangue des minerais de Danemora, plus ou moins calcaire et riche en manganèse, est facilement fusible sans mélange étranger, on aura la clef de son excellente qualité. Il n'y a pas, en réalité, de minerai à propension aciéreuse; tous les minerais peuvent donner de l'acier, mais ceux-là seuls donnent de bon acier (du fer carburé non aigre), qui sont à peu près chimiquement purs, et peuvent être réduits et fondus à une température relativement peu élevée, grâce à la présence d'une certaine proportion d'oxyde de manganèse.

L'exposition des usines suédoises, à Vienne, attirait les regards, comme celle de 1867, à Paris.

Je citerai surtout celle de Fagersta dans la rotonde centrale, l'exposition collective du Comptoir de fer et celle de la forge de Motala et de la fonderie de Finspong.

Dans la vitrine de Fagersta on voyait uniquement des aciers Bessemer, de tout genre, fabriqués directement sans addition de fonte recarburante ; lingots bruts, rails, essieux, arbres à manivelle, ressorts, tôles de chaudière, âmes de scie, canons de fusil, acier pour outils, etc. Une série de barres soumises aux épreuves de traction, de flexion, etc., dans les ateliers de M. Kirkaldy, à Londres, indiquaient le grain, la ténacité et le degré de carburation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des principaux produits. La fonte avec laquelle on prépare ces aciers est plutôt truitée-blanche que grise. Elle contient 0,045 de manganèse, 0,0077 de silicium et 0,00027 de phosphore. Dans les autres usines suédoises on traite, pour acier Bessemer, plutôt des fontes grises tenant 1,5 à 2 pour 100 de silicium.

La scorie Bessemer de Fagersta est plus ou moins cristalline, et ressemble à la scorie manganésifère du four Martin de M. Verdié de Firminy.

Elle renferme 46,7 pour 100 de silice, 32 pour 100 de protoxyde de manganèse, 15,6 pour 100 de protoxyde de fer et 4 pour 100 d'alumine.

L'exposition collective renfermait un ensemble complet de minerais, fontes, fers, aciers et produits accessoires des usines suédoises. Comme nouveauté, qui ne figurait pas à Paris en 1867, il faut mentionner le minerai manganésifère de Marnäs et Svarberg avec sa gangue dense, lamelleuse, de Knebellite (silicate de fer et de manganèse), et la fonte spéculaire que l'on en obtient à Finnbo depuis 1868, et surtout dans le haut fourneau de Schisshyttan, appartenant à la Société de la Königs et Laurahütte en Silésie. La fonte spéculaire de Finnbo contient 9 à 10, celle de Schisshyttan 12 à 15, et même, exceptionnellement, jusqu'à 20 pour 100 de manganèse. Ces fontes renferment, d'ailleurs, comme tous les minerais de Suède, un peu de phosphore, mais la proportion n'en dépasse pas 0,0003. Une analyse des fontes Bessemer de l'usine de Hammarby accuse la même teneur; dans celle de Fagersta on indique le chiffre presque identique de 0,00027; enfin, dans les aciers Bessemer de la même usine, pour tôles, essieux, canons de fusils et outils divers, des quantités variant entre 0,00022 et 0,00028.

A Wickmanshyttan, on fabrique de l'acier fondu au creuset par le procédé Uchatius. On ajoute à la fonte granulée un mélange de minerai riche et un peu de charbon de bois, l'un et l'autre réduits en poussière fine. On fabrique ainsi de l'acier dur fort apprécié en Suède, pour armes blanches, pièces de coutellerie, outils de tours, et même pour étampes et coins de monnaies.

Le four Siemens-Martin fonctionne à Motala, Munkfors et Lesjöfors; le gaz provient d'un générateur Lundin au bois.

Enfin, à Osterby, les creusets pour fondre l'acier sont également chauffés dans un four Siemens-Lundin au bois ou à la tourbe.

Plusieurs usines ont exposé de très-beaux fils de fer et des câbles pour mines. Lisjöfors est spécialement connu sous ce rapport. On sait que le fer suédois est recherché pour ce genre de fabrication en Angleterre, en Allemagne et en France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le puddlage est peu répandu en Suède, et ne le sera probablement jamais. Ce sont les affinages Bessemer et Siemens-Martin, et non le puddlage, qui remplaceront un jour, en Suède, l'ancien bas foyer. Seule l'usine de Motala a adopté le travail anglais à la houille. Dans son exposition on voyait des fers façonnés, de grandes tôles, des pièces embouties, des roues de waggons, et, en général, tout ce qui se rapporte au matériel des chemins de fer.

Citons, en dernier lieu, les produits de Finspong, avec ses canons en fonte de fer si renommés. C'est une fonte tenace, presque malléable, obtenue à l'air froid. Mais, tandis qu'autrefois les canons suédois étaient coulés en première fusion, on a adopté aujourd'hui même, à Finspong, la fabrication en fonte au réverbère. On y a reconnu, comme ailleurs, la supériorité de la fonte de seconde fusion.

8° *Norwége.*

L'industrie minérale de la Norwége est peu importante, si l'on en excepte les mines de cuivre d'Alten et de Röraas, la mine d'argent de Kongsberg, et quelques exploitations nouvellement ouvertes, qui ont fourni, en 1871, 50 000 tonnes de pyrites de fer.

La production en minerais de fer est de 20 000 tonnes à peine, et celle des usines à fer de 6 250 tonnes de fonte brute,
de 1 750 — de fonte moulée,
et 4 000 — de fer en barres.

Plusieurs forges se sont récemment arrêtées, et, si les minerais de fer devaient, à l'avenir, être de nouveau exploités plus activement, ce serait pour leur exportation à l'état brut. C'est le cas des pyrites de fer qui vont en Angleterre, ainsi que la majeure partie des minerais de cuivre, 34 000 tonnes sur les 47 000 exploitées.

Le total des ouvriers mineurs est de 2600, dont 1 270 sont occupés aux mines de cuivre.

La production en cuivre métallique n'est que de 500 tonnes.

En fait de matières minérales on exporte, en outre, de l'apatite, du feldspath et un peu de nickel.

9° *Russie.*

Les principales usines à fer de la Russie sont situées dans l'intérieur de l'Oural.

Un autre district minier existe, en Pologne, sur les frontières de la Silésie;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelques usines moins importantes se voient en Finlande, aux environs de Moscou et dans le sud de la Russie.

La production totale, en 1871, fut,

En fonte.	360,874 tonnes.
fers et rails.	196,138
tôles.	50,183
aciers.	7,253

Les usines de l'Oural sont, à quelques égards, dans les mêmes conditions que celles de la Suède : minerais riches et purs, forêts étendues. Sous d'autres rapports la différence est grande. L'exportation est difficile, on est loin de la mer; par compensation la consommation intérieure absorbe tout, et un riche bassin houiller, récemment découvert au pied de l'Oural, suppléera un jour au manque de bois; les mines et les usines sont entre les mains de riches propriétaires, en mesure d'adopter les procédés nouveaux et de fonder de vastes établissements. Déjà on y rencontre les cornues Bessemer, les fours Siemens et Martin, de grandes fonderies de canons en acier, des laminoirs pour plaques de blindage, etc.: en un mot, des fabrications variées sur la plus vaste échelle ; aussi l'exposition de la Russie offrait-elle des produits nombreux et remarquables.

Dans celle du prince Demidoff on voyait, à côté de lingots et de tôles de cuivre, de malachites et de minerais d'or et de platine, de beaux spécimens de fonte, de fer et d'acier bruts et travaillés. On y fabrique spécialement, au bas foyer, des loupes énormes du poids de 1 000 kilog., dont on fait directement des tôles de chaudière pour éviter les défauts de soudure.

L'usine d'Ivanov, au prince Constantin, occupe 2 000 ouvriers. Il y a là plusieurs hauts fourneaux pour le puddlage, des bas foyers, etc. ; et, depuis 1869, un four Siemens, le premier de l'Oural.

Dans le gouvernement de Perm , la couronne possède une douzaine d'usines, dont les plus importantes sont Lougansky, Slatoust, Artinsky, Kamsky, Perm, Goroblagodat, etc.

Il y a là, ainsi que chez le prince Demidoff, plusieurs fours Raschette. Dans les usines à cuivre, ils sont rectangulaires et ont jusqu'à quatorze tuyères sur chaque face.

Les hauts fourneaux à fer du système Raschette sont ovales et n'ont que six tuyères en tout. Aux deux bouts du grand axe sont les avant-creusets, mais l'un d'eux reste fermé.

La forge de Kamsky a exposé d'énormes poutres en fer laminé du poids de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1 120 kilog., ayant la forme de gros rails Brunel. Elles ont 6 mètres de longueur, 0m,30 de hauteur, 0,025 d'épaisseur. On les cintre pour soutenir des blindages en bois.

Dans la fonderie de Perm, on coule et forge de grands canons en acier fondu. Pour le forgeage, on se sert d'un énorme marteau-pilon de 50 tonnes, dont les plans et modèles étaient exposés à Vienne. Le cylindre moteur a 4m,20 de hauteur, la chabotte pèse 620 tonnes. Les fondations, sous cette chabotte, ont 10 mètres de profondeur, et se composent alternativement de rangées de pierres de taille et de poutres jointives. Le cylindre moteur est porté par deux bâtis en fonte pesant 87 tonnes, et ces supports sont eux-mêmes établis sur une charpente en tôle forte, dont les feuilles ont 0m,025 d'épaisseur et pèsent ensemble 72 tonnes.

Le piston et la tige sont en acier forgé d'une seule pièce ; leur poids réuni est de 27 tonnes, tandis que la tête du marteau, portée par la tige, pèse 23 tonnes.

Le marteau peut fonctionner à double effet, c'est-à-dire avec vapeur pardessus. La course ordinaire est de 3 mètres.

Parmi les objets exposés, on doit citer encore des canons en fonte et en acier, d'énormes obus, des frettes en acier fondu, de grosses tôles, des chaînes, des faux, des lames de scies, etc.

A côté des grandes usines impériales, les établissements de la comtesse Stenbock-Fermor ont exposé des tôles fines, et les héritiers Rostorgouieff de belles pièces d'art moulées et des tôles polies.

En dehors de l'Oural, l'une des plus importantes forges de la Russie est celle de l'Arcadie, près de Saint-Pétersbourg, fondée en 1865 par M. Poutiloff. L'établissement comprend, aujourd'hui, quatre hauts fourneaux, deux appareils Bessemer, onze trains de laminoirs, quatre-vingt-trois fours à réverbère, et occupe 4 000 ouvriers. On y fabrique surtout des rails en fer et en acier, des pièces de croisement en fonte durcie, et d'autres objets pour matériel de chemins de fer. Dans les hauts fourneaux, on traite le minerai des lacs de la Finlande ; au Bessemer, des fontes de Suède.

Dans plusieurs forges de la Finlande, il y a des fours de puddlage au bois, entre autres à Mariéfors et à Raëvolo.

10° *Italie.*

Par suite de la rareté des combustibles, tant végétaux qu'en minéraux,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'industrie du fer est peu développée en Italie, malgré la riche mine de fer de l'île d'Elbe, et les beaux fers spathiques des Alpes.

En Lombardie, il y a une vingtaine de petits hauts fourneaux au bois, dont la production totale est de 10 000 tonnes provenant de 23 à 24 000 tonnes de minerais.

En Toscane, à Follonica et à Cécina, on fond 30 000 tonnes de minerai oligiste de l'île d'Elbe. On en retire 15 000 tonnes de fonte; ce qui fait, pour l'Italie entière, une production totale de 25 000 tonnes de fonte.

L'affinage de la fonte commence à se développer en Lombardie, grâce à l'emploi de la tourbe. En 1864, la production en fer et acier n'y était encore que de 7 000 tonnes; en 1872, elle a atteint le chiffre de 16 545 tonnes. Il faut surtout attribuer ce résultat aux efforts de M. Gregorini, qui a introduit dans son usine de Lovere, à l'aide de deux fours Siemens, le puddlage au gaz de tourbe. Il y fabrique, à volonté, du fer ou de l'acier. Mais ce n'est qu'un premier pas. Si l'on veut utiliser convenablement les fers spathiques des Alpes, il faut avoir recours plus largement encore, comme en Carinthie, aux abondantes tourbes des vallées alpines. Il faut adopter, sinon le Bessemer, au moins le procédé Martin, et tenter même la réduction au réverbère, en appliquant les récentes méthodes de MM. Siemens et Ponsard.

En Toscane, l'affinage de la fonte se fait toujours au bas foyer, aussi la production totale de l'Italie, en fer et acier, ne dépasse-t-elle guère 24 000 tonnes.

Les minerais de l'île d'Elbe profitent surtout à la France et à l'Angleterre. Ces dernières années, on en a exporté 80 à 90 000 tonnes; mais on s'est engagé à en livrer annuellement aux usines françaises 140 000 tonnes, et aux Anglais 160 000 tonnes. En retour on se propose d'amener du coke pour fondre, sur les lieux mêmes, une partie du minerai. L'île de Sardaigne fournit également à la France 20 à 25 000 tonnes de minerai pur.

11° *Espagne.*

Les richesses minérales de l'Espagne sont connues depuis longtemps. Ce pays pourrait fournir infiniment plus de fer que l'Italie, si la tranquillité y régnait et si les voies de communication y étaient plus développées.

En 1869, l'Espagne a produit :

34,500 tonnes de fonte dans 50 hauts fourneaux;
35,600 tonnes de fer,
250 tonnes d'acier, } dont une partie vient de 190 forges catalanes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A côté de cela, l'exportation des minerais tend à prendre de vastes proportions. En 1869, elle était déjà de 133 000 tonnes, et dépassera bientôt 1 million. La majeure partie provient des environs de Bilbao et se dirige sur l'Angleterre ; mais la France, l'Allemagne et la Belgique (les usines de Seraing et de Krupp surtout) vont en recevoir aussi de fortes quantités.

Les principales usines, dont les produits se trouvaient à Vienne, sont : la forge de la Trubia, dans les Asturies, comprenant trois hauts fourneaux au coke, dix fours à puddler, une fonderie d'acier au creuset, etc. Cet établissement, qui appartient à l'État, a exposé spécialement des fers laminés pour affûts, des canons de fusils en acier doux, de l'acier pour outils, etc.

L'usine du Pedroso, près de Séville, dont les fers et les aciers sont justement appréciés.

L'établissement de Mierès, dans les Asturies, formé de deux hauts fourneaux au coke et d'une forge anglaise. Enfin les forges au bois moins importantes de Burgos, Logrono, Vera, etc., dont les produits sont limités, mais de qualité supérieure. L'usine de Vera a spécialement exposé des roues pleines en fonte pour waggons de chemins de fer.

Les autres pays d'Europe ou d'outre-mer produisent peu de fer, et n'ont, pour ainsi dire, rien exposé.

La production de la Suisse tend à décliner, faute de bois et de combustible minéral : en fonte, c'est 10 à 12 000 tonnes; en fer affiné, 8 à 9 000 tonnes. La Société de Roll (de Soleure), propriétaire des principales forges du Jura-Suisse, a exposé de beaux moulages et quelques fers.

Le Portugal n'a envoyé, à Vienne, que des minerais.

La Grèce possède de riches minerais que l'on commence à expédier en Angleterre. On voudrait les traiter sur les lieux mêmes avec des lignites, mais les essais n'ont pas encore abouti. L'exposition de Vienne contenait, en outre, de beaux fers chromés des îles de la Grèce.

L'exposition de la Turquie renfermait des minerais, ainsi que les produits de leur traitement direct au bas foyer, tels que loupes, fers, aciers, armes, outils divers, etc.

Les vitrines de la Perse contenaient des objets analogues.

La Roumanie et la Chine se sont contentées d'exposer des minerais et des combustibles minéraux.

Le Japon avait, outre de beaux minerais, des fers et des aciers, avec des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

modèles de fourneaux, de martinets, de soufflerie, qui permettaient d'apprécier les méthodes suivies dans ce pays. Les fours à cuve ont 2 mètres de hauteur ; ce sont des fours à loupes pareils aux anciens stükofen employés en Europe dans le moyen âge.

Enfin les Indes orientales ont exposé des minerais, de la fonte, du fer, de l'acier, et surtout des armes et des outils. On y voyait de petits lingots d'acier Wootz, de Misore, et le modèle d'un fourneau des environs de Madras.

STATISTIQUE.

CARTE FIGURANT LA RÉPARTITION DE LA POPULATION DE PARIS, PAR M. L. L. VAUTHIER (PL. 20).

Cette carte a pour objet de figurer, au moyen du procédé graphique généralement adopté aujourd'hui pour représenter le relief du terrain, la manière dont la population de la ville de Paris est répartie.

En topographie, le relief s'accuse par des courbes de niveau, s'échelonnant à diverses hauteurs au-dessus ou au-dessous du plan de comparaison adopté. Les plans, ou plus généralement les surfaces de niveau, contenant ces courbes sont d'habitude, pour la facilité de l'interprétation, conçus équidistants; et l'on complète la description, chose indispensable, en inscrivant, sur chaque courbe, sa distance au plan de comparaison.

La carte de la population procède de notions tout à fait analogues.

Les courbes sinueuses qui y sont tracées en rouge passent, chacune, par des points où la population est la même; ce sont, quant à la population, de véritables courbes de niveau. Elles sont également équidistantes, en ce sens qu'elles s'échelonnent par degrés égaux de variations de la population; et quant aux nombres inscrits sur chaque courbe, lesquels constituent le seul élément spécial de la nouvelle carte, ils représentent le nombre d'habitants à l'hectare.

Ces brèves indications paraissent suffisantes, pour que toute personne habituée à la lecture des cartes topographiques lise celle-ci sans difficulté. La figuration est la même, obtenue par les mêmes moyens, et les conséquences qui ressortent des données graphiques sont identiques dans les deux cas.

Il reste à expliquer ce qu'est la surface représentée, quelle est sa génération, et comment, en dehors des courbes de niveau qui y sont tracées, elle doit être conçue dans l'espace. Il faut, en effet, pour qu'un fait naturel se prête à la représentation graphique, qu'il possède en lui-même ou qu'on lui donne fictivement, sans le modifier, un sens graphique bien net.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici, dans le cas actuel, les données d'où l'auteur est parti.

Il s'agit de peindre non la taille ou le sexe, ou toute autre propriété des individus, mais leur nombre. Chacun d'eux est une unité. Représentons cette unité par un petit prisme, de base quelconque et d'une hauteur donnée.

Cela posé, si l'on sait, pour chaque point de Paris, combien se trouvent, en ce point, d'habitants par unité de surface, cette unité étant le mètre carré ou un nombre quelconque de mètres carrés; si l'on prend un plan de Paris, et qu'en tenant compte de l'échelle on superpose l'un à l'autre, sur chaque unité de surface, autant de prismes d'égale hauteur qu'elle contient d'habitants, le sommet des piliers accolés ainsi composés constituera une surface. C'est cette surface que M. Vauthier a coupée par des plans de niveau.

Mais, dira-t-on, le nombre d'habitants par unité de surface n'est pas exactement connu pour chaque point. Cette connaissance ne pouvant être obtenue que par déduction, comment a-t-on procédé?

Voici, à cet égard, ce que répond l'auteur :

Un *Bulletin statistique* publié par la Ville donne la population et la surface des quatre-vingts quartiers de Paris. En déduisant, de là, pour chaque quartier, le nombre d'habitants que contient une unité superficielle donnée, l'hectare par exemple, rien de plus simple ensuite que d'imaginer la construction, sur un plan de Paris, d'une série de prismes accolés, ayant pour base chaque quartier, et pour hauteur le nombre moyen d'habitants par hectare. Cette série de prismes représentera bien l'ensemble de la population parisienne, répartie comme elle l'est par quartier; seulement les sommets de ces prismes ne constitueront pas une surface continue, mais une série de faces horizontales, discontinues et échelonnées.

Comment déduire de là, sinon la répartition réelle, du moins la répartition extrêmement probable de la population? Comment substituer, en un mot, à ces faces discontinues une surface unique continue, qui, sans altérer en rien le volume de chaque prisme, c'est-à-dire la population totale par quartier, exprime, avec une très-grande approximation, la distribution réelle? Rien n'est encore plus simple. Il suffit, en effet, pour cela, de remanier la partie supérieure de chaque prisme, en prenant d'un côté pour mettre de l'autre, sans rien ajouter ni retrancher, de telle sorte qu'en maintenant rigoureusement le volume de chacun on raccorde sa surface supérieure avec celle des prismes contigus remaniée d'après la même règle.

On pourrait imaginer un modèle en relief, construit d'abord d'après les données du *Bulletin statistique*, où chaque quartier comprendrait un faisceau de piliers d'égale hauteur, composés eux-mêmes de petits prismes égaux représentant *un* habitant; alors l'opération de modelage ci-dessus décrite s'effectuerait, en déplaçant intelligemment les prismes élémentaires d'un pilier à l'autre, et graduant convenablement la hauteur de ceux-ci jusqu'à ce que leurs sommets se raccordent dans l'ensemble, et cela sans jamais rien faire passer d'un faisceau à l'autre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce n'est pas sur un tel modèle, mais graphiquement, que M. Vauthier a procédé à l'opération de modelage dont il s'agit; il l'a réalisée assez facilement, sur un plan à grande échelle, en se servant, comme moyen de tâtonnement, des courbes de niveau mêmes qui, successivement rectifiées, ont exprimé le résultat final de la recherche.

Les personnes qui ont eu à tracer topographiquement des courbes de niveau, au moyen de cotes de hauteur inscrites sur un plan, savent que si le tracé des premières courbes est laborieux, et même affecté d'incertitudes, quand le nombre des cotes est insuffisant, les courbes, en se succédant, se servent mutuellement de moyens de vérification et de rectification partielle.

Il s'est produit quelque chose de tout à fait analogue dans le travail de l'auteur, que dominait, d'ailleurs, une condition caractéristique essentielle, consistant en ce que, au centre de gravité de la surface de chaque quartier, la population réelle accusée par les courbes ne doit pas s'écarter ou doit, du moins, s'écarter très-peu de la population moyenne rigoureusement déterminée. On comprend, en effet, que le remaniement du sommet de chaque prisme s'opère par rapport à la verticale passant au centre de gravité, et que, à moins de circonstances tout à fait anormales, la forme que prend finalement la face supérieure peut bien déplacer en hauteur, mais ne peut déplacer qu'extrêmement peu en projection horizontale, la position de ce centre.

En résumé, moyennant les soins apportés à l'opération, M. Vauthier croit pouvoir garantir que le résultat s'approche de la réalité, autant que la chose est possible.

Ce résultat accuse, dans la répartition de la population, des faits analogues à ceux qu'exprime une carte topographique. On y voit des sommets où la population est considérable, des bas-fonds ou des plaines où elle est faible; des vallées y creusent leurs thalwegs, des promontoires s'y manifestent avec leurs lignes de faîte. Enfin, caractère général et similaire pour les deux cas, là où la population ne varie que faiblement d'un point à l'autre, les courbes sont largement écartées, tandis qu'elles se rapprochent là où la variation est rapide. Variations d'ordonnées dans un cas, variations de populations dans l'autre, ce sont toujours des pentes plus ou moins fortes que la position relative des courbes met en évidence.

Notons encore qu'au moyen de cette carte on peut obtenir des profils en long et des profils en travers de la population, comme on obtient, sur une carte topographique, des profils du terrain; ce qui donne la possibilité de dénombrer la population dans telle zone ou tel périmètre déterminé, comme les profils du terrain permettent d'établir des cubatures (1).

(1) Il a semblé superflu de faire ressortir les services que peut rendre une carte de cette nature pour tout ce qui se rattache à l'hygiène publique. Qu'il s'agisse de constater et d'expliquer l'assiette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FILATURE.

RAPPORT ADRESSÉ A M. LE MINISTRE DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE SUR LES DÉLIBÉRATIONS DU CONGRÈS INTERNATIONAL RÉUNI A BRUXELLES POUR L'UNIFICATION DU TITRAGE DES FILS, PAR M. ALCAN, MEMBRE DU CONSEIL DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, DÉLÉGUÉ A CE CONGRÈS PAR LE GOUVERNEMENT.

La valeur des fils résulte, pour chaque matière première, du titre ou du numéro, c'est à-dire de la longueur contenue dans un poids déterminé. Il serait donc désirable, avec la multiplicité et l'extension des rapports commerciaux, que cette base de transactions fût uniforme pour tous les pays. Ce résultat aurait pour les industries textiles les conséquences avantageuses de l'adoption universelle du système métrique des poids et mesures pour le commerce en général. Toutefois, non-seulement il existe encore un nombre considérable de systèmes de numérotages variant avec les poids et mesures des diverses contrées, mais en France même, malgré les efforts de l'Administration et les mesures légales qui se sont succédé depuis le 14 décembre 1810, il subsiste des numérotages ayant la livre ou le denier pour unités de poids et l'aune pour unité de longueur (1).

Depuis longtemps les industriels et les négociants éclairés de tous les pays avaient reconnu la nécessité d'une réforme au double point de vue de la facilité et de la loyauté des échanges, mais aucune initiative n'avait été prise à ce sujet jusqu'à l'époque de la dernière Exposition universelle de Vienne, en 1873. La chambre de commerce et d'industrie de la basse Autriche se mit à la tête d'une propagande active pour réaliser l'unification du titrage, et un premier congrès, sous la présidence de M. le baron von Reckenschuts, fut tenu à Vienne l'année dernière. Cette réunion, dont le rapporteur général fut M. Gustav von Pacher von Theinburg, grand industriel d'Autriche, reconnut après discussion les avantages du système métrique décimal et adopta, pour bases du titrage nouveau, le kilogramme comme unité de poids et le kilomètre comme unité de longueur. Malgré la simplification qui devait résulter de l'adoption générale de ces unités, certaines difficultés d'application, des objections de détail, la nouveauté du système pour plusieurs pays, démontrèrent la nécessité d'une nou-

---

et la marche des phénomènes morbides et épidémiques; qu'on veuille, chose plus importante encore, déterminer les mesures transitoires ou permanentes à prendre pour conjurer ces fléaux, en empêcher la propagation et en éviter le retour, il est évident que l'usage d'une telle carte peut être, à ces divers points de vue, d'une très-grande utilité.

(1) Il est juste de reconnaître que ces poids et ces mesures de l'ancien système sont traduits en grammes et en mètres, mais alors sans représenter des nombres décimaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

velle réunion internationale qui fut convoquée à Bruxelles, le 21 septembre 1874, par la chambre de commerce de Vienne, avec le concours du gouvernement belge.

Le Ministre des affaires étrangères, M. d'Aspremont-Lynden, voulut bien présider la séance d'installation, et dans une allocution chaleureuse et fort remarquable fit ressortir l'importance des travaux auxquels les membres du congrès allaient se livrer en témoignant à l'assemblée toute la sympathie du gouvernement belge pour l'œuvre commune.

A l'appel du comité central et de la chambre de commerce de Vienne avaient répondu soixante délégués officiels représentant les pays manufacturiers de l'Europe (1).

L'Angleterre elle-même, bien que pour les délégués des chambres de commerce de ce pays l'application du titrage uniforme ne paraisse possible qu'avec l'adoption légale des poids et mesures métriques dans le Royaume-Uni, voulut prouver par l'envoi de commissaires l'intérêt qu'elle porte à la réforme projetée.

Les questions dont le congrès avait à s'occuper étaient les suivantes :

I

Convient-il de conserver le principe adopté par le congrès précédent, soit d'admettre comme bases du titrage universel le mètre et le gramme?

La réponse a été unanimement affirmative. Par conséquent, à part la modification qui sera mentionnée plus loin en ce qui concerne la soie, le n° 1, pour toute espèce de filés, consistera en une longueur de 1 mètre pesant 1 gramme, ou de 1 000 mètres pesant 1 kilogramme. Si une longueur double pèse le même poids, ce sera du n° 2, et ainsi de suite.

II

1° Doit-on imposer un dévidoir de forme et de dimensions déterminées, lorsqu'il

---

(1) La formation du bureau, élu au scrutin secret et à l'unanimité, indique assez exactement la composition de l'assemblée. Président : M. Von Pacher von Theinburg, rapporteur général au congrès de Vienne; vice-présidents : MM. Alcan (Paris), baron Cantoni (Milan), Van de Vin (Bruxelles); secrétaires : MM. Karcher (Mulhouse), Rieter (Vinterthur), Roussel (Bruxelles), docteur Grothe (Berlin); rapporteur général : M. Mullendorf (Verviers).

Les chambres de commerce de Roubaix et d'Amiens s'étaient fait représenter : la première, par M. Mathon; la seconde, par M. Roger : M. Musin, directeur de la condition des soies et laines de Roubaix, avait été délégué par le comité de surveillance de cet établissement : M. Pouyer-Quertier, délégué de la Normandie; M. Félix Benoit, membre de la Société industrielle de Reims et délégué par cette compagnie; M. Édouard Simon, ingénieur filateur, membre du comité permanent, constituaient, avec l'auteur de ce Rapport, le groupe français.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'agit de transformer les fils en écheveaux? 2° Ce dévidoir doit-il être modifié en raison de la nature des fils?

Quant à la première partie de cette question, il a été reconnu que l'application du titrage métrique est indépendante du système de dévidage, la longueur réglementaire de 1 000 mètres étant le résultat d'un périmètre qui peut varier suivant le nombre de révolutions du dévidoir ou de tout autre engin mécanique combiné dans ce but.

En France, par exemple, le périmètre prescrit, pour le dévidage des fils de coton, par ordonnance du 26 mai 1819, est de $1^{m},428\ 4/7$, ce qui donne théoriquement avec 70 révolutions une longueur ou échée de $99^{m},981$, soit la dixième partie de l'écheveau, et avec 700 révolutions $999^{m},81$ (1). Le périmètre du dévidoir anglais, égal à 1 yard 1/2 ou à $1^{m},371$, pourrait fournir un résultat à peu près identique avec 73 tours.

La seconde partie de la question II se trouve résolue par la réponse à la première. Il est évident, d'ailleurs, que le même engin pourrait servir au dévidage de toutes espèces de matières textiles, si les habitudes de la consommation et les usages manufacturiers ne réclamaient des guindages différents. S'appuyant sur les faits de la pratique et voulant faciliter la propagation du système métrique, le congrès n'a rejeté aucun des périmètres susceptibles de donner la longueur légale de 1 000 mètres. Il a recommandé cependant, de préférence à un autre périmètre, celui du dévidoir anglais pour le coton (1 1/2 yard $= 1^{m},37$) qui offre le plus de chances pour amener l'Angleterre à admettre le système métrique ; il a indiqué, en outre, comme satisfaisant au même système de mesures les périmètres ci-après, aujourd'hui en usage dans divers pays :

Pour le coton et la bourre de soie, $1^{m},428\ 4/7$, avec 70 tours de dévidoir pour l'échevette de 100 mètres.

Pour la laine cardée, $1^{m},50$, avec 67 tours de dévidoir pour l'échevette de 100 mètres.

Pour la laine peignée, $1^{m},37$, avec 73 tours de dévidoir pour l'échevette de 100 mètres.

Pour le lin et le chanvre, 2 mètres, avec 50 tours de dévidoir pour l'échevette de 100 mètres et pour les numéros gros.

Pour le lin et le chanvre, $1^{m},25$, avec 80 tours de dévidoir pour les numéros fins.

Pour la vigogne, $1^{m},37$, avec 73 tours de dévidoir.

Pour la soie grége et moulinée, 1 mètre, avec 100 tours de dévidoir.

---

(1) De fait, la longueur légale de 1 000 mètres est obtenue par suite de la superposition et de la tension du fil sur le dévidoir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

III

1° Doit-on adopter, pour le titrage des fils de soie grége ou moulinée, un numérotage identique à celui des autres textiles, c'est-à-dire le titrage décimal métrique? 2° L'échelle des numéros doit-elle être ascendante, de manière que le numéro le plus élevé corresponde au fil le plus fin, comme dans les autres spécialités?

Le congrès international de Vienne, en 1873, avait résolu affirmativement ces deux questions; mais, après enquêtes suivies de discussions approfondies au sein d'un comité spécial, au nom duquel M. le commandeur Joseph Ferrero, délégué de la chambre de commerce de Turin, fit un rapport remarquable, ce comité (1) proposa et le congrès de Bruxelles ratifia, à l'unanimité, les résolutions suivantes :

(*a*). Le numérotage des fils de soie grége ou moulinée sera basé comme celui des autres matières textiles sur les mesures métriques et décimales, avec 1 000 mètres pour unité de longueur et le décigramme pour unité de poids.

(*b*). Pour tenir compte des usages commerciaux de tous les pays séricicoles, l'échelle des numéros sera basée sur le poids variable de l'unité de longueur fixe, et les essais seront faits sur la longueur de 500 (cinq cents) mètres pesés par 50 (cinquante) milligrammes.

Comme on le voit, le principe posé par le congrès de Vienne a été maintenu, mais le mode de graduation du numérotage primitivement adopté par ce même congrès a été modifié conformément à une pratique séculaire et rationnelle. Pour la soie, en effet, on obtient les fils de titres divers en partant de l'élément le plus fin et en réunissant un plus ou moins grand nombre de ces éléments, tandis que pour toutes les autres matières, la filature prend une masse fibreuse qu'elle affine progressivement. De cette méthode de travail inverse imposée par l'état dans lequel se présentent les matières premières, sont résultés des modes de numérotage où la graduation est également inverse. Par conséquent, si, comme on l'a dit plus haut, pour tous les textiles à l'exception de la soie, le n° 2 a une finesse double de celle du n° 1, etc., pour la

(1) Le comité des soies était composé comme suit : Président, M. le baron Cantonie, délégué des chambres de commerce de Milan, Côme, Mantoue et Vérone; secrétaire rapporteur, M. le commandeur Joseph Ferrero, secrétaire de la chambre de commerce de Turin; membres, MM. Alcan, professeur au Conservatoire des arts et métiers de Paris, délégué par le gouvernement français; Karcher, délégué des chambres de commerce de Colmar et de Mulhouse; Lose, directeur de la condition des soies de Crefeld; Alfred Musin, directeur de la condition publique de Roubaix; le commandeur Paul Mazzonis, membre délégué de la chambre de commerce de Turin; Édouard Simon, ingénieur filateur, de Paris, ex-commissionnaire spécial aux industries textiles près l'enquête parlementaire sur le régime économique en 1870; Louis Simons, fabricant de soieries, délégué par la chambre de commerce d'Elberfeld; Herman Schroers, délégué par la chambre de commerce de Crefeld; le docteur Max-Weigert, fabricant de tissus, délégué du *altesten-collegium der kaufmanschaft* de Berlin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soie le n° 2 sera, au contraire, moitié plus gros que le n° 1, le n° 3 sera trois fois plus gros et ainsi de suite.

En d'autres termes, si, dans le titrage de la soie, l'unité de longueur (1 000 m.) pèse, pour le n° 1, un décigramme, le n° 2 pèsera deux décigrammes, le n° 3 trois décigrammes, etc.

Pour toutes les autres matières, le n° 1 sera égal à un kilomètre pesant un kilogramme, le n° 2 à deux kilomètres, le n° 3 à trois kilomètres..... le n° 100 à cent kilomètres pour le même poids.

C'est également une considération pratique, n'entravant en aucune manière l'application du système métrique décimal, qui a déterminé le congrès à adopter pour la longueur réglementaire des essais dans les établissements publics, les cinq cents mètres pesés par 50 milligrammes. Vingt essais effectués sur des échevettes de 500 mètres, ainsi que cela se pratique déjà, accusent les irrégularités du fil d'une façon plus évidente que dix essais de 1 000 mètres.

Ces essais eux-mêmes seront, sans doute, perfectionnés par l'adoption d'instruments susceptibles d'apprécier les irrégularités d'un fil sur tous les points de sa longueur.

En résumé, les travaux du congrès ont eu ce résultat heureux d'affirmer une fois de plus les avantages indiscutables de l'application du système métrique décimal à toutes les industries textiles qui prennent une si large place dans l'activité commerciale du monde. Il est à espérer que, grâce aux efforts continués dans tous les pays industriels avec l'autorité du congrès de Bruxelles, bientôt une formule unique servira de point de comparaison aux fils de toutes provenances et fera disparaître des entraves trop favorables à certains abus.

Le Gouvernement français peut, de son côté, hâter cette solution, s'il veut bien prendre en considération le vœu exprimé par le congrès de voir les gouvernements se préoccuper de l'adoption de mesures légales là où elles n'existent pas encore et de l'application de ces mesures dans les contrées où, comme en France, elles font déjà l'objet d'une législation spéciale.

MINES.

NOTE SUR QUELQUES MINES DE NORWÉGE ET PARTICULIÈREMENT SUR LES MINES DE PYRITES DE WIGSNOES, PAR M. F. KUHLMANN FILS (1).

Avant d'aborder le sujet principal de cette Note, il ne sera pas inutile de jeter un

(1) Extrait d'une communication faite, par l'auteur, à la *Société industrielle du nord de la France*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coup d'œil rétrospectif sur l'industrie du soufre et sur les causes du développement de l'exploitation des pyrites (sulfure de fer), qui, sans utilisation jusqu'en 1840, étaient regardées comme des minerais sans valeur.

Le soufre est connu depuis les temps les plus reculés ; les écrivains du commencement de l'Empire romain nous apprennent que, longtemps avant, on employait le sulfure, θεῖον des Grecs, pour les fumigations dans les cérémonies religieuses et pour le traitement des maladies de la peau.

Pline parle fréquemment des solfatares des environs de Naples, et du soufre qui, à cause de sa flamme livide, donne, dans l'obscurité, aux figures des assistants, la pâleur des morts.

Là semblent s'être arrêtées les applications du soufre, jusqu'aux époques successives où on le fit entrer dans la préparation du feu grégeois, de la poudre, des allumettes, des produits chimiques, et enfin où l'on s'en servit pour le soufrage de la vigne.

Au point de vue théorique, le soufre semblait occuper une si grande place dans la composition des métaux, que les alchimistes du XVI^e^ siècle le considéraient, avec le mercure et l'arsenic, comme élément constituant de presque tous les corps, et dans la théorie stahlienne, on regardait le soufre et le charbon comme les deux éléments les plus riches en phlogistique.

L'emploi du soufre a donc augmenté d'une façon considérable, tandis que les gîtes en sont restés très-rares ; en effet, quelques pays seulement en contiennent, et la Sicile est presque la seule contrée d'où on puisse le retirer en quantités notables.

Il y a sept ans, M. Kuhlmann fils a eu occasion d'aller visiter cette île, et il en est revenu avec la conviction que les richesses y sont immenses, mais qu'on ne peut malheureusement songer, pour le moment, à donner une extension considérable à l'extraction du soufre. La résistance passive des habitants, les habitudes de rapine, le manque presque complet de routes carrossables rendent très-difficile l'exploitation économique de ce minerai.

Vers 1840, le développement constant de l'industrie des produits chimiques engagea quelques industriels anglais, ainsi que MM. Perret, de Lyon, à chercher ailleurs le soufre qui leur était nécessaire pour la fabrication de l'acide sulfurique ; ils le trouvèrent dans les sulfures de fer ou pyrites, minerais sans valeur jusqu'alors, et qui, brûlés dans des fours successivement perfectionnés, devinrent la base de cette industrie.

En 1858, le soufrage de la vigne, en augmentant la consommation du soufre, eut pour effet de donner une impulsion plus grande à l'exploitation des pyrites.

Ce minerai existe en quantités plus ou moins considérables, et à l'état de sulfure de fer pur, ou mélangé de sulfure de cuivre, de plomb, de zinc et de silice, dans presque tous les pays.

Les mines les plus productives, connues jusqu'à présent, sont situées dans la province de Huelva (Espagne), en Portugal, en Irlande, à Saint-Bel près Lyon, et dans le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Gard près d'Alais ; d'autres gîtes moins importants existent en Allemagne et en Belgique, enfin en Norwége, où l'une des mines, celle de Wigsnœs, fait le sujet de cette communication.

Située dans l'île de Karmo, sur la côte ouest de la presqu'île Scandinave, la mine de Wigsnœs fut découverte en 1865 par un ingénieur français, M. Defrance, qui, en séjour à Stavanger, avait envoyé quelques ouvriers faire des réconnaissances dans cette île, d'où on lui avait rapporté quelques fragments de pyrites.

Après une série de recherches, ces ouvriers découvrirent une partie de filon contenant des pyrites cuivreuses tellement pures et tellement éclatantes, que ces braves Norwégiens crurent avoir trouvé de l'or, et l'ingénieur eut toute peine à leur faire comprendre qu'ils n'étaient en présence que d'un métal de beaucoup moins de valeur.

Une Société fut immédiatement fondée à Anvers pour l'exploitation de ce gisement, et l'on donna à la nouvelle mine le nom du village sur le territoire duquel elle se trouve, c'est-à-dire Vigsnœs Kobbervaerk (mine de cuivre de Wigsnœs).

L'île de Karmo, de 5 lieues de long sur 2 de large, est formée de roches stériles sur lesquelles le pin et le bouleau ne poussent même pas ; l'on n'y remarque que quelques maigres pâturages et des bruyères. Il fallut donc tout installer, faire venir des ouvriers des pays étrangers ou du Nord, pourvoir à leur nourriture, établir des ateliers de construction, en un mot amener la civilisation dans un pays sauvage.

Notre compatriote y a complétement réussi : l'exploitation de Wigsnœs est un modèle, tant au point de vue de l'organisation que des diverses préparations mécaniques qui s'y rattachent.

Le gîte se trouve en contact avec le *gabro* d'un côté, le schiste métamorphique de l'autre. Ce *gabro* est une roche existant surtout en Norwége, connue aussi sous le nom d'*hypérite* et d'*euphotide*, et composée d'un amas granuleux de *labrador* blanc, vert et violet fortement imprégné de vert d'herbe (*smarage*) et de vert olive (*diallage*) ; elle contient des minerais génériques de cristaux de quartz, du titanate de fer et des grenats. Quant au schiste métamorphique, il est, à Wigsnœs, le schiste de transition entre le schiste chloriteux gras et le schiste cristallin.

Ces deux roches encaissantes du gîte de Wigsnœs ne sont bonnes à rien, et le gabro sert uniquement à l'empierrement des routes. Ce dernier est séparé de la pyrite proprement dite par une couche de 15 à 20 mètres de schiste imprégné de pyrites de fer et de pyrites de cuivre. La puissance du filon qui semble avoir la forme d'une lentille presque verticale, avec une inclinaison de 20 degrés environ, s'accroît avec la profondeur jusqu'à 60 mètres, où l'on rencontre des épaisseurs de 12 mètres de minerai sans mélange.

A 150 mètres, distance à laquelle se fait l'exploitation actuelle, on n'a pas encore remarqué de diminution dans la puissance.

La composition du minerai est, en général, du sulfure de fer mélangé de sulfure de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cuivre et sillonné par des parties de blende ou sulfure de zinc ; sa gangue est, en général, composée de silice, d'un peu de spath fluor et de chlorite ; on y remarque, néanmoins aussi, des traces de carbonate de chaux. La teneur moyenne est de 45 pour 100 de soufre et de 3 pour 100 de cuivre ; certaines parties des côtés du gîte donnent jusqu'à 12 et 14 pour 100 de ce dernier métal, et l'on y a trouvé des échantillons de cuivre métallique comme précipité d'une solution de sulfate de cuivre. Il semble assez probable que cette précipitation est due à des courants galvaniques. Parfois l'on rencontre des traces d'argent et d'or, mais en quantités infimes. Quant à l'arsenic, on n'en trouve aucune trace, circonstance d'un grand avantage pour l'emploi du minerai dans la fabrication de l'acide sulfurique.

L'exploitation du gîte se fait par des puits verticaux reliés entre eux au moyen de galeries d'abatage ; la nature solide des roches encaissantes du filon dispense de toute espèce de boisage ; des piliers considérables sont laissés de distance en distance, tant pour assurer la solidité des travaux que pour parer à des besoins exceptionnels en cas d'accident.

L'abatage se fait au pic et à la poudre ; on a hésité jusqu'à présent à employer la dynamite, comme trop dangereuse, en présence de l'insalubrité des gaz et de l'ébranlement causé par cette matière sur les piliers de la mine.

Deux machines de 20 chevaux servent à l'extraction du minerai, qui est amené au jour dans des bennes en fer. A la sortie, la pyrite tombe sur un tamis légèrement incliné, qui opère une première séparation de la roche, de la grenaille et de la poudre. Ces deux dernières sont ultérieurement purifiées par la préparation mécanique ; quant à la roche, elle forme trois qualités distinctes :

1° Les minerais contenant 12 à 15 pour 100 sont directement expédiés aux usines à cuivre d'Angleterre.

2° Les pyrites de fer et de cuivre, contenant 44 pour 100 de soufre, 2 à 3 pour 100 de cuivre, sont envoyées aux fabriques d'acide sulfurique. Le cuivre est extrait des résidus par la voie humide, c'est-à-dire par un mélange avec du sel marin donnant lieu à la formation de chlorure de cuivre ; ce dernier métal contenu dans les eaux du lessivage est ensuite précipité par le fer.

D'un autre côté, le fer provenant de ces résidus, débarrassé du soufre qu'il renfermait, est utilisé dans la métallurgie.

3° Enfin les minerais pauvres et impurs contenant de la blende et 2 1/2 à 5 pour 100 de cuivre sont destinés à faire des mattes, fabrication dont il sera question plus loin.

La préparation mécanique se compose de tambours classeurs qui divisent les minerais suivant leur grosseur en quatre catégories.

Les grenailles, variant de 2 millimètres de diamètre à 1 centimètre, sont séparées de la gangue ou des matières plus légères par des cribles à jeu continu. La pyrite de fer ou de cuivre reste à la partie inférieure, tandis que les matières étrangères arrivent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la surface et sont entraînées par l'eau. Quant aux poussières, elles sont séparées de la silice et des impuretés par des tables à secousses et des cribles ; on les emploie également pour la fabrication de l'acide sulfurique.

Les matières pauvres et contenant de la blende sont traitées dans une autre partie de l'usine, dans un four à réverbère de construction anglaise, dit *four à mattes*. La sole de ce four est légèrement inclinée vers le centre ; c'est là que reste la partie la moins fusible et la plus dense qui contient de 20 à 25 pour 100 de cuivre ; à l'autre extrémité, les scories (ou plutôt le silicate de fer) sont retirées après leur fusion. Quand la quantité de silice contenue dans la pyrite n'est pas assez considérable pour la formation de ce silicate, on ajoute un peu de sable. Avant d'être soumises à ce traitement, les pyrites blendeuses et impures sont grillées dans des chambres en maçonnerie, et les gaz sulfureux se perdent dans l'air. Comme la culture est nulle dans l'île de Karmo, l'action délétère de ces gaz est sans aucune influence, et, d'ailleurs, les vents, qui sont, dans le pays, généralement très-violents, entraînent bien vite toutes les émanations.

On ne saurait trop louer l'organisation intelligente qui pourvoit à l'alimentation des ouvriers. Deux ou trois fois par semaine, de petits bateaux amènent, de Hangesund et de Stavanger, les denrées nécessaires à la fabrication du pain et de la bière, ainsi que les divers objets pour l'entretien de la colonie. Un médecin et deux instituteurs payés par la compagnie donnent tout leur temps, consacrent tous leurs soins aux ouvriers et aux membres de l'administration. L'installation des ateliers de construction n'est pas moins bien comprise que celle du régime alimentaire.

Quant au port de Wigsnœs, il est creusé dans le roc et permet aux navires de 800 à 1 000 tonneaux de venir charger les minerais au pied de la mine et de les transporter en Angleterre, en France ou en Belgique ; cette exportation est d'environ 50 000 tonnes par an.

M. Defrance a dû tout créer, tout perfectionner dans ce pays et y fonder une véritable colonie ; il y a complétement réussi, mais non sans déboires et sans grandes difficultés. Aujourd'hui l'exploitation est en pleine prospérité.

En voyant le développement de la plupart des mines de pyrites, tant en France qu'en Espagne et en Norwége, on se demande si l'industrie ne parviendra pas à purifier sur place les pyrites et à en extraire directement le soufre par sublimation ou par d'autres procédés ; ce serait la plus forte concurrence qu'on puisse faire aux mines de la Sicile, qui ont eu le tort de rester stationnaires au milieu des progrès de l'exploitation des mines et de l'industrie.

A la suite de recherches faites dans l'île de Karmo par la Société de Wigsnœs, on a découvert un autre filon de pyrite qui paraît d'une moins grande importance. Le minerai extrait jusqu'à présent est pauvre, mais en même temps particulièrement remarquable par la grande quantité de grenats qu'il renferme.

Entre Bergen et Egersund, d'autres mines, d'une importance relativement faible,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont mises depuis quelques années en exploitation ; ce sont des gisements de pyrites de fer, de fer magnétique et de fer titané.

En quittant l'île de Karmo, M. Kuhlmann a voulu voir une des curiosités minéralogiques de la Norwége, la mine de Konsberg, un des rares gîtes d'argent natif que possède l'Europe; les autres sont situés à : Freiberg-Saxe ; Clausthal-Hanovre ; Freizibramm-Bohême ; Garutcha de Vera-Espagne, argent natif et minerais d'argent.

Le voyage par terre, de la côte occidentale où se trouve l'île de Karmo à Konsberg, qui est situé à 15 ou 20 lieues de Christiania, est assez long et pénible et ne demande pas moins de huit jours; le paysage, quoiqu'un peu froid et monotone, est parfois grandiose, et l'on rencontre encore, sur beaucoup de points, des pins et des bouleaux que l'on ne doit plus retrouver au nord de la Norwége, où les rochers sont généralement stériles.

On sait que, généralement, l'argent se rencontre à l'état de sulfure ou de chlorure ; à Konsberg, au contraire, il existe à l'état métallique, au milieu des schistes micacés, chloriteux, quartzeux, qui sont superposés et entremêlés de bancs distincts et réguliers ; quelques-uns de ces bancs se distinguent par de fortes imprégnations de minerais sulfureux. La direction de ces schistes est généralement du nord au sud avec une inclinaison qui approche de la verticale.

Les filons atteignant rarement au delà de quelques pouces d'épaisseur dans la composition spathique présentent de l'argent natif en plus ou moins grande quantité ; c'est surtout vers les parties pyriteuses que la richesse est la plus grande.

Des galeries presque horizontales, à travers la montagne, servent à l'exploitation du minerai. L'abatage de la roche est fait à la dynamite, mais un système particulier sert à l'établissement des galeries d'aérage, d'écoulement et de raccordement; on emploie des bûches de bois en énormes quantités devant le front de taille et on y met le feu, en ménageant un courant d'air assez violent. Sous l'action du feu la roche se désagrége, et l'on peut ensuite enlever les parties disjointes avec le pic et la pioche.

A sa sortie, le minerai est brisé par des bocards, lavé sur des tables à secousses, trié à la main et envoyé aux ateliers de fabrication pour être purifié.

La mine de Konsberg, qui est exploitée depuis 1624, a fourni, depuis 1853, en moyenne, 1 000 000 à 1 200 000 francs d'argent par an, produisant un bénéfice de 5 à 600 000 francs.

ARTS PHYSIQUES.

DESCRIPTION DU BRIQUET ÉLECTRO-CATALYTIQUE DE MM. VOISIN ET DRONIER, RUE SAINT-FARGEAU, 41, A PARIS.

Le briquet électro-catalytique de MM. Voisin et Dronier, dont il a été récemment

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rendu compte dans un rapport (voir cahier de novembre 1874, p. 552), étant une nouvelle application de l'électricité aux usages domestiques, nous allons en donner la description au moyen des figures ci-dessous.

Fig. 1. Section verticale et vue de profil partielles.

Fig. 2. Vue en plan de l'organe de l'appareil qui produit l'effet catalytique, et que les inventeurs désignent sous le nom de *conflagrateur*.

Fig. 2.
(Grandeur d'exécution.)

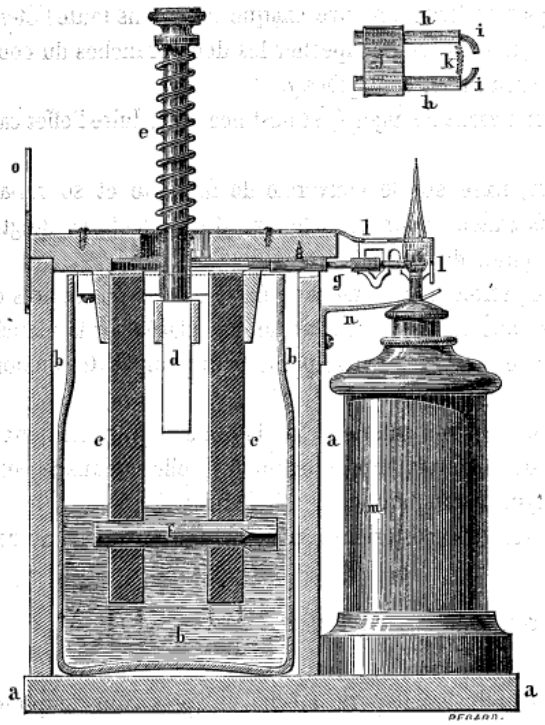


Fig. 1.
(Échelle aux 2/3.)

a, petite boîte renfermant un élément de pile à bichromate de potasse de petite dimension.

b, vase contenant le liquide, qui ne doit s'élever qu'à une hauteur déterminée par un trait de repère.

c, *c*, charbons fixés en dessous du couvercle de la boîte et plongeant continuellement dans le liquide.

d, plaque de zinc placée entre les deux charbons et fixée à l'extrémité inférieure d'une tige mobile *e*.

e, tige portant la plaque de zinc et traversant le couvercle de la boîte pour se terminer à la partie supérieure par un bouton de manœuvre ; un ressort à boudin entoure cette tige, de manière à la ramener instantanément dans la position de la figure, c'est-à-dire de manière à faire cesser l'immersion du zinc, lorsqu'on cesse d'appuyer le doigt sur le bouton.

f, clavette traversant les deux charbons dans leur partie inférieure et servant à limiter la course de la tige *e*, et par conséquent à maintenir constante la quantité dont le zinc plonge dans le liquide toutes les fois qu'on fait fonctionner l'appareil.

Par suite de ces dispositions, les charbons, la tige et le zinc sont solidaires du couvercle de la boîte et s'enlèvent avec lui d'un seul coup, lorsqu'il faut ouvrir pour charger la pile de liquide. Ce couvercle est simplement assujetti sur la boîte au moyen de deux agrafes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

g, tiges de cuivre placées parallèlement à la même hauteur et traversant la face antérieure de la boîte au niveau du couvercle ; en communication avec la tige *e*, elles donnent passage au courant électrique toutes les fois qu'on le fait naître en plongeant le zinc. Sur ces tiges est monté le conflagrateur, que représente en grandeur d'exécution la figure 2 et qui est construit comme suit :

h, *h*, petits tubes en cuivre, dans lesquels pénètrent à frottement les deux petites tiges *i*, *i*, recourbées l'une vers l'autre.

j, pièce en cuivre réunissant les deux tubes *h*, *h* de manière à faire du tout une seule pièce ; une bande de papier isolante entoure chaque tube dans toute l'étendue de son contact avec la pièce *j*, de manière à empêcher les deux branches du courant qui passent par les tiges *g* de se réunir sur cette pièce *j*.

k, petite spirale de platine réunissant les tiges *i*, et destinée à produire l'effet catalytique.

l, plaque de cuivre à jours, fixée sur le couvercle de la boîte et se rabattant au-dessus et en avant du conflagrateur pour le défendre du contact des doigts qui pourraient altérer ou casser la spirale de platine.

m, petite lampe à essence de pétrole dont la mèche s'élève au-dessous et près de la spirale du conflagrateur, mais sans la toucher ; cette lampe, placée sur la planchette de fond de la boîte prolongée à cet effet, se dévisse par le haut pour l'introduction de l'essence.

n, pince horizontale, fixée sur la paroi antérieure de la boîte et entre les deux bras de laquelle on introduit le bec de la lampe, afin de maintenir celle-ci dans la position à peu près invariable que nécessite le fonctionnement de l'appareil.

o, anneaux fixés à la paroi verticale postérieure de la boîte et servant à accrocher l'appareil.

Instruction concernant l'emploi de l'appareil.

Chargement de la lampe. — On dévisse le porte-mèche, et, après avoir rempli le réservoir d'essence de pétrole, on reverse l'excès de liquide de manière à n'en laisser que dans l'éponge ; la mèche, à l'intérieur, doit avoir au moins 4 à 5 centimètres de longueur pour une bonne alimentation.

Chargement de la pile. — On sort de la boîte le vase de la pile et on y verse le liquide excitateur au bichromate de potasse, jusqu'à ce que le niveau s'y élève à 1 ou 2 millimètres au-dessus du trait de repère gravé sur le verre.

On prépare le liquide excitateur, soit en mettant dans un litre plein d'eau aux deux tiers 200 grammes du sel excitateur préparé par les inventeurs, et achevant ensuite de remplir le litre d'eau ;

Soit en mettant dans un litre plein aux deux tiers d'eau 160 grammes d'acide sul-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

furique, 80 grammes de bichromate de potasse, et achevant de remplir le litre d'eau comme ci-dessus.

Fonctionnement de l'appareil. — Le vase de la pile contenant le liquide étant replacé dans la boîte et le couvercle de celle-ci bien agrafé, puis la lampe étant mise en place entre les bras et au fond de la pince, comme l'indique la figure 1, il suffit d'appuyer sur le bouton de la tige pour que l'effet catalytique se produise; la spirale de platine rougit et la mèche de la lampe s'allume immédiatement; l'allumage opéré et la lampe retirée, on enlève le doigt et on laisse remonter la tige en place.

Il faut avoir soin que la partie extérieure de la mèche de la lampe ne touche ni la spirale de platine, ni la plaque de garde ; son extrémité doit toujours en être distante de 1 millimètre à 1 millimètre et demi.

Quand l'appareil, après un certain temps d'usage, ne fonctionne plus, c'est-à-dire quand on s'aperçoit que la spirale de platine ne rougit plus, alors on change le liquide de la pile.

Quant au zinc qui peut fournir 15 000 allumages avant d'être usé, il est facile à remplacer. A cet effet, on enlève le couvercle de la boîte, on sort la goupille qui traverse les charbons, on dévisse le bouton de la tige et l'on remplace facilement la plaque de zinc usée par une neuve.

Une recommandation importante à faire, c'est de ne jamais allumer d'allumettes chimiques avec l'appareil; on peut allumer une allumette à la lampe sortie de la pince, mais en mettant une allumette sous la spirale de platine il se forme un phosphure de platine qui rend l'appareil inerte et oblige à changer la spirale. (M.)

VITICULTURE.

SUR LES MESURES PRISES PAR M. LE PRÉFET DE SAÔNE-ET-LOIRE, A L'APPROCHE DU PHYLLOXERA, PAR M. P. THÉNARD.

« Le phylloxera, par suite du bond subit qui l'a porté à Villié-Morgon, n'est plus qu'à 3 ou 4 kilomètres de la limite du département de Saône-et-Loire. M. le vicomte Malher, qui en est le préfet, s'en est vivement ému et a pris une série de mesures qui méritent d'être signalées à l'Académie et à l'attention publique.

« Dans un premier arrêté, il défend le transport des cépages provenant des départements infestés. Dans un second, il forme des commissions et des sous-commissions composées des hommes les plus compétents et les plus dévoués, et en tel nombre, que sur tous les points le département est activement surveillé.

« Mais ce qui doit être surtout remarqué, c'est une brochure avec planche coloriée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très-bien faite (1), où se trouve exposée, de la manière la plus lucide, l'histoire de l'insecte et de ses rapports avec la vigne. Cette brochure, tirée à un nombre immense d'exemplaires, a été répandue dans toutes les mairies, les écoles, les cafés, les comices agricoles, les sociétés d'agriculture, chez tous les propriétaires et les plus simples vignerons qui en ont fait la demande ; si bien qu'aujourd'hui, dans le département de Saône-et-Loire, tous les intéressés connaissent le phylloxera, ses mœurs et ses dangers, presque aussi bien que s'ils l'avaient vu sur les lieux où il étend ses ravages.

« Poussant encore plus loin la prévoyance, M. le vicomte Malher a appelé MM. Planchon et Lichtenstein, et a obtenu d'eux qu'ils fissent des conférences devant un public choisi avec discernement : ces conférences ont été ensuite publiées dans tous les journaux du département, en sorte qu'aidés de ce *memento* les nombreux auditeurs qui y ont assisté sont devenus, à leur tour et chacun dans leur contrée, autant de professeurs exacts. »

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 10 juillet 1874.

Présidence de M. le baron THÉNARD, *Vice-Président.*

CORRESPONDANCE. — MM. *Mignon* et *Rouart,* constructeurs-mécaniciens, rue Oberkampf, 149, à Paris, envoient un mémoire sur l'emploi de la pression de l'air dans des tubes pour la transmission rapide des dépêches, dans les villes, et une note sur un projet pour la transmission de la correspondance, entre Paris et Versailles, par ce procédé. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Besset* (J.), rue Coq-Héron, 3, à Paris, soumet à l'examen de la Société un travail sur un projet de société pour la vulgarisation de la culture à la vapeur. (Comité d'agriculture.)

M. *Jublin,* route de Flandre, 51, à Aubervilliers, demande à la Société de faire examiner une machine qu'il a construite, et qui est destinée à dégrossir les diamants, en imitant le travail de la main de l'homme. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Morgant*, rue de Nice, 7, à Vaugirard-Paris, demande les fonds nécessaires pour

(1) *Le phylloxera.* Instructions pratiques, sur la manière d'observer la maladie du phylloxera et le phylloxera lui-même, empruntées aux auteurs les plus autorisés, et adressées aux viticulteurs de la région, par la Commission départementale du phylloxera.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la prise d'un brevet, et pour la mise à exécution d'un système nouveau de chemin de fer marchant sans chevaux et sans vapeur. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Gervais* (A.), mécanicien, rue Lauriston, 35, Passy-Paris, inventeur d'un moyen d'alimentation automatique pour les chaudières à vapeur, demande à la Société son concours pour réaliser les avantages qui doivent résulter de cette invention. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Menneret* (Sosthène), rue Notre-Dame, 136, à Troyes (Aube), fait présenter, par M. *Francisque Michel* (R.), membre de la Société, un tire-bouchon portatif et un tire-bouchon à levier. (Comité des arts économiques.)

M. *Millot*, constructeur-mécanicien, à Gray, sollicite l'envoi d'une commission pour examiner les locomobiles qu'il construit, et dont la consommation, par heure et par force de cheval, ne s'est pas élevée, dit-il, à plus de 1k,40 de bonne houille. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Cabanis*, grande rue de Reuilly, 93, faubourg Saint-Antoine, à Paris, demande qu'on fasse examiner divers appareils qu'il a inventés pour réduire le nombre et la gravité des accidents des chemins de fer. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Maçonnière*, rue de Lille, 10, à Paris, filtre nouveau pour l'eau et tous autres liquides. (Comité des arts économiques.)

M. *Pedrazzétti* (A.), rue Castex, 8, à Paris, appareil pour bains de fumigation. (Même comité.)

M. *Beer* (Fréd.), docteur-médecin, à Sidney (Australie), remède contre le phylloxera. (Comité d'agriculture.)

M. *Montmagnon*, rue Saint-Maur, 22, à Paris, signale la valeur considérable des plâtras salpêtrés des matériaux de démolition ; et, maintenant que le salpêtre employé dans les arts vient de l'étranger, que l'industrie des salpêtriers est éteinte, il pense qu'on peut utiliser comme engrais les matériaux salpêtrés contenant de 2 à 4 pour 100 de nitrates, desquels on retirait autrefois 665 tonnes de nitre par an. (Comités des arts chimiques et d'agriculture.)

M. *Émile Loiseau*, ingénieur français, qui a fondé, aux États-Unis, une grande compagnie pour la fabrication des agglomérés de charbon de terre, envoie un exemplaire du *Courrier des États-Unis*, journal français publié à New-York, qui contient des détails sur cette industrie nouvelle. (Commission du *Bulletin*.)

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société, par un vote du Conseil,

MM. *Janssen* (Justin), manufacturier, à Bruxelles ; *Fil* (François), négociant, à Narbonne ; *Jailly*, dessinateur, à Paris ; *Hamelin* (A.), manufacturier, aux Andelys ; *Heurteau* (Émile), ingénieur des mines, à Paris ; *Lefebvre de Surmont*, de la maison Théodore Lefebvre et comp., fabricants de vernis, à Lille ; *Mignon* et *Rouart*, constructeurs-mécaniciens, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORTS DES COMITÉS.— *Horlogerie.*—M. *Breguet* fait, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur les modifications que M. *Hoyau,* horloger, rue de Turenne, 49, à Paris, a apportées au mécanisme des pendules ordinaires.

Le comité propose de remercier M. *Hoyau* de sa communication et de joindre un dessin de sa pendule au Rapport du comité, qui devra être inséré au *Bulletin.*

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Chronomètres, chronographes et appareils électriques divers. — M. le comte *du Moncel* fait, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur les appareils électriques que M. *Deschiens*, constructeur d'instruments de précision, a fabriqués et présentés, tant en son nom qu'au nom de M. *Liais*, directeur de l'observatoire impérial du Brésil.

Le comité propose d'exprimer à M. *Deschiens* l'intérêt que le Conseil prend à ses travaux, de le remercier de la communication qu'il a faite à la Société, et d'ordonner l'insertion, au *Bulletin,* du Rapport auquel elle a donné lieu, avec les dessins des principaux appareils décrits dans le rapport.

Il propose aussi d'exprimer à M. *Liais* l'intérêt et la sympathie que ses nombreux et remarquables travaux ont, depuis longtemps, inspirés à la Société.

Ces propositions sont approuvées par le Conseil.

Allumage électrique. — M. *Lissajous* fait, au nom du comité des arts économiques, un Rapport sur le système employé par M. *Gaiffe,* pour allumer simultanément les lustres à gaz de la salle de l'Assemblée nationale, à Versailles.

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

Ces propositions sont approuvées. (Voy. Cahier d'octobre 1874, p. 489.)

CONFÉRENCE SUR LES COULEURS DÉRIVÉES DE L'ANILINE, PAR M. GUIGNET, RÉPÉTITEUR A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

« L'objet de cette conférence est d'exposer, devant la Société d'encouragement, les progrès principaux d'une industrie qui doit être regardée comme nouvelle, puisque ses premiers essais ne remontent pas à plus de 25 ans; c'est celle des couleurs qui dérivent de l'*aniline*. Elle n'est elle-même qu'une branche des industries qui utilisent le goudron produit par la distillation de la houille, mais, jusqu'à présent, elle peut être regardée comme la plus importante ; et on peut dire que ce goudron est un minerai inépuisable duquel les nouvelles couleurs sont extraites.

« La distillation de la houille produit, en effet, une fumée épaisse, très-abondante, qu'on recueille et qui fournit : d'abord le gaz d'éclairage; puis un liquide aqueux qui contient des sels ammoniacaux, et qui est maintenant la source la plus abondante que nous possédions de ces sels ; puis, en dernier lieu, une matière goudronneuse noirâtre, qui a été longtemps méprisée et sans emploi, formant, dans les usines, des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

encombrements dont on ne se débarrassait qu'en la brûlant dans le foyer des appareils de distillation.

« A présent, cette matière est si utile, qu'on en est venu à distiller de la houille uniquement pour produire du goudron, parce que, dans ce cas, on opère à une température plus basse, qui donne des produits plus riches. Ce goudron a été analysé et purifié, et la patience et les efforts de plusieurs générations de chimistes en ont retiré plus de cinquante corps différents. En distillant le goudron, on recueille des *huiles légères* ou *essences,* aussi limpides que l'eau. Ces huiles contiennent surtout de la *benzine,* qui bout à 80°,5, et dont la densité est de 0,89. A peu près insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther, elle dissout les résines et les corps gras, propriété qui l'a fait employer d'abord à détacher les étoffes. Le nettoyage à sec des teinturiers se fait en trempant l'étoffe dans un bain de benzine, puis en la mettant dans une essoreuse qui enlève la benzine souillée; deux ou trois bains dans la benzine enlèvent complétement les taches de graisse. Les huiles légères contiennent aussi du *toluène* qui bout à 110 degrés et a des propriétés analogues. Plus tard, on obtient les *huiles lourdes* d'une volatilité plus faible, parmi lesquelles on remarque les huiles qui fournissent le *phénol* ou *acide phénique,* et qui bouillent entre 170 et 195 degrés; puis celles où l'on trouve la *naphtaline,* qui distille à 220 degrés ; enfin, les dernières parties du goudron, qui distillent au-dessus de 300 degrés, contiennent l'*anthracène,* qu'on purifie par des cristallisations successives et par une sublimation.

« Tous ces produits sont utilisés par l'industrie des matières colorantes. L'*acide phénique* sert à préparer l'*acide picrique,* belle couleur jaune très-employée par les teinturiers, et une série nombreuse d'autres matières tinctoriales variées ; la *naphtaline* a la même utilité et engendre plusieurs composés colorés d'un grand intérêt ; l'*anthracène,* à la suite d'un traitement chimique trop compliqué pour pouvoir être indiqué en ce moment, donne naissance à l'*alizarine,* principe colorant de la garance, et cette production artificielle de l'*alizarine* prend une telle extension, que, dans peu d'années, la culture de la garance aura disparu, éteinte par l'abaissement du prix de la matière tinctoriale pour laquelle on recherche cette plante.

« Mais la branche, jusqu'à présent, la plus remarquable de ces produits est la série des couleurs qu'on dérive de l'*aniline*.

« L'*aniline* existe en petite quantité dans le goudron de houille; mais, dans l'industrie, on la prépare en soumettant la benzine à diverses réactions chimiques. La première fois que les chimistes ont isolé l'*aniline,* alors qu'*Unverdorben* en 1826 et *Fritzsche* en 1840 la produisirent en faisant agir la potasse sur l'indigo, on la regarda comme un résultat spécial à la chimie théorique, une curiosité scientifique qui ne devait probablement jamais avoir d'utilité pratique.

« Les travaux de *Runge*, *Fritzsche*, *Zinin*, *Hofmann*, *Béchamp*, *Cahours*, *Berthelot,* et plusieurs autres chimistes, ont peu à peu complété l'histoire de l'*aniline*, et fait connaître ses propriétés remarquables. La première coloration dérivée de cette base

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fut un bleu violacé signalé par *Runge*, qui le regarda comme un signe caractéristique du corps qu'il venait d'obtenir, et qu'il avait nommé *Kyanol*, à cause de cette réaction. Ce corps était l'*aniline*, qui, en effet, donne une couleur bleue par l'action du chlorure de chaux en présence d'un acide. Les chimistes acceptèrent le fait sans y attacher d'importance, jusqu'à ce que *Perkin*, chimiste anglais, eut apporté, en 1856, une attention particulière à cette coloration et aux conséquences qu'elle pouvait avoir dans l'art du teinturier : il eut le premier le mérite de l'appliquer en grand à l'art de la teinture. Par l'action du bichromate de potasse sur l'aniline, il produisit une couleur violette assez stable, la *mauvéine*, et dès 1858 l'attention fut ainsi attirée sur l'aniline et les couleurs qui en dérivent. Maintenant encore, on emploie le *violet de Perkin* en mélange avec d'autres couleurs, et il donne lieu à une fabrication d'environ 20000 kilog. par an. Depuis cette époque, l'industrie des couleurs d'aniline s'est largement développée, et les diverses usines spéciales qui ont été installées en Europe pour la production de cette base en préparent 12 000 kilog. par jour. La valeur de cette matière a beaucoup baissé, et on l'obtient à présent très-pure au prix de 4 à 5 fr. le kilogramme. Voici une indication de la série des préparations par lesquelles on passe pour la fabriquer.

« Quand on fait réagir de l'acide nitrique fumant sur la benzine très-pure bouillant à 80 degrés, avec toutes les précautions nécessaires pour éviter une trop grande élévation de température, on obtient, après les lavages et purifications nécessaires, un produit de substitution ou dérivé nitré qui est la *nitrobenzine*. C'est un liquide plus lourd que l'eau, bouillant à 213 degrés, et doué d'une forte odeur d'essence d'amandes amères. La nitrobenzine a été découverte, en 1834, par *Mitscherlich* et a été fabriquée, en France, en 1848, par MM. *Collas* et *Pelouze*. Elle est employée, dans la parfumerie, pour la fabrication des savons et y est connue sous le nom d'*essence de mirbane*. Son prix, dans le commerce, est de 8 francs environ le kilogramme.

« Plusieurs procédés ont été indiqués pour dériver l'aniline de la nitrobenzine : celui qui est en usage, maintenant, est le procédé de M. *Béchamp*, qui réduit la nitrobenzine par l'hydrogène à l'état naissant, fourni par un mélange d'acide acétique et de tournure de fer. On peut regarder l'*aniline* comme un alcali de substitution dérivé de l'ammoniaque, dans laquelle l'un des équivalents d'hydrogène a été remplacé par un radical composé ($C^{12}H^5$) nommé *phényle;* c'est donc une *phénylamine :*

$$\text{Ammoniaque} = Az\begin{cases} H \\ H \\ H \end{cases} \qquad \text{Aniline} = Az\begin{cases} C^{12}H^5 \\ H \\ H \end{cases}$$

« Les premières couleurs employées furent les violets : celui de Perkin obtenu par l'action du bichromate de potasse, un autre résultant de l'action du chlorure de chaux, d'autres encore, suivant des recettes diverses. Si les violets d'aniline étaient les seules couleurs que cette base fournît à la teinture, l'importance de cette industrie nouvelle aurait été bien restreinte, malgré l'éclat de ces couleurs assez peu solides.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais, en 1859, on a trouvé la *rosaniline* ou rouge d'aniline, qui est la source des principales couleurs solides employées maintenant. Elle est connue, dans le commerce, sous les noms de *fuchsine*, *rouge d'aniline*, *solferino*, *magenta*, etc.

« Elle a été obtenue d'abord, en 1858, par M. *Verguin*, chimiste de Lyon, en chauffant l'aniline du commerce avec du bichlorure d'étain. Plus tard, M. *Hofmann* a montré qu'elle résultait de l'oxydation de deux molécules de toluidine et d'une molécule d'aniline réunies, de sorte qu'on ne peut pas avoir de rouge sans la présence simultanée de ces deux corps, qui sont homologues, ont des propriétés très-semblables, et sont dérivés par les mêmes préparations, le premier du toluène et le deuxième de la benzine. Plusieurs chimistes connaissaient la réaction qui produit la rosaniline ; mais M. *Verguin* est le premier qui en ait reconnu l'importance industrielle, et qui ait montré les beaux résultats que l'art de la teinture peut en retirer.

« On la prépare, maintenant, par le procédé de MM. *Girard* et *de Laire*, qui consiste à traiter par l'acide arsénique un mélange, en parties à peu près égales, d'aniline et de toluidine dont le point d'ébullition soit entre 182 et 200 degrés. La matière brute ainsi obtenue est dissoute dans l'eau chaude, et le chlorhydrate de rosaniline est précipité de la liqueur par un excès de sel marin, parce qu'il est très-peu soluble dans une solution concentrée de ce sel.

« La *rosaniline* pure est une base qui est à peine colorée, tandis que ses sels offrent une belle couleur rouge vif. Elle n'est pas très-stable ; les couleurs que donnent ses sels sont peu solides, elles ne résistent ni à la lessive, ni au savonnage, ni à l'action de la lumière. Mais on se sert de cette base pour produire d'autres matières colorantes d'un grand intérêt. Voici quelques renseignements sur les plus importants parmi ces dérivés.

« En chauffant la rosaniline avec de l'aniline, on a un corps très-différent des matières qui le produisent ; c'est un bleu vif que MM. *Girard* et *de Laire* ont nommé *bleu de Lyon*. Il est insoluble dans l'eau, mais il se dissout dans l'alcool. En versant peu à peu cette solution dans une grande quantité d'eau, on forme un bain avec lequel on teint très-aisément de la soie à la température ordinaire et par une simple immersion.

« M. *Nicholson* prépara, en 1862, des bleus très-solubles dans l'eau, qui se fixent directement sur la laine et sur la soie, et qui s'appliquent aussi dans la teinture sur coton, par un passage en acide ou même sans intermédiaire. Ce ne sont pas des bleus-lumière, parce qu'ils contiennent une légère nuance de violet qui est éteinte par les rayons jaunes des lampes, mais ce sont de beaux bleus, très-vifs. Il y a trois *bleus sulfuriques*, c'est-à-dire obtenus par l'action de l'acide sulfurique. L'un d'eux est très-soluble et teint directement le coton sans mordant ; il est peu solide et a reçu le nom de *bleu-coton*.

« En oxydant la rosaniline par des réactions diverses on obtient les *bruns d'aniline*, qui sont très-beaux et très-employés.

« Le *violet de Paris* résulte de l'oxydation d'un mélange de méthylaniline et de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

méthyltoluidine. Ces violets ont d'abord été peu estimés, à cause de leur fugacité, mais les perfectionnements apportés dans la fabrication ont eu pour résultat de rendre cette belle couleur plus solide. L'usage s'en est beaucoup développé, et maintenant on fabrique, tous les ans, environ 80 000 kilogrammes de ce violet sec et cristallisé.

« Si l'on joint à ces couleurs le *vert d'aniline* qui est produit par l'action de l'iodure, ou mieux du nitrate de méthyle sur le violet de Paris, des jaunes éclatants tels que le *jaune d'or*, *chrysotoluidine*, la *safranine*, rouge vif, produit, il y a environ deux ans, à l'aide de la pseudo-toluidine, corps qui appartient à une autre série, et les divers bruns d'aniline, on aura la série complète des couleurs nécessaires à l'art du teinturier.

« Leur emploi est très-facile ; toutes ces couleurs sont de même famille et s'emploient de la même manière.

« La teinture sur la soie se fait directement, sans mordant, par une simple immersion, plus ou moins prolongée, dans le bain, et à une température convenable ; il suffit de mouiller à l'eau et d'essorer l'écheveau ou le tissu avant de le plonger dans le bain ; il en est de même de la laine. On peut imprimer aussi, sans difficulté, les nouvelles couleurs sur toutes les étoffes de soie et de laine, en les associant à toute autre couleur, et même à des fonds noirs ou marron foncé. (M. *Guignet* montre des échantillons de tissus de diverses espèces, teints ou imprimés avec les dessins les plus variés et un assortiment de toutes les couleurs.)

« Pour le coton, dit-il, il n'en est plus de même. Ces couleurs, sauf quelques rares exceptions, ne se fixent pas sur le coton dans son état naturel. On les imprime sur le coton, en les mélangeant avec de l'albumine (blanc d'œuf purifié). On *vaporise* ensuite le tissu ; sous l'action de la vapeur chaude, l'albumine se *cuit* et se *teint* en même temps ; l'albumine adhère au tissu et fixe ainsi la couleur. C'est, du reste, le même procédé qui permet de fixer sur coton les couleurs minérales insolubles (outremer, noir de fumée, vert Guignet, etc.) ; de sorte que ces couleurs peuvent être associées facilement aux nuances dérivées de l'aniline. D'autres fois, on imprime les couleurs d'aniline sur des tissus préparés au tanin, qui forme, avec ces couleurs, des composés insolubles. L'assemblée a devant elle des étoffes diverses et des reps de coton de toute nuance, qui ont été imprimés de cette manière.

« Le *noir d'aniline* est une couleur d'une nature spéciale, et a des propriétés qui diffèrent de celles des couleurs dont on a parlé jusqu'à présent. Il ne peut être appliqué que sur des tissus de coton, et jusqu'à présent on n'a pas réussi à l'imprimer sur la soie ou sur la laine. Il a été breveté, à la fin de 1862, en Angleterre, par M. *Lightfoot*, et peu après en France. Après quelques essais il a été abandonné à peu près partout, parce que la quantité considérable de perchlorure de cuivre qui était nécessaire pour sa préparation attaquait les instruments d'application et brûlait la fibre même de l'étoffe.

« M. *Lauth* a fait disparaître ces inconvénients et a rendu facile l'emploi du *noir d'aniline* en substituant au chlorure de cuivre le sulfure de ce métal. On fait cuire en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

semble de l'amidon, du chlorate de potasse et du sel ammoniac avec une quantité d'eau suffisante. Après refroidissement, on ajoute du sulfure de cuivre et du chlorhydrate d'aniline; on mélange et on imprime comme à l'ordinaire. Le noir se développe en vingt-quatre heures dans les chambres d'oxydation, à une température de 20 à 30 degrés (1).

« C'est une couleur d'impression qui ne peut pas être employée pour la teinture en cuve. Elle ne se forme, en effet, que sur la fibre sur laquelle l'oxydation lente de l'air la développe. Elle est insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, le savon bouillant, les alcalis, les acides; le chlore ne l'attaque qu'à la longue, et, si son action n'est pas trop prolongée, la couleur renaît avec le temps. Des spécimens montrés à l'assemblée font voir avec quelle précision il peut être employé et la netteté des impressions. C'est un mouchoir réglementaire pour faciliter l'inspection des sacs de la troupe de ligne; c'est une carte de France exécutée sur calicot avec une finesse de détails et une intensité de noir qu'on n'avait pas obtenues jusqu'ici, etc., etc.

« Pour terminer, M. *Guignet* parle d'une autre couleur qu'on a, depuis peu, préparée par l'oxydation de l'aniline par la nitrobenzine, en présence du fer. C'est un *bleu noir* soluble dans l'eau, qui se fixe sans intermédiaire sur la laine et sur la soie, et qui résiste très-bien aux acides et aux alcalis. Il a été trouvé par M. *Coupier*, qui en a fait diverses applications importantes. M. *Collin* a récemment obtenu un noir bleu très-foncé à l'aide d'une oxydation plus active.

« Cette couleur fournit une encre de très-bonne qualité, et la Société d'encouragement a donné, récemment, une récompense à ses auteurs, MM. *Coupier* et *Collin* (2). C'est l'*encre des écoles*, qui est d'un beau noir bleu, qui n'est attaquée que difficilement par les agents chimiques, mais dont les taches sur les tissus de coton peuvent être enlevées par un lavage au savon.

« Une application importante de toutes ces couleurs d'aniline doit être signalée en terminant: on en a fait des laques d'un bel effet qui sont très-employées dans l'impression des papiers de tenture.

« Tels sont les renseignements sommaires qu'on peut exposer dans une conférence, sur la vaste industrie qui résulte de l'emploi des couleurs dérivées de l'aniline. Comme on l'a dit en commençant, ce n'est qu'une branche des procédés qui utilisent les goudrons de la houille. Dans une autre occasion, on pourra faire connaître le parti considérable que l'industrie a tiré des couleurs déduites de la *naphtaline*, de celles qui dérivent de l'*acide phénique*, et enfin de la couleur solide qu'on a obtenue par l'emploi de l'*anthracène*.

M. le *Président* remercie M. *Guignet* de l'intéressante conférence qu'il vient de faire, et le prie d'en faire l'objet d'un mémoire qui sera inséré au *Bulletin*.

(1) Voy. *Bulletin* de 1866, 2e série, t. XIII, p. 75.

(2) Voy. le Rapport de M. *Bédard*, 2e série du *Bulletin*, t. XIX, p. 236.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Séance du 24 juillet 1871.

Présidence de M. BALARD, *Vice-Président.*

CORRESPONDANCE. — M. *Mayoux*, éditeur, rue Antoine-Dubois, 4, à Paris, présente des pierres lithographiques sciées en plaques minces et fixées sur un bloc de ciment qui leur donne la solidité nécessaire pour résister aux pressions du tirage. M. *Mayoux* envoie en même temps des certificats de lithographes notables qui constatent le succès des pierres ainsi préparées.

Cette présentation est une tentative heureuse faite dans la voie indiquée par la Société d'encouragement, qui a fondé un prix de 2 000 fr. à décerner, en 1877, pour la découverte des moyens de fournir, à la lithographie, des pierres ou planches convenables capables de lui permettre de se passer, avec avantage et économie, des pierres qu'elle fait venir à grands frais de l'Allemagne. (Commission des beaux-arts appliqués à l'industrie et comité des arts chimiques.)

M. *Beer* (J.), rue Paradis-Poissonnière, 2, propose, pour détruire le phylloxera, de tremper la pointe des échalas dans la térébenthine, ou d'enfoncer, près des racines de la vigne, des éponges imbibées de cette matière insecticide. (Comité d'agriculture.)

M. *Gagnage* (M.), chimiste, rue de Rennes, 145, propose, dans le même but, de mêler 10 pour 100 de naphtaline dans les engrais qu'on emploie pour la culture de la vigne, et de peindre les souches et le pied des échalas avec du goudron minéral additionné de 10 pour 100 de la même matière. (Comité d'agriculture.)

M. *Balard*, à propos de ces deux communications relatives au phylloxera, rend compte à la Société d'une visite qu'il a faite récemment au champ d'expériences institué dans le midi de la France, près de Montpellier. Sous la direction d'une commission spéciale présidée par M. *Marès* (Henri), l'un des membres correspondants du Conseil de la Société, tous les procédés, agents toxiques ou amendements qui peuvent présenter quelque chance de succès, sont essayés avec un ordre et une méthode qui donnent les plus grandes garanties sur le jugement que doit porter la commission. Les engrais azotés mêlés de sels potassiques et de sulfures alcalins faisaient, en commencement, espérer les meilleurs résultats. En comparant les sarments rabougris que la vigne avait produits l'année dernière et dont il restait des parties notables après la taille, avec les pousses vigoureuses de la nouvelle année, on pouvait apprécier l'amélioration que l'emploi de ces engrais avait apportée dans la vigueur de la vigne. Quant au sulfure de carbone, partout où il a été employé près de la surface du sol et de manière que ses vapeurs pussent atteindre les feuilles, il a détruit toute végétation ; mais des propriétaires dont le témoignage est tout à fait digne de confiance se sont servis de cette substance selon les indications de M. *Monestier*, c'est-à-dire en la mettant dans le sol à une profondeur de $0^m,80$ au moins, et en la mêlant avec des matières qui ralentissent sa vaporisation, et ils ont constaté le rétablissement d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

végétation vigoureuse, amenant une bonne récolte sur plusieurs vignes infectées dont l'étendue n'était pas moindre que 10 000 souches. Les recherches expérimentales qui succèdent, d'une manière rationnelle, aux études scientifiques auxquelles nous devons une connaissance plus complète de l'ennemi contre lequel nous luttons, paraissent donc être dans une bonne voie, et elles donneront bientôt, il faut l'espérer, des résultats importants.

M. *Zacharie*, rue Monge, 105, annonce qu'il a inventé un procédé pour la fabrication d'un bronze nouveau doué de qualités spéciales. (Comité des arts chimiques.)

MM. *Boisnard* et *Rougeul*, à Ducey-sous-Avranches (Manche), qui se sont présentés au concours ouvert par la Société pour les travaux d'endiguement et de desséchement les plus importants, demandent quel est le jugement de la Société sur ce concours. Il a été répondu aux demandeurs que le jugement du concours n'était pas encore prononcé, et qu'il leur en serait donné connaissance aussitôt qu'il serait rendu public. (Comité d'agriculture.)

M. *Dru* (Léon), rue Rochechouart, 69, à Paris, entrepreneur de sondages artésiens et successeur de la maison Mulot et comp., sollicite une médaille de contre-maître pour l'un des plus anciens et des plus méritants ouvriers de son établissement. (Commission spéciale.)

M. *Sacc*, professeur de chimie, à Neuchâtel (Suisse), et membre de la Société, adresse quelques observations générales sur le lait condensé de la compagnie anglo-suisse; il demande un nouvel examen de ce produit, et il fait cette demande surtout dans l'intérêt de la Société qui, dit-il, vient de prendre cette fabrique sous sa haute protection.

M. le *Président*, en renvoyant cette communication au comité des arts économiques qui a fait le rapport approuvé par le Conseil sur cette fabrication, tient à préciser le sens qu'ont toujours eu les décisions du Conseil de la Société d'encouragement. La Société ne prend jamais aucune fabrique sous sa protection, parce que, si elle agissait ainsi, elle irait contre le but de sa fondation, qui est de développer, étendre, vulgariser les meilleurs procédés en usage dans l'industrie, et non de protéger tel ou tel industriel en particulier. Elle ne patronne, non plus, aucun produit, parce que sa mission est de faire perfectionner sans cesse les procédés de fabrication, en laissant le champ ouvert à la libre concurrence pour la préparation des produits dont le consommateur est le juge intéressé; elle n'a, d'ailleurs, aucun moyen de garantir qu'un produit spécial soit toujours fabriqué identiquement de la même manière.

Ce rôle est celui que la Société a rempli en ce qui concerne la compagnie anglo-suisse. Lorsqu'elle a reçu la communication que cette compagnie lui a faite, elle a envoyé sur les lieux des commissaires qui ont examiné les procédés de fabrication, les appareils, les matières premières, les produits, et qui ont vu fabriquer devant eux. Ils ont reconnu que ces procédés méritaient d'être approuvés et imités, et cette opinion, partagée par le comité des arts économiques, a été motivée, suivant l'usage, dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un rapport adopté par le Conseil, qui en a ordonné la publication dans le *Bulletin* (1). Il n'y a rien là qui puisse être regardé comme une protection spéciale ou le patronage d'un produit fabriqué.

La Société, en un mot, s'est toujours rigoureusement abstenue de toute influence de ce genre, et n'a manqué aucune occasion d'affirmer ses principes sur ce point. Lorsque, à la fin de 1873, les journaux firent des annonces ambiguës en faveur de la compagnie anglo-suisse, qui laissaient croire à une inspection spéciale de sa fabrique de la part de la Société d'encouragement, les réclamations du rapporteur, dont le nom pouvait se trouver ainsi compromis, firent supprimer ces annonces aussitôt qu'elles lui furent signalées, et elles auraient été l'objet de poursuites de la part de la Société si elles avaient été continuées.

M. *Jacquemier,* lieutenant de vaisseau, avenue des Ternes, 32, à Paris, présente un nouveau système de *mise en train* des machines, désigné sous le nom de *conducteur autonome*, qui a pour objet de permettre de diriger un ou plusieurs moteurs combinés, en leur faisant donner des mouvements quelconques et en obtenant pour résultat de faire décrire dans l'espace, au point d'application de la résistance, une trajectoire donnée arbitraire, quelque compliquée qu'elle soit. Avec cet appareil, le point d'application d'une puissance quelconque, de 1 000 chevaux par exemple, peut donc vaincre des résistances considérables, en suivant avec docilité et précision le mouvement que lui tracera à volonté la main d'un conducteur agissant sans effort notable sur le bouton de commande. Les applications les plus diverses qu'on peut en faire sont énumérées par M. *Jacquemier,* et quelques-unes d'entre elles ont été essayées sur des navires; ainsi on peut, sans effort, gouverner le mouvement d'une machine à vapeur, manœuvrer le gouvernail des navires, mettre en direction et pointer avec précision les pièces de gros calibre montées sur tourelles, manœuvrer les grues, les marteaux-pilons, manier les grosses pièces de forge, etc.

M. *Jacquemier*, on le voit, s'est proposé le même problème que M. *Farcot* fils a résolu par le mécanisme qu'il a nommé *servo-moteur*, et qu'il a décrit dans l'ouvrage dont il a fait don à la Société. Ce genre d'appareil s'impose, en effet, à l'industrie, qui est obligée, maintenant, de remuer et de façonner des masses énormes pour la fabrication des axes coudés des machines, des canons de grande puissance, pour mouvoir les tourelles qui les portent, etc., etc. Les moteurs inanimés n'ont servi, pendant longtemps, qu'à faire marcher des moulins, des pompes, des montages de minerai, et à produire ainsi quelques mouvements très-simples. Depuis environ quarante ans, on a assoupli les organes de la transmission de leur puissance et on en a modifié l'emploi, de manière à en faire peu à peu des serviteurs dociles, se prêtant à tous nos besoins, depuis la petite machine Fontaine, d'un vingtième de cheval, animant une seule

(1) Voir *Bulletin* de 1874, 2e série, t. XX, p. 217.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

machine à coudre, jusqu'aux machines marines de plusieurs milliers de chevaux-vapeur, qui lancent nos frégates cuirassées avec des vitesses de 15 nœuds et qui manœuvrent avec une précision admirable leur puissant gouvernail et les tourelles qui portent leur énorme armement. On peut donc maintenant agir comme si l'homme était doué d'une puissance un million de fois plus grande que sa force naturelle ; mais cette puissance ne peut lui être utile que si elle est complétement asservie, sans résistance, aux moindres signes de sa volonté. Tel est le but des mécanismes du genre de ceux que MM. *Farçot* fils et *Jacquemier* ont proposés, et on peut être certain que ces ingénieurs seront suivis dans cette voie par un grand nombre d'autres inventeurs, jusqu'à ce que la puissance matérielle soit pliée à tous les besoins de l'industrie humaine. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Callaud* (A.), horloger, rue du Bouffay, 2, à Nantes, sollicite l'examen de la Société pour un traité sur les paratonnerres, qu'il vient de publier. (Comité des arts économiques.)

M. *Greneu* (A.), ouvrier mécanicien, rue Vavin, 14, à Paris, présente un nouveau fusil se chargeant par la culasse, qui a, dit-il, une supériorité certaine sur tous ceux qui ont été fabriqués jusqu'ici.

Il expose que le chassepot et le premier fusil prussien ont été basés sur la nécessité de se passer de cartouches métalliques, parce que, à l'époque où ils ont été adoptés, ces cartouches ne pouvaient pas être fabriquées régulièrement avec toutes les conditions qu'elles doivent remplir ; mais, à présent, on est parvenu à les produire avec une si grande précision que leur emploi est devenu indispensable. Quand l'Angleterre a voulu renouveler son matériel de guerre, elle a adopté le fusil Martini qui est à cartouches métalliques, à percussion centrale ; et toutes les nations seront entraînées à en faire autant.

Le fusil de M. *Greneu* a, pour fermeture de la culasse, un bloc mobile composé d'organes qui se relient parfaitement entre eux, et mis en mouvement par un levier articulé placé dans le plan vertical de l'axe du canon. Le mécanisme de la batterie est simple, solide, peu coûteux et d'un fonctionnement facile et rapide. L'ouverture de la culasse suffit pour faire fonctionner l'extracteur, qui rejette hors du canon la cartouche métallique vide, et l'action exercée par le levier agit en même temps sur le pied du chien, qui se trouve ainsi armé automatiquement. D'après l'inventeur, le maniement de ce fusil est commode et exempt de tout danger et il est remarquable par le peu de recul qu'il produit. (Comité des arts mécaniques.)

Rapports des comités. — *Sécateurs*. — M. *Hardy* fait, au nom du comité de l'agriculture, un rapport sur les sécateurs perfectionnés qui ont été présentés à la Société par M. *Gissey*, mécanicien, rue de Rennes, 151.

Le comité d'agriculture propose de remercier M. *Gissey* de la communication qu'il a faite à la Société, et d'insérer au *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu.

Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées. (Voir cahier d'octobre 1874, p. 492.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMUNICATIONS. — *Pyrites, mines de soufre.* — M. *Lamy*, membre du comité des arts chimiques, fait hommage à la Société, au nom de M. *Kuhlmann* fils, d'une note sur quelques mines de Norwége. Cette note a un assez grand intérêt à cause de la consommation que, dans tous les pays, l'industrie des produits chimiques fait des pyrites qui sont maintenant la source la plus abondante du soufre, l'un des agents les plus importants de nos fabriques.

M. *Lamy* rappelle qu'on fait maintenant, en Europe, 820 000 tonnes d'acide sulfurique par an, pour lesquelles il faut environ 800 000 tonnes de pyrites. Avant 1840, les rares mines de soufre, en tête desquelles il faut mettre celles de la Sicile, suffisaient pour alimenter les fabriques; mais, depuis cette époque, elles sont devenues tellement insuffisantes, qu'on a été chercher partout des pyrites, qui contiennent près de la moitié de leur poids de soufre et qui, brûlées dans des fours spéciaux, ont fourni l'acide sulfureux nécessaire à nos usines. Les mines principales de cette précieuse matière sont : Saint-Bel près de Lyon, Huelva en Espagne, diverses exploitations près d'Alais, d'autres moins importantes en Allemagne et en Belgique. Tous ces gîtes importants ont été exploités, et, malgré cela, le prix du soufre est encore assez élevé pour qu'on ait un grand intérêt à régénérer le soufre des marcs de soude.

VACANCES DE LA SOCIÉTÉ. — M. le *Président* annonce à l'assemblée qu'à partir d'aujourd'hui la Société commence ses vacances ordinaires. La rentrée aura lieu à une époque qui ne peut pas encore être déterminée; mais elle sera l'objet d'un avis spécial adressé à l'avance à MM. les membres de la Société.

Séance du 11 *décembre* 1874 (1).

Présidence de M. DUMAS, *Président.*

CORRESPONDANCE. — M. *Patry*, à Saint-Lo (Manche), fabrication de petites voitures en osier. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Martin du Mans,* architecte, au château d'Idogne (Allier), nouveau profil pour rails de chemins de fer. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Ruset du Mesnil,* cité Jeanne-d'Arc, à Bois-Guillaume, près Rouen, frein automoteur. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Charbonnières* (P.), rue de Beauvais, 71, à Malakoff, petit Vanves (Seine), compteur à eau. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Laurency* (Ed.), rue Monthyon, 8, à Paris, pièces pour le concours relatif à la taille des pierres meulières. (Comité des arts mécaniques.)

---

(1) Cette séance est la première qui ait eu lieu depuis les vacances, les travaux de restauration de l'Hôtel de la Société n'ayant pu être terminés dans les limites prévues.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Viale* (J.), rue Lacuée, 18, à Marseille, machine à coudre mue par des ressorts. (Comité des arts mécaniques.)

Mme *Ve Martin,* à Tarare, demande que la Société se fasse rendre compte des progrès que l'industrie des velours et de la peluche doit aux travaux du directeur actuel de ses usines. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Billetée-Sautoux*, horloger-mécanicien, rue du Faubourg-du-Temple, 22, à Paris, horloge scientifique à 75 cadrans. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Tissot,* chauffeur-mécanicien, rue du Bas-Port, 1, à Lyon, combustion en foyer clos. (Comité des arts mécaniques.)

Mlle *Rives* offre à la Société un métier Jacquard sans cartons et une machine à lire, œuvres de son oncle *Jacques Rives,* mort après le siége sans laisser de fortune. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Dubell* (Gabriel), à Hildbourghausen (Saxe-Meningen), envoie la formule d'une encre noire pour le concours ouvert par la Société. (Comité des arts chimiques.)

M. *Hélouis*, ingénieur-chimiste, boulevard Saint-Martin, 43, à Paris, nouveau perfectionnement à la passementerie mi-fine. (Comité des arts chimiques.)

M. *Sacc,* professeur de chimie, à Neuchâtel (Suisse), mémoire sur le phosphate de chaux considéré comme mordant. (Comité des arts chimiques.)

M. *Galland* (N.), directeur gérant de la brasserie viennoise de Maxeville, près Nancy, faits et observations sur le maltage pneumatique. (Comité des arts chimiques.)

M. *Marmet*, à Béziers, moyen de détruire le phylloxera. (Comité d'agriculture.)

M. *Cauvy*, professeur à l'école de pharmacie de Montpellier, moyens à employer pour s'opposer à l'invasion du phylloxera. (Comité d'agriculture.)

M. *Faucon* (L.), à Graveson (Bouches-du-Rhône), lettre imprimée sur la submersion des vignes. (Comité d'agriculture.)

M. *Gagnage*, ingénieur-chimiste, rue de Rennes, 145, à Paris, destruction du phylloxera. (Comité d'agriculture.)

M. *d'Alleizette* (Ch.), ancien inspecteur des plantations de Paris, avenue de la Grande-Armée, 85, emploi des huiles lourdes pour la destruction du phylloxera. (Comité d'agriculture.)

M. *Mongelas* (Ch.), Lincoln, placer Country (Californie), demande si les graines de vers à soie qu'il fabrique peuvent concourir pour le prix fondé par la Société. (Comité d'agriculture.)

Contracte du travail, etc., devise d'un paquet pour concourir au prix pour la mise en valeur des terrains au moyen d'arbres fruitiers. (Comité d'agriculture.)

MM. *Meugy* et *Nivoit*, ingénieurs des mines, présentent la statistique agronomique de l'arrondissement de Vouziers (Ardennes), pour le concours ouvert par la Société pour la meilleure description d'une région agricole. (Comité d'agriculture.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Gérard*, chez M. *Vigneron*, rue de Levis, 10, à Paris, moyen d'empêcher les effets des gelées tardives. (Comité d'agriculture.)

M. *Gontier* (Pierre), fabricant d'huile de schiste et de produits chimiques, à Autun, présente un mémoire pour concourir au prix relatif à la désinfection permanente des fosses d'aisances. (Comité des arts économiques.)

Vitam impendere vero, devise d'un mémoire présenté pour le concours relatif à la production de l'ozone. (Comité des arts chimiques.)

MM. *Motte* et *Meillassoux*, teinturiers en laine pure, à Roubaix, demandent à la Société de faire rechercher s'il existe un procédé chimique qui, appliqué au moyen de lettres et caractères de grande dimension, pourrait tracer sur les pièces des tissus en laine les initiales du fabricant, les numéros d'ordre et autres indications d'usage, d'une manière indélébile et qui pût reparaître après la teinture et l'apprêt des pièces. On éviterait ainsi l'emploi de la broderie à la main, qui a des inconvénients. (Comités des arts mécaniques et des arts chimiques.)

M. *Ronna* envoie deux brochures : l'une sur le *sewage de la ferme de Dexham* (Angleterre), et la deuxième sur la *culture à vapeur améliorante*. (Comité d'agriculture.)

ALLOCUTION DE M. LE PRÉSIDENT. — M. *Dumas*, au sujet de l'inauguration de l'hôtel de la Société, agrandi et restauré, prononce quelques paroles dans lesquelles il rappelle succinctement le rôle joué par la Société et les services rendus par elle depuis sa création. Cette allocution doit paraître dans le *Bulletin* de janvier 1875.

MANUFACTURES NATIONALES DES GOBELINS ET DE BEAUVAIS. — M. *Laboulaye* fait un rapport sur les produits des manufactures des *Gobelins* et de *Beauvais* à l'Exposition des Champs-Élysées. (Voir au *Bulletin* de janvier 1875.)

MANUFACTURE NATIONALE DE PORCELAINES DE SÈVRES. — M. *Bouilhet* (Henri) fait un rapport sur les produits exposés par la manufacture de porcelaines de Sèvres au Palais de l'Industrie. (Voir au *Bulletin* de janvier 1875.)

Séance générale du 24 décembre 1874. (Élections.)

Présidence de M. DUMAS, *Président.*

M. le Président annonce que la Société est réunie conformément au règlement, pour procéder aux élections annuelles, qui ont pour objet la nomination des membres du Bureau et le renouvellement par tiers des membres des comités pour 1875. Il invite MM. les membres de la Société, présents à la séance, à déposer leur vote et à signer le registre de présence. Le dépouillement du scrutin sera fait à la fin de la séance.

CORRESPONDANCE. — M. *Daguin* (Eugène), membre de la Société, demande que le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Conseil examine s'il ne conviendrait pas d'adopter une échelle croissante pour le payement des annuités de brevet, de telle sorte que l'inventeur n'eût à payer qu'une faible somme la première année. (Comité du commerce.)

M. *Simonnars*, ingénieur, 13, rond-point, à Boulogne (Seine). Cône sonore pour signaler les récifs en mer. (Comité des arts économiques.)

M. *Chartrain*, rue de la Harpe, 9, à Paris, nouveau régulateur pour la consommation du gaz. (Comité des arts économiques.)

MM. *Kempeneers*, rue Gaucheret, 50, à Bruxelles, cessionnaires du brevet du modérateur à gaz-*Takels*, envoient un prospectus contenant des certificats pour constater la bonté de ce modérateur. (Comité des arts économiques.)

M. *Bellay* (Arnold), faubourg Saint-Denis, 155, à Paris, cible atmosphérique pour le tir dans les appartements. (Comité des arts économiques.)

M. *Virvoulet* (M.), ingénieur, rue Houdon, 15, présente diverses inventions relatives au service des ambulances de l'art chirurgical et du sauvetage des naufragés et à la télégraphie militaire. Il demande à la Société son concours pour lui permettre d'exécuter les modèles de ses inventions. (Comité des arts économiques.)

M. *Regnier* (P.), rue Pierre-Levée, 19, à Paris, envoie le dessin d'une pompe à main pour arrosage qu'il fabrique et vend sous le nom d'*hydronette-Regnier*. (Comité des arts économiques.)

M. *Favet* (J.), ingénieur civil, cour d'Herbouville, 20, à Lyon, envoie un dossier de pièces, rapports et dessins, relatifs à un système d'aérage et d'assainissement des mines. (Comité des arts chimiques.)

M. *Assier-Rétif*, bourrelier, à Bourgueil (Indre-et-Loire), envoie la description imprimée d'un appareil de sauvetage pour les incendiés. (Comité des arts économiques.)

M. *Rasquin*, mécanicien, rue de Seine, 40, à Paris, demande à la Société d'examiner un ascenseur de sauvetage pour les incendies, inventé par lui. (Comité des arts économiques.)

M. *Raynaud* (Léon), ingénieur-chimiste, quai des Grands-Augustins, 17 *bis*, présente un nouveau système de peinture, dont il est l'inventeur et qu'il désigne sous le nom de métallo-marmoréfaction. (Comité des arts économiques.)

M. le docteur *Sobrino* (F.), de Madrid, qui a pour correspondant, à Paris, M. *Daniel Asparren*, chez M. *Midjans*, rue Taitbout, 62. Perfectionnement du brancard pour le transport des malades. (Comité des arts économiques.)

M. *Gagnage* (M.), ingénieur-chimiste, rue de Rennes, 145, à Paris. Mémoires sur la crémation des corps. (Comité des arts économiques.)

M. le marquis *de Siblas*, rue Liancourt, 43. Étuis-forme d'un nouveau modèle pour le transport des instruments de musique. (Comité des arts économiques.)

M. *Gautier*, horloger, à Montfort-l'Amaury (Seine-et-Oise). Machine électro-motrice. (Comité des arts économiques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. le *Commissaire général du congrès de géographie*, qui doit se réunir en 1875, envoie à la Société des pièces relatives à l'organisation de ce congrès. (Comité de commerce.)

M. *Marot* (L.), ancien élève de l'École centrale, rue d'Alésia, 71, à Paris, demande à la Société de faire examiner ses procédés nouveaux pour la défécation et l'épuration des jus sucrés. (Comité des arts chimiques.)

M. *Richard* (Ch. A.), rue de Picpus, 96. Rappel d'un système de chauffage pour les voitures, expédié en novembre dernier. (Comité des arts économiques.)

M. *Ducourneau*, entrepreneur, boulevard Morland, 6. Procédé pour l'analyse et la rectification des ciments. (Comité des arts économiques.)

M. *Cauvy*, professeur à l'École de pharmacie de Montpellier, envoie une brochure, relative au phylloxera, à joindre aux pièces qu'il a déjà expédiées sur les moyens de s'opposer à l'invasion de cet insecte. (Comité d'agriculture.)

MM. *Wirth et comp.*, à Francfort-sur-le-Mein, envoient des renseignements sur les lois relatives aux brevets d'invention en Allemagne. (Comité de commerce.)

M. *Davanne*, président de la Société de photographie, sollicite, au nom de cette Société, l'admission de M^me^ *Isidore Niepce* sur la liste de répartition du legs Bapst. (Commission des fonds.)

M. *de Luynes*, membre du Conseil, présente le kaléidoscope, par réflexion, de M. *Thomas*, qui, par des combinaisons nouvelles de l'éclairage, obtient des images d'une grande richesse et d'un effet remarquable. (Comité des arts économiques.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Beaux-arts appliqués à l'industrie.* — M. *Cloëz* lit un rapport sur les origines et les progrès des manufactures nationales de tapisseries des Gobelins et de Beauvais, et sur les résultats obtenus par elles.

M. *de Luynes* lit, au nom de la même commission et du comité des arts chimiques, un rapport sur la reproduction, par les méthodes chimiques, des espèces organiques utiles naturelles. Ces deux rapports paraîtront au *Bulletin* de février 1875.

Arts chimiques. — M. *Cloëz* lit, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur la fabrique de superphosphate de chaux, établie à la Villette, par MM. *Michelet* et *Paul Thibaut*.

M. *Cloëz* propose de remercier MM. *Michelet* et *Paul Thibaut* de leur communication, et d'ordonner l'impression du rapport dans le *Bulletin* avec les dessins des appareils employés dans leur fabrique.

ÉLECTION DES MEMBRES DU CONSEIL. — Le dépouillement du scrutin pour les élections donne les résultats suivants :

BUREAU. — MM. *Dumas*, président; — baron *Séguier* et *Balard*, vice-présidents; — *Ch. Laboulaye* et *E. Peligot*, secrétaires; — *E. Becquerel* et *Legentil*, censeurs; — *Goupil de Préfeln*, trésorier.

COMMISSION DES FONDS. — MM. le marquis *de Turenne* et *Michal*; le vicomte *de*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Grouchy, en remplacement de M. *Lorin*, admis au nombre des membres honoraires du Conseil.

COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES. — MM. *Alcan, Duméry, Callon.*

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES. — MM. *Chevallier, Lamy, Debray.*

COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES. — MM. le comte *du Moncel, Wolff, Bouilhet* (Henri).

COMITÉ D'AGRICULTURE. — MM. *Dailly, Mangon, Bella.*

COMITÉ DU COMMERCE. — MM. l'amiral *de Chabannes, Block, Lavollée.*

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société, par un vote du Conseil :

MM. *Tallon*, membre de l'Assemblée nationale ;
Roche, ingénieur, à la fabrique d'acier de Poissy ;
Rouze, Bertrand, fils, fabricants de matières premières pour la parfumerie, à Grasse ;
Hersent, entrepreneur de travaux publics, à Paris ;
Bondon, maître tailleur, à Paris ;
Gaffard (Émile), chimiste-industriel, à Aurillac ;
Fauconnier (A.), négociant, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE

DES NOUVEAUX MEMBRES ADMIS EN 1874

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

MM.

Agache (Édouard), filateur, à Lille.
Alphandery (Aristippe), négociant, à Avignon.
Balguerie, ingénieur au chemin de fer du Midi, à Bordeaux.
Billault, Billaudot et *comp.*, fabricants de produits chimiques, à Paris.
Darier (Émile), juge au Tribunal de commerce, à Marseille.
Decauville aîné, propriétaire-agriculteur, à Petit-Bourg.
Dobelle, industriel, à Amiens.
Dordron et *comp.*, fondeurs de suif, à Paris.
Du Bouchet (Ch. Aug.), médecin-dentiste, à Paris.
Dumont, constructeur-mécanicien, à Paris.
Fil (François), négociant, à Carcassonne.
Gatine (Louis), fabricant de produits chimiques, à Paris.
Grouchy (le vicomte *de*), à Paris.
Hamelin, manufacturier, aux Andelys.
Henriet, de la maison Lemaire et comp., à Paris.
Henry (Gustave), capitaine d'artillerie en retraite, inspecteur des travaux de voirie, à Reims.
Heurteau (Émile), ingénieur des mines, à Paris.
Joulie, fabricant de produits chimiques, à Paris.
Kulhmann fils (Frédéric), chimiste-manufacturier, à Lille.
Lagrange, directeur de la raffinerie de Guillon.
Laguerenne, propriétaire, à Mont-Saint-Angel (Allier).
Lefebvre-Desurmont (Paul), gérant de la maison Théodore Lebfebvre et comp., à Lille.
Mignon et *Rouart*, constructeurs-mécaniciens, à Paris.
Mignot (Léon), chimiste, à Paris.
Roussel, docteur-médecin, à Paris.
Savalle fils, constructeur d'appareils de distillation, à Paris.
Suc, Chauvin et *comp.*, constructeurs-mécaniciens, à Paris.
Venot, conseiller de préfecture, à Laval (Mayenne).
Violet (Adolphe), directeur des mines de Belvoye (Jura).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LA SOIXANTE ET TREIZIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

(Troisième série — tome I.)

A.

B.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LA SOIXANTE ET TREIZIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

(*Troisième série — tome I.*)

A.

Ador (*Durup*). Appareils pour brûler le gaz après sa carburation, **317**.
Alcan. Traité sur le travail des laines peignées, de l'alpaga, etc., **159**.
— Rapport adressé à M. le Ministre de l'agriculture et du commerce sur les délibérations du Congrès international réuni à Bruxelles pour l'unification du titrage des fils, **650**.
Alleizette (*Ch. d'*). Emploi des huiles lourdes contre le phylloxera, **676**.
Alphand. Ouvrage sur les promenades de Paris, **302** (dessins sur bois).
Ardisson (*Annibal*). Études sur l'aérostation, **159**.
Arlincourt (*d'*). Télégraphe autographique, **382** (dessins sur bois).
Ashton et *Storey*. Indicateur continu ou compteur enregistrant la mesure de la puissance développée par une machine à vapeur pendant une période quelconque, **348** (pl. **12**).
Assier-Retif. Appareil de sauvetage pour les incendiés, **678**.
Aubert. Ventilation d'appartements, **426**, **471**.
Austin (*W.*). Projet de tunnel sous la Manche pour relier la France et l'Angleterre, **263**.

B.

Bageau (*H.*). Peinture hydrofuge, **157**.
Balard. De l'action de l'eau sur le plomb, **461**.
— Communication sur les expériences faites dans le Midi par une commission relativement aux différents remèdes proposés contre le phylloxera, **671**.
— Réponse à la réclamation adressée par M. *Sacc*, au sujet du rapport fait sur la fabrication du lait condensé de la Compagnie anglo-suisse de Cham ; définition du rôle de la Société d'encouragement, **672**.
— et *Merle*. Industrie des eaux-mères à la Camargue, **399**.
Balguerie. Note sur les réactions du coulisseau sur la coulisse de distribution et sur le retour brusque du levier de changement de marche dans le cas du renversement de la distribution dans les locomotives, **73** (pl. **3**).
Barling (*Thomas*). Procédé de conservation des aliments à l'état frais, **426**.
Barral (*J. A.*). Discours prononcés sur les tombes de MM. *Darblay* aîné et *Amédée Durand*, vice-présidents de la Société d'encouragement, **51**, **54**.
Bastie (*Alfred de la*). Mémoire sur les irrigations, **157**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Baux (*Ch.*). Machine pour le lavage des minerais, déchets, etc., 530.
Baye. Appareil de lavage mécanique, 605 (pl. 19).
Beauchamp. Mémoire sur le colmatage, 157.
Beer (*Fréd.*). Remède contre le phylloxera, 664.
Beer (*J.*). Emploi du pétrole pour le chauffage des fourneaux de cuisine, 157.
— Emploi de la térébenthine contre le phylloxera, 671.
Belanger. Professeur à l'École centrale; sa mort, 485.
Bella. Rapport sur le conformateur destiné au ferrage des chevaux et imaginé par M. *Clément*, 321.
— Rapport sur un mémoire de M. *Gibson-Richardson* relatif à l'exportation des orges françaises dans la Grande-Bretagne, 386.
Belley (*Arnold*). Cible pour le tir dans les appartements, 678.
Besset (*J.*). Vulgarisation de la culture à vapeur, 663.
Billeté-Sautoux. Horloge à 75 cadrans, 676.
Boisnard (*Ar.*). Mémoire sur l'endiguement de la baie du mont Saint-Michel, 157.
Bondon. Le Guide du tailleur, 390.
Bouilhet. Observations au sujet de l'emploi du nickel pour les usages domestiques, 428.
Bouille. Moyen de combattre le phylloxera, 318.
Bouley. Sur les mesures administratives à prendre pour combattre l'envahissement du phylloxera, 409.
Bourbaud (*Ed.*). Préparations de cachou, 471, 486.
Boussingault. Sur la nitrification de la terre végétale, 143.
Bouvier. Procédé pour prévenir les incrustations des chaudières à vapeur, 530.
Briet (*Jules*). Mémoire sur les moyens de préserver les ouvriers qui taillent les pierres meulières, 486.
Brisse (baron). Poudres alimentaires pour soupes à l'oignon, 159.
Brunton. Machine à forer dans le calcaire, 262.
Bruny. Régulateur de niveau d'eau des compteurs à gaz, 317.

C.

Cabanis. Divers appareils contre les accidents de chemins de fer, 664.
Callaud (*A.*). Traité sur les paratonnerres, 674.
Callon. Notice biographique sur M. *Le Chatelier*, 360.
Castor. Travaux de fondation des piles du pont-route d'Arles sur le Rhône, 242 (pl. 9); sa mort, 243.
Cauvy. Mémoire concernant les moyens de préserver les vignes de l'invasion du phylloxera, 598.
Cerpeaux (*Jules*). Contrôleur pour voitures, 536.
Chabrier (colonel). Étude sur les nitrières de l'Algérie, 143.
Chaptal. Ses essais de glaçure sans plomb des poteries, 106.
Charbonnières (*P.*). Compteur à eau, 675.
Charlot. Mémoire sur un moyen de combattre le phylloxera, 529.
Charpentier de Cossigny. Notions élémentaires sur les irrigations, 420.
Chartrain. Nouveau régulateur pour la consommation du gaz, 678.
Chatin. Rapport sur le traité d'élevage des abeilles de M. *Tarin*, 62.
— Rapport sur le cours de chimie agricole de M. *Dehérain*, 111.
— Sur une essence forestière encore peu connue, 446.
— Communication sur le système d'élagage des arbres forestiers de M. *A. des Cars*, 487.
Chrétien (*S.*). Procédé pour empêcher les bougies de couler, 537.
Clamond. Pile thermo-électrique, 428.
Claudel (*Gabriel*). Moteur électro-magnétique, 425.
Clément. Conformateur pour le ferrage des chevaux, 321.
Cloëz. Rapport sur une réclamation des fabricants de papier au sujet de l'impôt projeté sur le sel marin employé dans les fabriques de produits chimiques, 3.
— Communication sur la fabrication de superphosphate de chaux par MM. *Maxime Michelet* et *Paul Thibault*, 427.
— Procédé de blanchiment de l'ivoire et de os, 482.
Comberousse (*Ch.*). Notice biographique sur le général *Poncelet*, 464.
Compagnie parisienne d'éclairage. Appareils de décantation et de traitement des eaux ammoniacales, employés à l'usine de Vaugirard, 18 (pl. 1 et 2).
— Appareil pour mesurer la déformation des gros tuyaux de conduites en tôle, 412 (pl. 13, et dessins sur bois).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Constantin. Procédés de vernissage des poteries communes, **105**.
Coret (*A.*). Appareil indiquant la vitesse de la marche des navires, **424**.
Cornu (*Maxime*). Conférence faite à la Société sur le phylloxera, **531**.
Cortet. Tuyaux pour conduite en ciment de Portland, **470**.
Cousté. Procédé d'arrosage des routes par l'emploi de sels déliquescents, **310**.
Crocé-Spinelli et *Sivel*. Ascension aéronautique faite le 22 mars, **430**.

D.

Daguin. Système de tire-lignes, **109** (dessins sur bois).
— Proposition d'une échelle croissante pour le payement des brevets d'invention, **677**.
Dailly. Rapport sur l'appareil imaginé par M. *Dobelle* pour le nettoyage, le triage et l'aplatissement des grains en général, et spécialement de l'avoine, **545** (pl. **18**).
Dampierre (*de*). Rapport sur la proposition de prix faite par M. *Léon Say* à l'Assemblée nationale pour un moyen pratique de déterminer directement l'alcool dans les mélanges, **427**.
Darblay (aîné). Vice-président de la Société. Discours prononcé sur sa tombe, par M. *Barral*, **51**.
Deacon. Procédé de fabrication du chlore, **393**.
Debray. Communication sur la métallurgie de l'iridium, **430**.
Dehérain. Cours de chimie agricole, **111**.
Delareus-Boyer (*P.*). Pressoir conique, **158**.
Delesse. Lithologie du fond des mers, **265**.
— et *de Lapparent*. Revue de géologie (**1870** et **1871**), **481**.
Deleuil. Nouvelle balance de laboratoire, **319**.
Demeule. Échelle de proportion pour le dessin linéaire, **156**.
Denis (*A.*). Appareils à air pour transmission des signaux, **424**.
Des Cars (*A.*). Système d'élagage des arbres forestiers, **487**.
Deschiens. Appareils électriques construits sous la direction de M. *Liais* pour l'observatoire de *Rio de Janeiro*, **423**.
Devinck. Paris depuis un demi-siècle au point de vue commercial et industriel, **119**.
Dietrich (*Ch.*). Compteur hydraulique, **486**.
Dobelle (*A.*). Appareil pour le nettoyage, le triage et l'aplatissement des grains en général, et spécialement de l'avoine, **545** (pl. **18**).
Dordron. Graisse épurée comestible, **486**.
Doré. Moyen de diminuer le danger de la taille des meules, **156**.
Dronier et *Voisin*. Briquet électro-catalytique, **552**, **659** (dessins sur bois).
Dubelle (*Gabriel*). Formule d'une encre noire, **676**.
Duclaux. Conférence faite à la Société sur le phylloxera, **494**.
Ducourneau. Procédé de rectification des ciments, **679**.
Dumas (Président). Mémoire sur les moyens de combattre l'invasion du phylloxera, **402** (dessins sur bois).
— Observations relatives aux différentes maladies de la vigne, **475**.
— Rapport sur le mémoire de M. *Cauvy* concernant les moyens de préserver les vignes de l'invasion du phylloxera, **598**.
Duméry. Rapport sur les améliorations apportées dans l'horlogerie par M. *Thomas*, **433** (pl. **14**).
Du Moncel (comte *Th.*). Théorie et description de la machine magnéto-électrique de *Gramme*, **265** (pl. **10**).
— Rapport sur le télégraphe autographique de M. *d'Arlincourt*, **382** (dessins sur bois).
— Communication sur la pile thermo-électrique de M. *Clamond*, **428**.
— Communication sur les appareils électriques construits par M. *Deschiens* pour l'observatoire de Rio de Janeiro, **423**.
— Rapport sur le briquet électro-catalytique de MM. *Voisin* et *Dronier*, **552**.
Dumont (*Aristide*). Projet du canal d'irrigation du Rhône, **215**.
Dunkel et *J. Laurent*. Album du constructeur de chaudières à vapeur, **326**.
Dupont (*L.*). Frein pour chemins de fer, **530**.
Durand (*Amédée*). Vice-président de la Société. Discours prononcé sur sa tombe par M. *Barral*, **54**.
Durand-Claye (*Alfred*). Conférence faite à la Société sur l'utilisation des eaux d'égout en agriculture, **539**.
Durr (*Auguste*). Système de moulage pour fondre les clichés sur matière, **530**.
Dutot (*F.*). Pendule donnant l'heure sur les principaux points du globe, **537**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

F.

Fairbairn (*William*). Sa biographie, 601.
Faucon (*L.*). Lettre sur la submersion des vignes, 676.
Faure. Façonnage rapide et régulier des assiettes, 481.
Faure et *Kessler*. Appareil pour la concentration de l'acide sulfurique, 335.
Favet (*J.*). Système d'aérage des mines, 678.
Fontaine (*Hippolyte*). Petit moteur à vapeur domestique, 226 (pl. 8).
Fourmy. Ses essais de glaçure sans plomb des poteries, 106.
Freulon. Système de lampe, 480.
Fua. Sur la culture du maïs, 429, 530.

G.

Gaffard. Préparation d'une encre, 486.
Gagnage. Remède contre le phylloxera, 671, 676.
Gaiffe. Système électrique pour allumer les lustres de la salle de l'Assemblée nationale à Versailles, 489.
Galland (*N.*). Maltage pneumatique, 676.
Galton. Cheminée ventilatrice, 40 (dessin sur bois).
Gautier. Moteur électrique, 678.
Gervais (*A.*). Alimentation automatique des chaudières à vapeur, 664.
Gibson-Richardson. Mémoire sur l'exportation des orges françaises dans la Grande-Bretagne, 386.
Girard (*Aimé*). Conférence faite à Lyon sur les procédés modernes des industries chimiques, 184.
Girard (*Ch.*) et *de Laire*. Traité des dérivés de la houille, 427.
Giroud. Appareil signalant les changements de qualité du gaz d'éclairage, 480.
Gissey. Nouveau sécateur, 492.
Glover. Tour pour la concentration de l'acide sulfurique des chambres, 334.
Gontier (*Pierre*). Désinfection permanente des fosses d'aisances, 677.
Gougy (*P. F.*). Appareils pour élever les liquides au moyen de l'air comprimé ou raréfié, 156.
Gournerie (*de la*). Rapport sur le système de tire-lignes de M. *Daguin*, 109 (dessins sur bois).
Gramme. Description de sa machine magnéto-électrique, 265 (pl. 10).
Granjon. Niveau pour les écoles, 528.
Gremailly (fils aîné). Soupe française au gras et à l'oignon en tablettes, 327.
Greneu (*A.*). Nouveau fusil se chargeant par la culasse, 674.
Grison (*Théophile*). Procédés de tissage et de teinture des draps façon de Lisieux, 181.
Grosset (*J. V.*). Calorifère à lames convergentes, 528.
Gruner (*L.*). Discours prononcé sur la tombe de M. *Le Chatelier*, 101.
— Rapport sur l'ouvrage de M. *Delesse* intitulé Lithologie du fond des mers, 265.
— Pouvoir calorifique et classification des houilles, 420.
— Chaleur absorbée aux températures élevées par la fonte, les laitiers, etc., *ib.*
— L'industrie minérale à l'Exposition universelle de Vienne en 1873, 557, 608.
Guignet. Conférence faite à la Société sur les couleurs dérivées de l'aniline, 665.
Guillochon. Moyen d'empêcher les désastres causés par les collisions de navires, 419.

H.

Hardy. Rapport sur les sécateurs de M. *Gissey*, 492.
Hargreaves. Procédé pour la fabrication de la soude, 338.
Hasenclever et *Helbig*. Four pour le grillage des pyrites, 332 (pl. 11).
Haton de la Goupillière. Rapport sur la pompe hydropneumatique de M. *Jarre*, 377 (dessin sur bois).
— Rapport sur l'appareil de lavage mécanique de M. *Baye*, 605 (pl. 19).
Hélouis. Perfectionnements à la passementerie mifine, 676.
Hemptine. Appareil pour concentrer l'acide sulfurique, 335.
Hermann (*Emmanuel*). Invention de la carte postale, 154.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Herpin. Sur l'application du procédé de dosage des métaux par l'électrolyse à l'analyse du cuivre et du nickel, 595 (dessin sur bois).
Heurteau (*Émile*). Sur la réglementation des mines en Australie et sur un projet de réglementation de celles de la Nouvelle-Calédonie, 208.
Heuzé. Communication sur les différentes maladies de la vigne, 473.
Hignette. Trieur-cribleur pour les grains, 471.
Hœcht (*van*). Appareil perfectionné pour extraire, au moyen du sulfure de carbone, la matière grasse des déchets, 402.
Homberg. Rapport sur la soupe française au gras et à l'oignon en tablettes de M. *Gremailly*, 327.
— Rapport sur le Guide du tailleur de M. *Bondon*, 390.
— Rapport sur le biberon à soupape de M. *Robert*, 444.
— et *V. de Luynes*. Rapport sur le lait conservé de la Compagnie anglo-suisse de Cham (Suisse), 217.

J.

Jacquemier. Conducteur-autonome des machines, 673.
Jamin (*J.*). Sur la théorie de l'aimant normal et sur le moyen d'augmenter indéfiniment la force des aimants, 45 (dessins sur bois).
— Sur la conductibilité des tensions magnétiques, 456.
Jarre. Pompe hydropneumatique, 377 (dessin sur bois).
Jean (*Eugène*). Procédé pour améliorer les pierres lithographiques de qualité inférieure, 471.
Johnson et *Mathey*. Appareil pour la concentration de l'acide sulfurique, 336.
Jouret (*A. J.*). Frein pour arrêter les chevaux, 537.
Jublin. Machine à dégrossir le diamant, 663.

K.

Kessler et *Faure*. Appareil pour la concentration de l'acide sulfurique, 335.
Kresser (*Victor*) et *de Meritens*. Extraction de la cellulose de la bagasse des sucreries et application à la préparation de la pâte à papier, 318.
Kuhlmann. Utilisation des résidus de manganèse de la fabrication du chlore pour la métallurgie, 397.
— Régénération du peroxyde de manganèse dans la fabrication du chlore, 398.
Kuhlmann (*Fr.* fils). Sur quelques mines de Norwége et particulièrement sur les mines de pyrites de Wigsnœs, 654.

L.

Laboulaye. Rapport sur l'album du constructeur de chaudières à vapeur de MM. *J. Laurent* et *Dunkel*, 326.
Lacour (*A.*). Nouveau genre de serrure, 528.
Lagrange (*Prosper*). Mémoire relatif à l'action de la baryte et du phosphate d'ammoniaque dans le traitement des jus sucrés, 426.
Laguerenne (*Ed. de*). Horloge commandée par l'électricité, 424.
Laire (*G. de*) et *Ch. Girard*. Traité des dérivés de la houille, 427.
Lamy. Sur la fabrication du phosphate d'ammoniaque destiné à l'épuration des sirops, 159, 223.
— La grande industrie chimique à l'Exposition de Vienne en 1873, 392, 392.
— Communication sur les pyrites employées à la fabrication de l'acide sulfurique, 675.
Langen et *Otto*. Machine à gaz, 167 (pl. 6).
Lapparent (*de*) et *Delesse*. Revue de géologie, 1870 et 1871, 481.
Launay (*Charles*). Appareil avertisseur de la pression et révélateur des fuites de gaz, 480.
Laurency (*Édouard*). Semoirs d'engrais pulvérulents, 157.
Laurent. Préparation à la mécanique de filtres en papier, 427.
Laurent (*J.*) et *Dunkel*. Album du constructeur de chaudières à vapeur, 326.
Lavergne (*de*). Sur les moyens d'arrêter la marche du phylloxera, 317.
Lazeu (*Émile*). Régulateur de bec de gaz, 157.
Le Chatelier. Note sur l'emploi des machines locomotives sur les plans inclinés, 6.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Chatelier. Discours prononcé sur sa tombe par M. *L. Grunex*, 101.
— Sa biographie, par M. *Callon*, 360.
Lecuyer (*Philippe-Joseph*). Mémoire sur les irrigations, 157.
Leduc-Vic. Presses à comprimer les fourrages, 161 (pl. 5).
Liais. Appareils électriques pour l'observatoire de Rio de Janeiro, 423.
Lighfoot. Découverte, en Angleterre, du noir d'aniline, 669.
Lissajous. Communication sur l'ascension aéronautique faite le 22 mars par MM. *Crocé-Spinelli* et *Sivel*, 430.
— Rapport sur le système électrique employé par M. *Gaiffe* pour allumer les lustres de la salle de l'Assemblée nationale, à Versailles, 489.
— Communication sur un appareil électrique avertisseur des incendies et des vols imaginé par M. *Vincent Tanzillo*, 538.
Lobert (*E.*). Nouveau compteur pour les voitures publiques, 471.
Loua. Atlas de l'industrie française, 440.
Luckow (*C.*). Méthode de séparation du cuivre à l'état métallique par le courant galvanique, 583.
Luynes (*V. de*) et *Homberg*. Rapport sur le lait conservé de la Compagnie anglo-suisse de Cham (Suisse), 217.

M.

Maconnière (*Jean*). Perche pour charrue, 159.
— Filtre pour tous liquides, 664.
Magnin (*Célestin*). Usages nouveaux du caoutchouc, 529.
Mandet. Procédé pour rendre les tissus légers inflammables, 318.
Mangon (*Hervé*). Rapport sur les presses à comprimer les fourrages de M. *Leduc-Vic*, 161 (pl. 5).
— Communication sur le livre de M. *Marey* intitulé la Machine animale, 420.
— Communication sur l'appareil trieur-cribleur pour les grains de M. *Hignette*, 471.
— Observations relatives aux maladies de la vigne, 474.
— Paroles prononcées en séance au sujet de la mort de M. *Bélanger*, professeur de l'École centrale, 485.
Mangon (*Hervé*). Communication sur une machine trieuse pour les déchets de fer de M. *Charles Vavin*, 487.
Manzoni (*G. A. de*). Exploitation et traitement du cinabre de Valtala (Italie), 150.
Marey (*E.*). La Machine animale, 420.
Marmet. Moyen de détruire le phylloxera, 676.
Marot (*L.*). Procédé de défécation et d'épuration des jus sucrés, 679.
Martin du Mans. Nouveau profil pour rail de chemins de fer, 675.
Martin (*Ve*). Perfectionnements dans l'industrie des velours et peluches, 676.
Mathey et *Johnson*. Appareil pour la concentration de l'acide sulfurique, 336.
Mattheus. Fabrication des eaux gazeuses à New-York, 401.
Mayoux. Nouveau genre de pierres lithographiques, 671.
Menay. Machine à vapeur rotative, 159.
Menneret (*Sosthène*). Système de tire-bouchon, 664.
Meritens (*de*) et *Victor Kresser*. Extraction de la cellulose de la bagasse des sucreries et application à la préparation de la pâte à papier, 318.
Merle et *Balard*. Industrie des eaux-mères à la Camargue, 399.
Meugy et *Nivoit*. Statistique agronomique de l'arrondissement de Vouziers (Ardennes), 676.
Michel (*Francisque*). Contrôleur automatique des paratonnerres, 537.
Michelet (*Maxime*) et *Paul Thibault*. Fabrication de superphosphate de chaux, 427.
Mignon et *Rouart*. Mémoire sur l'emploi de la pression de l'air dans les tubes pour la transmission des dépêches, 663.
Mignot. Système d'enduit, 538.
Millot. Construction de machines à vapeur locomobiles, 664.
Moll. Sur l'industrie des vins en Hongrie, 482.
Molon (*de*). Sur les phosphates de chaux du Calvados et sur les recherches faites dans cette région, 452 (pl. 15).
Monbro. Sur l'organisation du service des incendies à Londres, et sur l'introduction des pompes à vapeur dans le service de la ville de Paris, 199.
Mond. Procédé de régénération du soufre des marcs de soude et de potasse, 341.
Monestier. Prescriptions sur l'emploi du sulfure de carbone pour combattre le phylloxera, 671.
Montmagnon. Sur la valeur du nitre contenu dans les plâtras et matériaux de démolition, 664.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Morgant. Système de chemin de fer marchant sans chevaux et sans vapeur, **663**.
Morin (*Ernest*). Planétaire pour l'enseignement de la cosmographie, **160**.
Morin (général). Rapport sur la cheminée ventilatrice du capitaine *Galton*, **40**.
Müntz (*A.*). Sur la composition et l'analyse du lait conservé de la Compagnie anglo-suisse de Cham (Suisse), **220**.
Muterse. Indication d'une source nouvelle de combustible, **419**.

N.

Nivoit et *Meugy*. Statistique agronomique de l'arrondissement de Vouziers (Ardennes), **676**.

O.

Otto et *Langen*. Machine à gaz, **167** (pl. 6).

P.

Page et *comp*. Lait conservé, **217**.
Pasteur (*L.*). Étude sur la bière ; nouveau procédé de fabrication pour la rendre inaltérable, **64** (dessin sur bois).
Patry. Voitures en osier, **675**.
Payard. De la coloration du cristal par l'or, **55**.
Pedrazetti (*A.*). Appareil pour bains de fumigations, **664**.
Peligot (*Eugène*). Sur les alliages employés pour la fabrication des minerais d'or, **229**.
— Sur la cristallisation du verre, **342** (dessin sur bois).
— Remarques au sujet de l'emploi du nickel pour usages domestiques, **428**.
Pellerin (*A.*). Nouveau métier à tisser les velours, **530**.
Perrault (*A.*). Renseignements sur les argiles réfractaires de Sées (Orne), **530**.
Peret (*A.*). Procédé pour détruire le phylloxera, **529**.
Perret. Four à étages multiples pour le grillage des pyrites, **331**.
Petitlaurent. Faucheuse et moissonneuse, **419**.
Picot (*J. B. C.*). Procédé pour la taille de la vigne, **318**.
Poncelet (général). Sa biographie, par M. *Charles Comberousse*, **464**.
Pourché. Chaudière pour produire dans les vignes des vapeurs capables de détruire les insectes nuisibles, **319**.
Priestley. Membre du comité des arts économiques; sa mort, **316**.
Pruneau. Imitation du marbre au moyen de plaques de verre peintes par-dessous, **317**.

R.

Rabache (*Ch.*). Moyen d'empêcher les collisions des navires, **317**.
Rasquin. Ascenseur de sauvetage pour les incendies, **678**.
Raynaud (*Léon*). Système d'enduit, **678**.
Regnier (*P.*). Nouvelle pompe d'arrosage, **678**.
Reverchon-Chamussy. Petit traité de musique, **528**.
Richard (*Ch. A.*). Système de chauffage des voitures, **679**.
Robert. Biberon à soupape, **444**.
Rondot (*Natalis*). Rapport sur le commerce, l'industrie et le prix des matières textiles, des fils et des tissus dans l'année **1871**, **85**.
Ronna (*A.*). Assainissement des villes et des cours d'eau, **420**.
— De la culture à vapeur améliorante, **677**.
Roswag (*É.*). Sur la production et la consommation générales des métaux précieux pendant la période de **1857-1871**, **248**, **295**.
Rouart et *Mignon*. Mémoire sur l'emploi de la pression de l'air dans les tubes pour la transmission des dépêches, **663**.
Rougé (*Henri*). Appareil pour empêcher le lait de verser pendant son ébullition, **530**.
Roy (*G.*). Rapport sur l'atlas de l'industrie française de M. *Loua*, **440**.
Ruset du Mesnil. Frein automoteur, **675**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

S

Sacc. Procédé rapide et économique pour préparer l'acide carminique, **318**.
— Sur le rôle du sel en agriculture, **420**.
— Observations au sujet de la fabrique anglo-suisse de lait condensé, **672**.
— Mémoire sur le phosphate de chaux considéré comme mordant, **676**.
Saix (*Calixte*). Fabrication artificielle du diamant, **486**.
Salvetat. Rapport sur les procédés de vernissage des poteries communes de M. *Constantin*, **105**.
— Sur la perméabilité de la porcelaine, **117**.
— Rapport sur les procédés de tissage et de teinture des draps façon de Lisieux de M. *Théophile Grison*, **181**.
— Communication sur le procédé de façonnage des assiettes de M. *Faure*, **481**.
— Communication sur le système d'enduit de M. *Mignot*.
Say (*Léon*). Proposition d'un prix faite à l'Assemblée nationale pour un moyen pratique de déterminer directement la présence de l'alcool dans les mélanges, **427**.
Séguin. Mode de gazonnement dans les terrains en pente, **318**.
Siblas (*de*). Nouveau modèle d'étui pour le transport des instruments de musique, **678**.
Siemens. Conférence faite à Bradford sur le combustible, **22**.
Simonnars. Cône sonore pour signaler les récifs en mer, **678**.
Sivel et *Crocé-Spinelli*. Ascension aéronautique faite le 22 mars, **430**.
Solvay (*Ernest*). Procédé pour la fabrication du carbonate de soude, **340**.
Steinbeck. Méthode de dosage du cuivre par le cyanure de potassium, **583**.
Stephenson (*George*). Sa réponse à quelqu'un lui demandant la raison du mouvement de sa locomotive, **28**.
Storey et *Ashton*. Indicateur continu ou compteur enregistrant la mesure de la puissance développée par une machine à vapeur pendant une période quelconque, **348** (pl. **12**).

T.

Tanzillo (*Vincent*). Appareil électrique avertisseur des incendies et des vols, **538**.
Tarin. Traité de l'élevage des abeilles, **62**.
Thénard (baron *Paul*). Observations sur les moyens à tenter pour détruire le phylloxera, **410**.
— Sur les mesures prises par M. le Préfet de Saône-et-Loire à l'approche du phylloxera, **662**.
Thibault (*Paul*) et *Maxime Michelet*. Fabrication de superphosphate de chaux, **427**.
Thomas (*Y. M.*). Améliorations apportées dans l'horlogerie, **433** (pl. **14**).
Thomas. Nouveau kaléidoscope, **679**.
Thomé de Gamon. Projet de tunnel sous la Manche pour relier la France et l'Angleterre, **259**.
Tisserand. Des progrès de l'agriculture aux États-Unis pendant les dix dernières années, **277**.
Tissot. Système de combustion en vase clos, **676**.
Toselli. Système de grappin, **425**.
Tresca. Procès-verbal des expériences faites sur la machine à gaz de MM. *Otto* et *Langen*, **169**.
— Mémoire sur le rabotage des métaux (suite et fin), **503** (pl. **16**, **17**, et dessins sur bois).

V.

Vauthier (*L. L.*). Carte figurant la répartition de la population de Paris, **647** (pl. **20**).
Vavin (*Charles*). Machine trieuse pour les déchets de fer, **487**.
Verniol. Frein pour chemins de fer, **419**.
Viale (*J.*). Machine à coudre mue par des ressorts, **676**.
Virvoulet (*M.*). Inventions relatives au service des ambulances, **678**.
Voisin (*A.*). Procédé simple pour mettre au point les glaces servant à la photographie, **529**.
— et *Dronier*. Briquet électro-catalytique, **552**, **659** (dessins sur bois).
Vuaillet. Enseignement fondé en vue de préparer aux écoles d'arts et métiers, **319**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

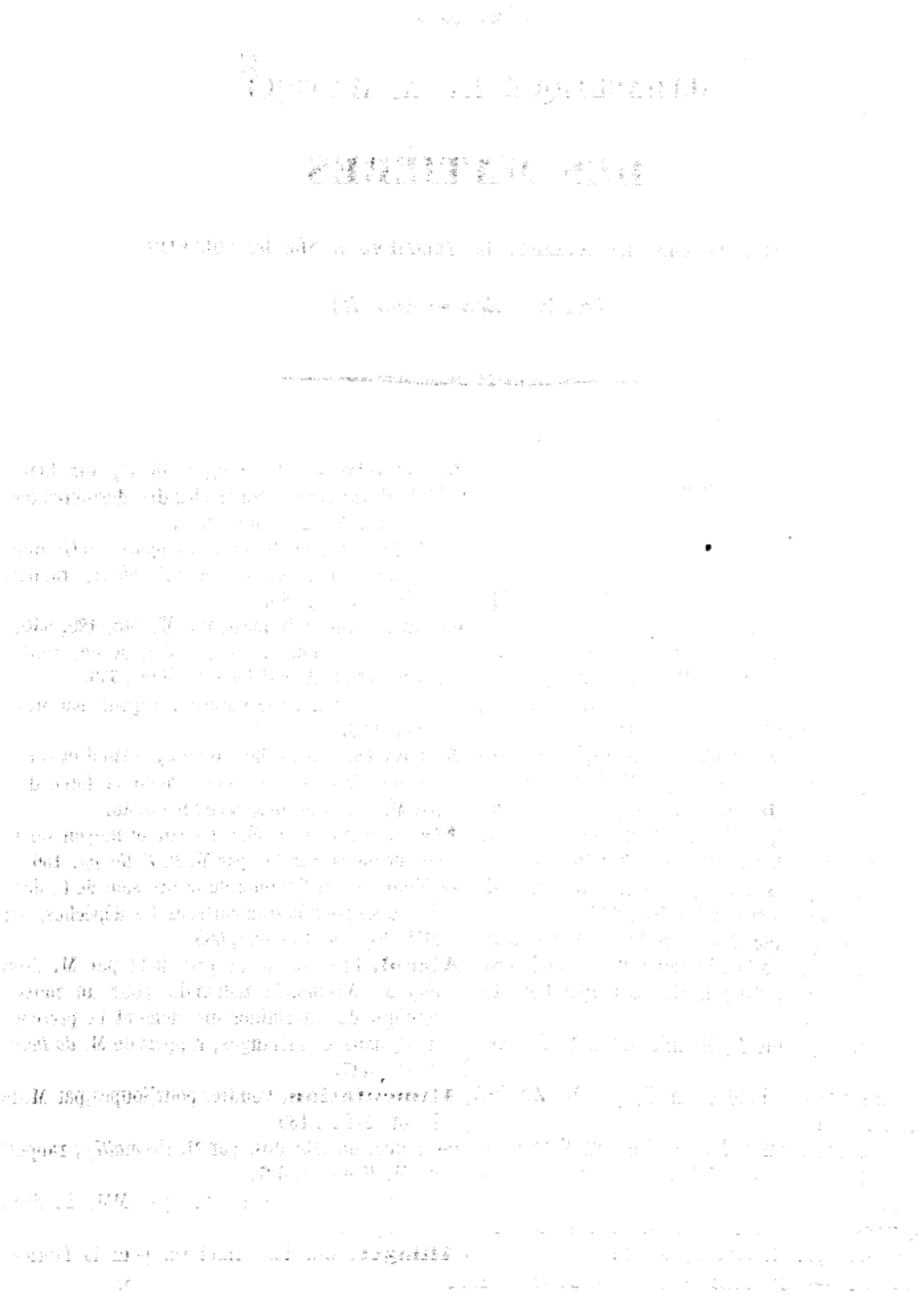
W.

Weldon. Procédé de régénération du manganèse dans la fabrication du chlore, 392.
Wirth. Renseignements sur les brevets d'invention en Allemagne, 679.
Wolff. Clavier transpositeur pour pianos, 140 (pl. 4 et dessin sur bois).

Z.

Zacharie. Préparation d'un bronze nouveau, 672.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE

ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA SOIXANTE ET TREIZIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

(*Troisième série — tome I.*)

A.

Abeilles. De l'élevage des, par M. *Tarin;* rapport de M. *Chatin*, 62.

Abordages. Moyen d'empêcher les, des navires en pleine mer, par M. *Ch. Rabache*, 317.

— Moyen d'empêcher les désastres causés par les, de navires, par M. *Guillochon*, 419.

Acide carminique. Procédé rapide et économique pour préparer l', par M. *Sacc*, 318.

Acide sulfurique. Sur les procédés de fabrication de l', à l'Exposition universelle de Vienne en 1873, par M. *Lamy*, 331 (pl. 11).

— Sur les pyrites employées à la fabrication de l'; communication par *le même*, 675.

Acier. Préparation d'alliages de fer et de manganèse destinés à la fabrication de l', par le procédé *Bessemer;* 240; mode de préparation des alliages, 241.

Aérage. Système d', des mines, par M. *J. Favet*, 678.

Aérostation. Études sur l', par M. *Annibal Ardisson*, 159.

— Communication de M. *Lissajous* sur l'ascension faite le 22 mars par MM. *Crocé-Spinelli* et *Sivel*, 430.

Agriculture. Sur la nitrification de la terre végétale, par M. *Boussingault*, 143.

Agriculture. Des progrès de l', aux États-Unis d'Amérique pendant les dix dernières années, par M. *Tisserand*, 277.

— De l'exportation des orges françaises en Grande-Bretagne, par M. *Gibson-Richardson;* rapport de M. *F. Bella*, 386.

— Sur la culture du maïs, par M. *Fua*, 429, 530.

— De l'utilisation des eaux d'égout en, conférence par M. *Alfred Durand-Claye*, 539.

— Vulgarisation de la culture à vapeur, par M. *J. Besset*, 663.

Aimants. Sur la théorie de l', normal et sur le moyen d'augmenter indéfiniment la force des, par M. *J. Jamin* (dessin sur bois), 45.

Air. Appareils pour élever l'eau au moyen de l', comprimé ou raréfié, par M. *P. F. Gougy*, 156.

— Mémoire sur l'emploi de la pression de l', dans des tubes pour la transmission des dépêches, par MM. *Mignon* et *Rouart*, 663.

Alcool. Proposition de prix faite par M. *Léon Say* à l'Assemblée nationale pour un moyen pratique de déterminer directement la présence de l', dans les mélanges; rapport de M. *de Dampierre*, 427.

Alimentation. Poudres pour soupes, par M. le baron *Brisse*, 159.

— Soupes en tablettes, par M. *Gremailly;* rapport de M. *Homberg*, 327.

— Graisse épurée comestible, par MM. *Dordron* et *comp.*, 486.

Alliages. Sur les, employés pour la fabrica-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion des monnaies d'or, par M. *Eug. Peligot*, 229.
Alliages. Préparation d', de fer et de manganèse destinés à la fabrication de l'acier par le procédé *Bessemer*, 240.
— Sur l'application du procédé de dosage des métaux par l'électrolyse à l'analyse des, de cuivre et de nickel, par M. *Herpin*, 595 (dessin sur bois).
Ambulances. Inventions relatives au service des, par M. *Virvoulet*, 678.
Ammoniaque. Sur la fabrication du phosphate d', destiné à l'épuration des jus sucrés, par M. *Lamy*, 159, 223.
Aniline. Conférence faite à la Société sur les couleurs dérivées de l', par M. *Guignet*, 665.
Appareil pour la transmission des signaux au moyen de l'air, par M. *A. Denis*, 424.
— Pour indiquer la vitesse de marche des navires, par M. *A. Corat*, *ib.*
— électrique avertisseur des incendies et des vols, par M. *Vincent Tanzillo;* communication de M. *Lissajous*, 538.
— Pour le nettoyage, le triage et l'aplatissement des grains en général et spécialement de l'avoine, par M. *A. Dobelle;* rapport de M. *Dailly*, 545 (pl. 18).
Arbres. Chariots pour le transport des, destinés aux plantations des promenades de Paris, par M. *Alphand*, 311 (dessins sur bois).
— Système d'élagage des, forestiers, par M. *A. des Cars;* communication de M. *Chatin*, 487.
Argent. Sur la production et la consommation générales de l'or et de l', pendant la période 1857-1871, par M. *Ed. Rouyer*, 248, 295.
— Sur la mine d', natif de Kousberg (Norwége), par M. *F. Kuhlmann* fils, 659.
Armes à feu. Nouveau fusil se chargeant par la culasse, par M. *A. Greneu*, 674.
— Cible pour le tir dans les appartements, par M. *Arnold Bellay*, 678.
Arrosage. Tuyaux, robinets et appareils de distribution et d', du service des eaux au bois de Boulogne, par M. *Alphand*, 305 (dessins sur bois).
— Essais d', des routes avec des sels déliquescents, par M. *Coustè*, 310.
Arts insalubres. Appareils de décantation et de traitement des eaux ammoniacales, employés à l'usine de Vaugirard, appartenant à la compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz, 18 (pl. 1 et 2).
— Moyen de diminuer les dangers de la taille des meules, par M. *Doré*, 156.
Arts insalubres. Mémoire sur les moyens de préserver les ouvriers qui taillent les pierres meulières, par M. *Jules Briet*, 486.
Autographie. De l', appliquée à la reproduction des dessins de machines, 197 (pl. 7).
Avoine. Appareil pour le nettoyage, le triage et l'aplatissement de l', par M. *A. Dobelle;* rapport de M. *Dailly*, 545 (pl. 18).

B.

Bains. Appareil pour, de fumigation, par M. *A. Pedrazetti*, 664.
Balance. Nouveau modèle de, pour laboratoires, par M. *Deleuil*, 319.
Ballons. Études sur la direction des, par M. *Annibal Ardisson*, 159.
— Communication de M. *Lissajous* sur l'ascension faite le 22 mars par MM. *Crocé-Spinelli* et *Sivel*, 430.
Baryte. Mémoire relatif à l'action de la, et du phosphate d'ammoniaque dans le traitement des raffineries, par M. *Prosper Lagrange*, 426.
Bétail. De la production du, aux États-Unis, par M. *Tisserand*, 291.
Betteraves. Développement de la fabrication du sucre de, en Allemagne et en Autriche, 153.
Biberon. Système de, à soupape, par M. *Robert;* rapport de M. *Homberg*, 444.
Bibliographie. Traité théorique et pratique sur les abeilles, par M. *Tarin;* rapport de M. *Chatin*, 62.
— Cours de chimie agricole, par M. *Dehérain;* rapport de M. *Chatin*, 111.
— Statistique de la France (t. XXI, 2e série), 158.
— Ouvrage sur le travail des laines peignées, de l'alpaga, etc., par M. *Alcan*, 159.
— Lithologie du fond des mers, par M. *Delesse;* rapport de M. *Gruner*, 265.
— Les promenades de Paris, par M. *Alphand*, 302 (dessins sur bois).
— Bulletin de la réunion des officiers, 320.
— Album du constructeur de chaudières à vapeur, par MM. *J. Laurent* et *Dunkel;* rapport de M. *Laboulaye*, 326.
— Le Guide du tailleur, par M. *Bondon;* rapport de M. *Homberg*, 390.
— Sur le rôle du sel en agriculture, par M. *Sacc*, 420.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bibliographie. Pouvoir calorique et classification des houilles, par M. *Gruner*, *ib.*
— Chaleur absorbée aux températures élevées par la fonte, les laitiers et les aciers, par *le même*, *ib.*
— Notions élémentaires sur les irrigations, par M. *Charpentier de Cossigny*, *ib.*
— Assainissement des villes et des cours d'eau, par M. *A. Ronna*, *ib.*
— La machine animale, etc., par M. *E. J. Marey*, communication de M. *Mangon*, *ib.*
— Traité des dérivés de la houille, par MM. *Charles Girard* et *G. de Laire*, 427.
— Revue de géologie (1870 et 1871), par MM. *Delesse* et *de Lapparent*, 481.
— Petit Traité de musique, par M. *Reverchon-Chamussy*, 528.
— Traité sur les paratonnerres, par M. *A. Callaud*, 674.
— Statistique agronomique de l'arrondissement de Vouziers (Ardennes), par MM. *Meugy* et *Nivoit*, 676.
— De la culture à vapeur améliorante, par M. *Ronna*, 677.
Bière. Étude sur la; nouveau procédé de fabrication pour la rendre inaltérable, par M. *L. Pasteur* (dessin sur bois), 64.
Biographie. Notice sur M. *Le Chatelier* par M. *Callon*, 360.
— Notice sur le général *Poncelet*, par M. *Ch. de Comberousse*, 464.
— Notice sur sir *William Fairbairn*, 601.
Blanchiment. Procédé de, de l'ivoire et des os, par M. *Cloëz*, 482.
Bougies. Procédé pour empêcher les, de couler, par M. *J. Chrétien*, 537.
Brevets. Proposition d'une échelle croissante pour le payement des, d'invention, par M. *Eugène Daguin*, 677.
— Renseignements sur les, d'invention en Allemagne, par MM. *Wirth*, 679.
Briquet. Système de, électro-catalytique de MM. *Voisin* et *Dronier*, rapport de M. *du Moncel*, 552; description, 659 (dessins sur bois); instruction, 661.
Bronze. Préparation d'un, nouveau, par M. *Zacharie*, 672.

C.

Cachou. Préparations de, par M. *Ed. Bourlaud*, 471, 486.
Canal. Sur le, d'irrigation du Rhône, 215.
Caoutchouc. Usages nouveaux du, par M. *Célestin Magnin*, 529.
Carbone. Appareil perfectionné pour l'extraction, au moyen du sulfure de, des matières grasses des déchets, par M. *Van Hœcht*, 402.
Carte postale. Sur la, en différents pays, 154.
Cellulose. De l'extraction de la, de la bagasse des sucreries et de son emploi dans la pâte à papier, par MM. *de Meritens* et *Victor Kresser*, 318.
Céramique. Procédés de vernissage des poteries communes, par M. *Constantin*; rapport de M. *Salvetat*, 103.
— Sur la perméabilité de la porcelaine, par M. *Salvetat*, 117.
— Façonnage rapide et régulier des assiettes, par M. *Faure*; communication de M. *Salvetat*, 481.
— Renseignements sur les argiles réfractaires de Sées (Orne), par M. *A. Perrault*, 530.
Céréales. De la production des, aux États-Unis, par M. *Tisserand*, 286.
Chaleur. En quoi consiste la, solaire, par M. *Siemens*, 38.
Charrue. Perche pour, par M. *Jean Mazenzière*, 159.
Chaudières à vapeur. Album du constructeur de, par MM. *J. Laurent* et *Dunkel*; rapport de M. *Laboulaye*, 326.
— Procédé pour empêcher les incrustations des, par M. *Bouvier*, 530.
— Alimentation automatique des, par M. *Alger-vais*, 664.
Chauffage. Emploi du pétrole pour le, des fourneaux de cuisine, par M. *J. Beer*, 157.
— Calorifère à lames convergentes, par M. *J. Grosset*, 528.
— Système de, des voitures, par M. *Ch. Michard*, 679.
Chaux. Fabrication de superphosphate de, par MM. *Maxime Michelet* et *Paul Thibault*; communication de M. *Cloëz*, 427.
— Note sur les phosphates de, du Calvados et sur les recherches faites dans cette région, par M. *de Molon*, 452 (pl. 15).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chaux. Mémoire sur le phosphate de, considéré comme mordant, par M. *Sacc*, 676.
Chemins de fer. Note sur l'emploi des machines locomotives sur les plans inclinés, par M. *Le Chatelier*, 6.
— Sur le projet de, sous-marin entre la France et l'Angleterre, 259.
— Frein pour, par M. *Verniol*, 419.
— Autre système de frein, par M. *L. Dupont*, 530.
— Système de, marchant sans chevaux et sans vapeur, par M. *Morgant*, 663.
— Divers appareils contre les accidents de, par M. *Cabanis*, 664.
— Nouveau profil pour rail de, par M. *Martin du Mans*, 675.
— Frein automoteur pour, par M. *Ruset du Mesnil*, 675.
Chevaux. Conformateur pour le ferrage des, par M. *Clément*; rapport de M. *Bella*, 321.
— Frein pour arrêter les, par M. *A. J. Jouret*, 537.
Chlore. Sur l'industrie du, à l'Exposition universelle de Vienne, par M. *Lamy*, 392.
Chlorure de calcium. Sur les essais d'emploi du, comme sel déliquescent; pour entretenir l'humidité des routes, procédé de M. *Coustè*, 310.
Cible. Système de, pour appartements, par M. *Arnold Bellay*, 678.
Ciment. Tuyaux en, de Portland pour conduites d'eau, par MM. *Cortet* et *comp.*, 470.
— Procédé de rectification des, par M. *Ducourneau*, 679.
Cinabre. Sur le gisement de, de Valtala (Italie) et sur l'usine de traitement des minerais, 150.
Cobalt. Dosage du, et du nickel par voie d'électrolyse, 591.
Cochenille. Procédé rapide et économique du traitement de la, pour obtenir l'acide carminique, par M. *Sacc*, 318.
Collisions. Moyen d'empêcher les, de navires en pleine mer, par M. *Ch. Rabache*, 319.
— Moyen d'empêcher les désastres causés par les, de navires, par M. *Guillochon*, 419.
Colmatage. Mémoire sur le, par M. *Beauchamp*, 157.
Combustibles. Le, conférence faite, à Bradford, par M. *Siemens*, 22; qu'est-ce que le, 23; quelle est la source du, 27; comment doit-on utiliser le, 30; la question houillère actuelle, 37; en quoi consiste la chaleur solaire, 38; cheminée ventilatrice du capitaine *Gallon* (dessin sur bois), 40.
Combustibles. Indication d'une source nouvelle de, par M. *Muterse*, 419.
— Sur les, minéraux à l'Exposition universelle de Vienne en 1873, par M. *Gruner*, 557.
Commerce. Rapport sur le, l'industrie et le prix des matières textiles, des fils et des tissus dans l'année 1871, par M. *Natalis Rondot*, 85.
— Paris depuis un demi-siècle au point de vue de son, et de son industrie, par M. *Devinck*, 119.
Compteurs. Régulateur de niveau d'eau des, à gaz, par M. *Bruny*, 317.
— Système de, enregistrant la mesure de la puissance développée par une machine à vapeur pendant une période quelconque, par MM. *Ashton* et *Storey*, 348 (pl. 12).
— Construction d'un nouveau, pour les voitures publiques, par M. *E. Lobert*, 471.
— Système de, hydraulique par M. *Ch. Dietrich*, 486.
— Contrôleur pour voitures, par M. *Jules Cerpeaux*, 536.
— Système de, à eau, par M. *P. Charbonnières*, 675.
Conférence faite, à Bradford, sur le combustible, par M. *Siemens*, 22.
— faite, à Lyon, sur les procédés modernes des industries chimiques, par M. *Aimé Girard*, 184.
Conseil d'administration. Composition du, pour 1874, 57.
Conservation. Procédé de, des aliments à l'état frais, par M. *Thomas Barling*, 426.
Conserves alimentaires. Poudres pour soupes à l'oignon, par M. le baron *Brisse*, 159.
— Rapport sur le lait conservé de la Compagnie anglo-suisse *Page* et *comp.* de Cham (Suisse), par MM. *de Luynes* et *Homberg*, 217; sur la composition et l'analyse de ce lait, par M. *A. Muntz*, 220.
— Soupe française au gras et à l'oignon en tablettes, par M. *Gremailly*; rapport de M. *Homberg*, 327.
Correspondance. Sur la carte postale en différents pays, 154.
Cosmographie. Planétaire pour l'enseignement de la, par M. *Ernest Morin*, 160.
Coton. De la production du, aux États-Unis, par M. *Tisserand*, 289.
Couleurs. Conférence faite à la Société sur les, d'aniline, par M. *Guignet*, 665.
Couture. Machine pour la, mue par des ressorts, par M. *J. Viale*, 676.
Cristal. De la coloration du, par l'or, par M. *Payard*, 55.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cuivre. Procédé de dosage, par l'électrolyse, du, contenu dans les matières riches de compositions diverses et dans les scories, 584 (dessins sur bois).

D.

Décantation. Appareils de, et de traitement des eaux ammoniacales, employés à l'usine de Vaugirard appartenant à la Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage (pl. 1 et 2), 18.
Déchets. Machine trieuse pour les, de fer, par M. *Charles Vavin;* communication de M. *Mangon*, 487.
Désinfection. Système de, permanente des fosses d'aisances, par M. *Pierre Gontier*, 677.
Dépêches. Mémoire sur l'emploi de la pression de l'air dans des tubes pour la transmission des, par MM. *Mignon* et *Rouart*, 663.
Dessin. Système de tire-lignes pour le, graphique, par M. *Daguin;* rapport de M. *de la Gournerie* (dessins sur bois), 109.
— Échelle de proportion pour le, linéaire, par M. *G. Demeule*, 156.
— De l'autographie appliquée à la reproduction du, des machines, 197 (pl. 7).
Diamant. Fabrication artificielle du, par M. *Calixte Saix*, 486.
— Machine à dégrossir le, par M. *Jublin*, 663.
Digues. Mémoire sur l'établissement des, par M. *Beauchamp*, 157.
— Mémoire sur l'établissement de, à la baie du mont Saint-Michel, par M. *Ar. Boisnard*, *ib.*
Discours. Prononcés par M. *Barral* sur les tombes de MM. *Darblay* aîné et *Amédée Durand*, vice-présidents de la Société d'encouragement, 51, 54.
— Prononcé par M. *L. Gruner* sur la tombe de M. *Le Chatelier*, 101.

E.

Eaux. Tuyaux, robinets et appareils de distribution et d'arrosage du service des, au bois de Boulogne, par M. *Alphand*, 305 (dessins sur bois).
Eaux. Appareils de décantation et de traitement des, ammoniacales, employés à l'usine de Vaugirard appartenant à la Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz (pl. 1 et 2), 18.
— De l'action des, sur le plomb, par M. *Balard*, 461.
— Conférence sur l'emploi des, d'égout en agriculture, par M. *Alfred Durand-Claye*, 539.
Eaux gazeuses. Fabrication des, à New-York, par M. *J. Mattheus*, 401.
Eaux-mères. Industrie des, à la Camargue, par MM. *Balard* et *Merle*, 399.
Éclairage. Système de lampe, par M. *Freulon*, 480.
— Système d'appareils, employé pour allumer les lustres de la salle de l'Assemblée nationale à Versailles, par M. *Gaiffe;* rapport de M. *Lissajous*, 489.
— Procédé pour empêcher les bougies de couler, par M. *J. Chrétien*, 537.
Électricité. Appareils pour l'observatoire de Rio-Janeiro construits par M. *Deschiens;* communication de M. *du Moncel*, 423.
— Horloge commandée par l', par M. *Ed. de Laguerenne*, 424.
— Pile thermo-électrique par M. *Clamond*, 428.
— Système d'allumage par l', des lustres à gaz de la salle de l'Assemblée nationale à Versailles, par M. *Gaiffe;* rapport de M. *Lissajous*, 489.
— Briquet électro-catalytique de MM. *Voisin* et *Dronier;* rapport de M. *du Moncel*, 552; description, 659 (dessins sur bois); instruction, 661.
— Moteur animé par l', par M. *Gautier*, 678.
Électro-chimie. Notice sur le dosage du cuivre et de quelques autres métaux, par l'électrolyse, 582; dosage du cuivre contenu dans les matières riches de compositions diverses et dans les scories, 584 (dessins sur bois); dosage du nickel et du cobalt, 591; application de ce procédé de dosage, par M. *Herpin*, 595 (dessin sur bois).
Électro-magnétisme. Théorie et description de la machine *Gramme*, par M. *du Moncel*, 265 (pl. 10).
— Moteur fondé sur l', par M. *Gabriel Claudel*, 425.
— Sur la conductibilité des tensions magnétiques, par M. *Jamin*, 456.
Encre. Préparation d'une, par M. *Gaffard*, 486.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Encre. Formule d'une, noire, par M. *Gabriel-Dubell*, 676.
Enduit. Système d', hydrofuge, par M. *H. Bageau*, 157.
— Système d', par M. *Mignot;* communication de M. *Salvetat*, 538.
— Autre système d', par M. *Léon Raynaud*, 678.
Enfants. Biberon à soupape pour l'alimentation des, par M. *Robert;* rapport de M. *Homberg*, 444.
Engrais. Semoirs d', pulvérulents, par M. *Édouard Laurency*, 157.
Enseignement. Sur l', fondé en vue des écoles d'arts et métiers, par M. *Vuaillet*, 319.
— Album du constructeur de chaudières à vapeur, par MM. *J. Laurent* et *Dunkel;* rapport de M. *Laboulaye*, 326.
Expériences. Procès-verbal des, faites sur la machine à gaz de MM. *Otto* et *Langen*, par M. *Tresca*, 169.
— Tableaux des, faites avec la machine magnéto-électrique de *Gramme*, par M. *du Moncel*, 274.
Expositions universelles. Ouverture, en 1876, d'une, à Philadelphie (États-Unis), 216, 603.
— Sur la grande industrie chimique à l', de Vienne en 1873, par M. *Lamy*, 329; acide sulfurique, 331; soude, 337; industrie du chlore, 392; industrie de la potasse, 397; industrie de l'iode, 399.
— L'industrie minérale à l', de Vienne, par M. *Gruner*, 555; combustibles minéraux, 557; fer, 567, 608.

F.

Fer. Préparation d'alliages de, et de manganèse destinés à la fabrication de l'acier par le procédé *Bessemer*, 240.
— Sur l'industrie du, à l'Exposition universelle de Vienne en 1873, par M. *Gruner*, 567, 608.
Fer à cheval. Système de conformateur pour, par M. *Clément;* rapport de M. *Bella*, 321.
Fils. Rapport sur le commerce, l'industrie et le prix des matières textiles, des, et des tissus dans l'année 1871, par M. *Natalis Rondot*, 85.
— Rapport adressé à M. le Ministre de l'agriculture et du commerce sur les délibérations du congrès international, réuni à Bruxelles pour l'unification du titrage des, par M. *Alcan*, 650.
Filtres. Préparation à la mécanique de, en papier, par M. *Laurent*, 427.
— Système de, pour tous liquides, par M. *Maçonnière*, 664.
Fosses d'aisances. Désinfection permanente des, par M. *Pierre Gontier*, 677.
Fourrages. Presse à comprimer les, par M. *Leduc-Vic;* rapport de M. *Hervé Mangon*, 161 (pl. 5).
Four. Système de, pour le grillage des pyrites, par MM. *Hasenclever* et *Helbig*, 332 (pl. 11).
Foyers. De la consommation de la houille dans les, domestiques, par M. *Siemens*, 33.
— Système de combustion en, clos, par M. *Tissot*, 676.
Frein. Système de, pour chemins de fer, par M. *Verniol*, 419.
— Autre système de, par M. *L. Dupont*, 530.
— Système de, pour arrêter les chevaux, par M. *A. J. Jouret*, 537.
— Système de, automoteur, par M. *Ruset du Mesnil*, 675.
Fusils. Nouveau système de, se chargeant par la culasse, par M. *A. Greneu*, 674.

G.

Gaz d'éclairage. Décantation et traitement des eaux ammoniacales provenant de la fabrication du, tels qu'ils sont pratiqués à l'usine de Vaugirard appartenant à la Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage (pl. 1 et 2), 18.
— Des redevances payées à la Ville et à l'État par la Compagnie parisienne du, 103.
— Régulateur de bec de, par M. *Émile Lazeu*, 157.
— Note sur le moteur à, de MM. *Otto* et *Langen*, et procès-verbal des expériences faites sur un moteur de ce système, par M. *Tresca*, 167 (pl. 6).
— Régulateur de niveau d'eau des compteurs à, par M. *Bruny*, 317.
— Appareils pour brûler le, après sa carburation, par Mme *Durup Ador*, 317.
— Note sur les ateliers de la Compagnie parisienne du, et sur un appareil pour pour mesu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rer la déformation des gros tuyaux de conduite en tôle, 412 (pl. 13, et dessins sur bois).
Gaz d'éclairage. Appareil signalant les changements de qualité du, par M. *Giroud*, 480.
— Appareils avertisseur de la pression et révélateur des fuites, par M. *Charles Lecuyer*, 480.
— Nouveau régulateur pour la consommation du, par M. *Chartrain*, 678.
Gazons. Sur l'établissement de, sur les terrains en pente, par M. *Séguin*, 318.
Géologie. Ouvrage de, intitulé Lithologie du fond des mers, par M. *Delesse*; rapport de M. *Gruner*, 265.
Grains. Trieur-cribleur pour les, par M. *Hignette*; communication de M. *Mangon*, 471.
— Appareil pour le nettoyage, le triage et l'aplatissement des, par M. *Dobelle*; rapport de M. *Dailly*, 545 (pl. 18).
Graisse. Épuration de la, pour alimentation, par MM. *Dordron* et *comp.*, 486.
Grappin. Système de, par M. *Toselli*, 425.
Gutta-percha. Usages nouveaux de la, par M. *Célestin Magnin*, 529.

H.

Habillement. Guide du tailleur, par M. *Bondon*; rapport de M. *Homberg*, 390.
Horlogerie. Système d', par M. *Ed. de Laguerenne*, 424.
— Améliorations apportées dans l', par M. *Y. M. Thomas*; rapport de M. *Duméry*, 433 (pl. 14).
— Pendule donnant l'heure sur les principaux points du globe, par M. *F. Dutot*, 537.
— Construction d'une horloge à 75 cadrans, par M. *Billetée-Sautoux*, 676.
Houille. La question de la consommation de la, par M. *Siemens*, 37.
— Découverte de la, dans l'Inde centrale, 215.
Huiles minérales. Emploi des, lourdes contre le phylloxera, par M. *Ch. d'Alleizette*, 676.

I.

Immigration. De l', aux États-Unis, par M. *Tisserand*, 293.
Impôt. Réclamation des fabricants de papier au sujet de l', projeté sur le sel marin employé dans les fabriques de produits chimiques; rapport de M. *Cloëz*, 3.
Incendies. Sur l'organisation du service des, à Londres et sur l'introduction des pompes à vapeur dans le service de la ville de Paris, par M. *Monbro*, 199.
— Appareil avertisseur des, par M. *Vincent Tanzillo*; communication de M. *Lissajous*, 538.
— Appareil de sauvetage pour les, par M. *Restif*, 678.
— Ascenseur de sauvetage pour les, par M. *Rasquin*, 678.
Incombustibilité. Procédé réalisant l', des tissus légers, par M. *Mandet*, 318.
Incrustations. Procédé pour empêcher les, des chaudières à vapeur, par M. *Bouvier*, 530.
Instruments de musique. Note sur le clavier transpositeur pour pianos, imaginé par M. *Wolff*, 140 (pl. 4 et dessin sur bois).
— Nouveau modèle d'étui pour le transport des, par M. *de Siblas*, 678.
Instruments de précision. Système de tire-lignes, par M. *Daguin*; rapport de M. *de la Gournerie*, 109 (dessins sur bois).
— Échelle de proportion pour le dessin linéaire, par M. *G. Demeule*, 156.
— Nouvelle balance de laboratoire, par M. *Deleuil*, 319.
— Niveau pour les écoles, par M. *Granjon*, 528.
Iode. Sur l'industrie de l', à l'Exposition universelle de Vienne, par M. *Lamy*, 399.
Iridium. Sur la métallurgie de l', communication de M. *Debray*, 430.
Irrigations. Mémoire sur les, par M. *Alfred de la Bastie*, 157.
— Autre Mémoire, par M. *Philippe-Joseph Lequyer*, 157.
— Sur le canal d', du Rhône, 215.
Ivoire. Procédé de blanchiment de l', et des os, par M. *Cloëz*, 482.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J.

Jus sucrés. Sur la fabrication du phosphate d'ammoniaque destiné à l'épuration des, par M. *Lamy*, 159, 223.
— Procédés de défécation et d'épuration des, par M. *L. Marot*, 679.

L.

Lait. Rapport sur le, conservé de la Compagnie anglo-suisse *Page* et *comp.* de Cham (Suisse), par MM. *de Luynes* et *Homberg*, 217; sur la composition et l'analyse de ce, par M. *A. Müntz*, 220.
— Appareil pour empêcher le, de verser pendant son ébullition, par M. *Henri Rougé*, 530.
Lampe. Système de, par M. *Freulon*, 480.
Laque. Mode de préparation de la, du Japon, 376.
Lavage. Machine pour le, des minerais, déchets, etc., par M. *Ch. Baux*, 530.
— Appareil de, mécanique, par M. *Baye*; rapport de M. *Haton de la Goupillière*, 605 (pl. 19).
Liste. Des membres titulaires, des adjoints et des membres honoraires composant le Conseil d'administration pour 1874, 57.
— des nouveaux membres admis en 1874 à faire partie de la Société d'encouragement, 681.
Lithographie. Procédé pour améliorer les pierres employées pour la, par M. *Eugène Jean*, 471.
— Nouveau genre de pierres pour la, par M. *Mayoux*, 671.
Locomotives. Voy. **Machines à vapeur locomotives**.

M.

Machines agricoles. Semoirs d'engrais pulvérulents, par M. *Édouard Laurency*, 157.
Machines agricoles. Perche pour charrue, par M. *Jean Maçonnière*, 159.
— Système de faucheuse et de moissonneuse, par M. *Petitlaurent*, 419.
— Trieur-cribleur pour les grains, par M. *Hignette*; communication de M. *Mangon*, 471.
Machines à vapeur. De la consommation de la houille dans les, par M. *Siemens*, 30.
— Système rotatif de, par M. *Menay*, 159.
— Note sur le moteur domestique de M. *Hippolyte Fontaine*, 226 (pl. 8).
— Indicateur continu ou compteur enregistrant la mesure de la puissance développée par une, pendant une période quelconque, par MM. *Ashton* et *Storey*, 348 (pl. 12).
— Construction de, locomobiles, par M. *Millot*, 664.
Machines à vapeur locomotives. Note sur l'emploi des, sur les plans inclinés, par M. *Le Chatelier*, 6.
— Note sur les réactions du coulisseau sur la coulisse de distribution et sur le retour brusque du levier de changement de marche dans le cas du renversement de la distribution, par M. *Balguerie* (pl. 3), 73; cas de la coulisse de *Stephenson*, *ib.*; cas de la coulisse de *Gooch*, 79; cas de la coulisse d'*Allan*, 80.
Machines diverses. Note sur la machine à gaz de MM. *Otto* et *Langen*, et procès-verbal des expériences faites sur une machine de ce système, par M. *Tresca*, 167 (pl. 6).
— Théorie et description de la machine électro-magnétique de *Gramme*, par M. *du Moncel*, 265 (pl. 10).
— Moteur électro-magnétique, par M. *Gabriel Claudel*, 425.
— Machines à façonner les assiettes, par M. *Faure*; communication de M. *Salvetat*, 481.
— Machine trieuse pour les poussières de fer, par M. *Charles Vavin*; communication de M. *Mangon*, 487.
— Machine à laver les minerais, déchets, etc., par M. *Ch. Baux*, 530.
— Machine à dégrossir le diamant, par M. *Jublin*, 663.
— Conducteur-autonome des, par M. *Jacquemier*, 673.
— Machine à coudre mue par des ressorts, par M. *J. Viale*, 676.
— Machine électro-motrice, par M. *Gautier*, 678.
Maïs. Sur la culture du, communication de M. *Fua*, 429, 530.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Maladie. Histoire des différentes espèces de, de la vigne, par M. *Heuzé*, 473; observations de M. *Mangon*, 474; remarques de M. *Dumas*, 475.
Manganèse. Préparation d'alliages de fer et de, destinés à la fabrication de l'acier par le procédé *Bessemer*, 240.
— Régénération du peroxyde de, dans la fabrication du chlore; procédé de M. *Weldon*, 392; procédé de M. *Kuhlmann*, 398.
Marbre. Imitation du, par M. *Pruneau*, 317.
Mers. Lithologie du fond des, par M. *Delesse;* rapport de M. *Gruner*, 265.
Mercure. Sur le gisement de, sulfuré ou cinabre de Valtala (Italie) et sur l'usine de traitement des minerais, 150.
Métallurgie. Préparation d'alliages de fer et de manganèse destinés à la fabrication de l'acier par le procédé *Bessemer*, 240.
— Utilisation des résidus de manganèse de la fabrication du chlore pour la; procédé de M. *Kuhlmann*, 397.
— Sur la, de l'iridium; communication de M. *Debray*, 430.
Métaux précieux. Sur la production et la consommation générales des, pendant la période 1857-1871, par M. *E. Roswag*, 248, 295.
Métier à tisser. Nouveau, pour les velours, par M. *A. Pellerin*, 530.
Meules. Moyen de diminuer le danger de la taille des, par M. *Doré*, 156.
— Mémoire sur les moyens de garantir les ouvriers qui taillent les, par M. *Jules Briet*, 486.
Mines. Sur la réglementation des, en Australie et sur un projet de réglementation de celles de la Nouvelle-Calédonie, par M. *E. Heurteau*, 208.
— Note sur quelques, de Norwége et particulièrement sur celles de pyrites de Wigsnœs, par M. *F. Kuhlmann* fils, 654.
— Système d'aérage et d'assainissement des, par M. *J. Favet*, 678.
Monnaies. Sur les alliages employés pour la fabrication des, d'or, par M. *Eug. Peligot*, 229.
Moulage. Système de, pour fondre les clichés sur matière, par M. *Auguste Durr*, 530.

N.

Navires. Moyen d'empêcher les collisions des, en pleine mer, par M. *Ch. Rabache*, 317.
Navires. Moyen d'empêcher les désastres causés par la rencontre des, par M. *Guillochon*, 419.
— Appareil remplaçant le loch et indiquant la vitesse de marche des, par M. *A. Coret*, 424, 486.
Nécrologie. Discours prononcés par M. *Barral* sur les tombes de MM. *Darblay* aîné et *Amédée Durand*, vice-présidents de la Société d'encouragement, 51, 54.
— Paroles prononcées sur la tombe de M. *Le Chatelier*, par M. *L. Gruner*, 101.
— Mort de M. *Castor*, membre de la Société (en note), 243.
— Mort de M. *Priestley*, membre du comité des arts économiques, 316.
— Notice sur M. *Le Chatelier*, par M. *Callon*, 360.
— Mort de M. *Belanger*, professeur à l'École centrale; communication de M. *Mangon*, 485.
— Notice sur *William Fairbairn*, 601.
Nettoyage. Appareil pour le, le triage et l'aplatissement des grains, par M. *Dobelle;* rapport de M. *Dailly*, 545 (pl. 18).
Nickel. De l'emploi du, pour les usages domestiques; remarques de MM. *E. Peligot* et *Bouilhet*, 428.
— Dosage du, et du cobalt par voie d'électrolyse, 591.
Nitre. Sur la présence du, dans la terre végétale, par M. *Boussingault*, 143.
— Sur la valeur du, contenu dans les plâtras et matériaux de démolition, par M. *Montmagnon*, 664.
Niveau. Système de, pour les écoles, par M. *Grandjon*, 528.

O.

Optique. Nouveau kaléidoscope, par M. *Thomas*, 679.
Or. De la coloration du cristal par l', par M. *Payard*, 55.
— Sur les alliages employés pour la fabrication des monnaies d', par M. *Eug. Peligot*, 229.
— Sur la production et la consommation générales de l', et de l'argent pendant la période 1857-1871, par M. *E. Roswag*, 248, 295.
Orge. Mémoire sur l'exportation de l', française en Grande-Bretagne, par M. *Gibson-Richardson;* rapport de M. *Bella*, 386.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Orge. Maltage pneumatique de l', par M. *N. Galland*, 676.
Os. Procédé de blanchiment de l'ivoire et des, par M. *Cloëz*, 482.
Outils. Système de grappin, par M. *Toselli*, 425.
— Sécateurs fabriqués par M. *Gissey*; rapport de M. *Hardy*, 492.

P.

Papier. Réclamation des fabricants de, au sujet de l'impôt projeté sur le sel marin employé dans les fabriques de produits chimiques; rapport de M. *Cloëz*, 3.
— De l'extraction de la cellulose contenue dans la bagasse des sucreries de cannes et de son emploi pour la pâte à, par MM. *de Meritens* et *Victor Kresser*, 318.
— Renseignements statistiques sur la fabrication du, en Europe et en Amérique, 376.
Paratonnerres. Contrôleur automatique des, par M. *Francisque Michel*, 537.
— Traité sur les, par M. *A. Callaud*, 674.
Passementerie. Perfectionnements à la, mi-fine, par M. *Helouis*, 676.
Pétrole. Emploi du, pour le chauffage des fourneaux de cuisine, par M. *J. Beer*, 157.
— Vases et lampes spéciaux pour le, par M. *Freulon*, 480.
Phosphate d'ammoniaque. Sur la préparation du, pour l'épuration des sirops, par M. *Lamy*, 159, 223.
— Mémoire relatif à l'action de la baryte et du, dans le traitement des raffineries, par M. *Prosper Lagrange*, 426.
Phosphate de chaux. Fabrication de, pour l'agriculture, par MM. *Maxime Michelet* et *Paul Thibault*; communication de M. *Cloëz*, 427.
— Note sur les, du Calvados et sur les recherches faites dans cette région, par M. *de Molon*, 452 (pl. 15).
— Appareil de lavage mécanique des, naturels, par M. *Baye*; rapport de M. *Haton de la Goupillière*, 605 (pl. 19).
— Mémoire sur le, considéré comme mordant, par M. *Sacc*, 676.
Photographie. Procédé simple pour mettre au point les glaces servant à la, par M. *A. Voisin*, 529.
Phylloxera. Sur les moyens d'arrêter la marche du, par M. *de Lavergne*, 317.
— Moyen de combattre les ravages du, par M. *Bouille*, 318.
— Mémoire sur les moyens de combattre l'invasion du, par M. *Dumas*, 402 (dessins sur bois).
— Communication sur le, par *le même*, 475.
— Conférence faite à la Société sur le, par M. *Duclaux*, 494.
— Observations sur les moyens à tenter pour détruire le, par M. le baron *P. Thénard*, 410.
— Sur les mesures administratives à prendre pour combattre l'envahissement du, par M. *Bouley*, 409.
— Procédé pour détruire le, par M. *Ad. Peret*, 529.
— Mémoire sur le même sujet, par M. *Charlot*, *ib.*
— Conférence sur le, par M. *Maxime Cornu*, 531.
— Rapport sur le mémoire de M. *Cauvy*, concernant les moyens de préserver les vignes de l'invasion du, par M. *Dumas*, 598.
— Sur les mesures prises par M. le Préfet de Saône-et-Loire à l'approche du, par M. *P. Thénard*, 662.
— Remède contre le, par M. *Fréd. Beer*, 664.
— Autre remède contre le, par M. *Gagnage*, 671, 676.
— Expériences faites dans le Midi relativement aux remèdes proposés contre le; communication de M. *Balard*, 671.
— Moyen de détruire le, par M. *Marmet*, 676.
— Emploi des huiles lourdes contre le, par M. *d'Alleizette* (*Ch.*), 676.
Pianos. Note sur le clavier transpositeur pour, imaginé par M. *Wolff*, 140 (pl. 4 et dessin sur bois).
Pierres. Moyen de diminuer le danger de la taille des, meulières, par M. *Doré*, 156.
— Procédé pour améliorer les, lithographiques de qualité inférieure, par M. *Eugène Jean*, 471.
— Mémoire sur les moyens de garantir les ouvriers qui taillent les, meulières, par M. *Jules Briet*, 486.
— Nouveau système de, lithographiques, par M. *Mayoux*, 671.
Pile. Système d'une, thermo-électrique, par M. *Clamond*; communication de M. *du Moncel*, 428.
Plantations. Chariots pour le transport des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

arbres destinés aux, du bois de Boulogne, par M. *Alphand*, 311 (dessins sur bois).

Plomb. De l'action de l'eau sur le, par M. *Balard*, 461.

Pompes. Sur l'organisation du service des incendies à Londres et sur l'introduction des, à vapeur dans le service de la ville de Paris, par M. *Monbro*, 199.

— Système hydropneumatique de, par M. *Jarre;* rapport de M. *Haton de la Goupillière*, 377 (dessin sur bois).

— Nouvelles, d'arrosage, par M. *P. Regnier*, 678.

Pont. Note sur les travaux de fondation des piles du, route d'Arles, sur le Rhône, exécutés par M. *Castor*, 242 (pl. 9).

Population. Carte figurant la répartition de la, de Paris, par M. *L. L. Vauthier*, 647 (pl. 20).

Porcelaine. Sur la perméabilité de la, par M. *Salvetat*, 117.

Potasse. Sur l'industrie de la, à l'Exposition universelle de Vienne, par M. *Lamy*, 397.

Presse. Système de, à comprimer le foin, par M. *Leduc-Vic;* rapport de M. *Hervé Mangon*, 161 (pl. 5).

Pressoir. Système de, conique, par M. *P. Delareus-Boyer*, 158.

Prix. Proposition de, faite à l'Assemblée nationale, par M. *Léon Say*, pour un moyen pratique de déterminer la présence de l'alcool dans les mélanges; rapport de M. *de Dampierre*, 427.

— Mis au concours par la *Société industrielle du Nord*, 529.

Procès-verbaux des séances du Conseil d'administration. Séance ordinaire du 9 janvier 1874, 156; — du 23 janvier, 158; — du 13 février, 316; — du 27 février, 419; — du 13 mars, 424; — du 27 mars, 426; — du 10 avril, 470; — du 24 avril, 480; — du 8 mai, 485; — du 22 mai, 528; — du 12 juin, 529; — du 26 juin, 536; — du 10 juillet, 663; — du 24 juillet, 671; — du 11 décembre, 675; — générale du 24 décembre (élections), 677.

Promenades. Sur les, de Paris, ouvrage de M. *Alphand*, 302 (dessins sur bois); le bois de Boulogne, 303.

Pyrites. Four pour le grillage des, par MM. *Hasenclever* et *Helbig*, 332 (pl. 11).

— Note sur les mines de, de Wigsnœs (Norwége), par M. *F. Kuhlmann* fils, 654.

R.

Rabotage. Mémoire sur le, des métaux, par M. *Tresca* (suite et fin) (pl. 16, 17, et dessins sur bois). Exemples de rabotage recueillis dans la pratique industrielle, 503; étude géométrique des déformations déterminées par le rabotage, 519; mesure de la zone d'activité, 521; travail mécanique dépensé dans l'opération du rabotage, 522; conclusions et développements, 525.

Récifs. Cône sonore pour signaler les, en mer, par M. *Simonnars*, 678.

Réclamation. Rapport de M. *Cloëz* sur une, des fabricants de papiers, au sujet de l'impôt projeté sur le sel marin employé dans les fabriques de produits chimiques, 3.

— Adressée par M. *Sacc* au sujet de la fabrique anglo-suisse de lait condensé, 672; réponse de M. le *Président* au sujet du rôle de la Société, qui ne prend aucune affaire sous son patronage, *ib.*

Récompenses accordées aux exposants français à l'Exposition de Vienne en 1873, 330.

Redevances. Des, payées à la Ville et à l'État par la Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz, 103.

Régulateurs. Construction de, de niveau d'eau des compteurs à gaz, par M. *Bruny*, 317.

— Système de, pour la consommation du gaz, par M. *Chartrain*, 678.

S.

Salpêtre. Sur la valeur du, contenu dans les matériaux de démolition, par M. *Montmagnon*, 664.

Salubrité. Mémoire sur les moyens de garantir de la poussière les ouvriers qui taillent les pierres meulières, par M. *Jules Briet*, 486.

— Système d'assainissement des mines, par M. *J. Favet*, 678.

Sauvetage. Appareil de, pour la mer, par M. *Ch. Rabache*, 317.

— Inventions relatives au, des naufragés, par M. *M. Virvoulet*, 678.

— Appareil de, pour les incendiés, par M. *Assier-Retif*, 678.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sauvetage. Ascenseur de, pour les incendies, par M. *Rasquin*, 678.
Séances ordinaires du Conseil d'administration. (Voy. **Procès-verbaux**.)
Sel. Réclamation des fabricants de papier, au sujet de l'impôt projeté sur le, marin employé dans les fabriques de produits chimiques; rapport de M. *Cloëz*, 3.
Serrurerie. Nouvelle serrure, par M. *A. Lacour*, 528.
Signaux. Appareil pour la transmission des, au moyen de l'air, par M. *A. Denis*, 424.
Silviculture. Sur une essence forestière encore peu connue, par M. *Chatin*, 446.
— Méthode d'élagage des arbres forestiers, par M. *A. des Cars;* communication de M. *Chatin*, 487.
Soleil. En quoi consiste la chaleur du, par M. *Siemens*, 38.
Soude. Vernis au silicate de, pour les poteries communes, par M. *Constantin;* rapport de M. *Salvetat*, 105.
— Sur les procédés de fabrication de la, à l'Exposition universelle de Vienne en 1873, par M. *Lamy*, 337.
Soufre. Sur le soufre nécessaire à la fabrication de l'acide sulfurique; communication de M. *Lamy*, 675.
Soupes. Poudres alimentaires pour, par M. le baron *Brisse*, 159.
— Préparation en tablettes de, au gras et à l'oignon, par M. *Gremailly;* rapport de M. *Homberg*, 327.
Statistique. Rapport sur le commerce, l'industrie et le prix des matières textiles, des fils et des tissus dans l'année 1871, par M. *Natalis Rondot*, 85; soie, 86; laine, 89; lin, chanvre et jute, 91; coton, 92; tulles et dentelles, 93; bonneterie, 95; passementerie, 96; vêtements, 97; conclusion, 98.
— Nombre de villes et de communes de France éclairées au gaz, 104.
— Paris depuis un demi-siècle au point de vue commercial et industriel, par M. *Devinck*, 119.
— Développement de la fabrication du sucre de betterave en Allemagne et en Autriche, 153.
— Sur la production et la consommation générales des métaux précieux pendant la période 1857-1871, par M. *E. Roswag*, 248, 295.
— Développement de l'agriculture aux États-Unis d'Amérique pendant les dix dernières années, par M. *Tisserand*, 277.
Statistique. Production totale de l'acide sulfurique et de la soude en Europe, 337.
— Sur la fabrication du papier en Europe et en Amérique, 376.
— Atlas de l'industrie française, par M. *Loua*; rapport de M. *G. Roy*, 440.
— De la production houillère du monde entier en 1872, 564.
— Carte figurant la répartition de la population de Paris, par M. *L. L. Vauthier*, 647 (pl. 20).
— De la, agronomique de l'arrondissement de Vouziers (Ardennes), par MM. *Meugy* et *Nivoit*, 676.
Substances alimentaires. Poudres pour soupes, par M. le baron *Brisse*, 159.
— Soupes en tablettes, par M. *Gremailly;* rapport de M. *Homberg*, 329.
— Graisse épurée comestible, par MM. *Dordron* et *comp.*, 486.
Sucre. Développement de la fabrication du, de betterave en Allemagne et en Autriche, 153.
— Sur la fabrication du phosphate d'ammoniaque pour l'épuration des jus sucrés destinés à la fabrication du, par M. *Lamy*, 159, 223.
— Mémoire relatif à l'action de la baryte et du phosphate d'ammoniaque dans la fabrication du, par M. *Prosper Lagrange*, 426.
— Procédés de défécation des jus dans la fabrication du, par M. *L. Marot*, 679.
Sulfure de carbone. Appareil perfectionné pour l'extraction des matières grasses des déchets au moyen du, par M. *van Hœcht*, 402.

T.

Tabac. De la production du, aux États-Unis, par M. *Tisserand*, 288.
Teinture. Procédés de tissage et de, des draps façon de Lisieux, par M. *Théophile Grison;* rapport de M. *Salvetat*, 181.
Télégraphie électrique. Télégraphe autographique de M. *d'Arlincourt;* rapport de M. *du Moncel*, 382 (dessin sur bois).
Tire-bouchon. Système de, par M. *Sosthène Menneret*, 664.
Tissage. Procédés de, et de teinture des draps

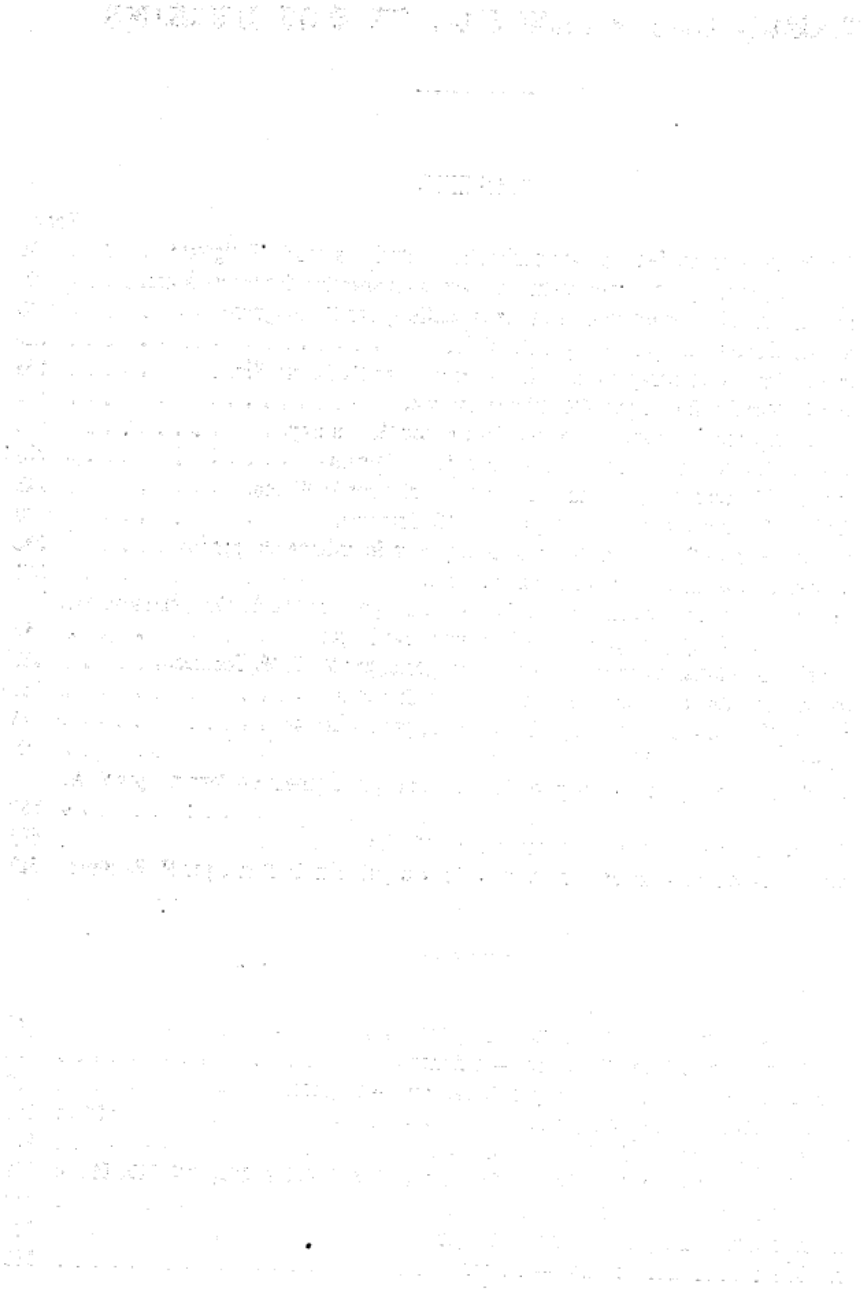
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

façon de Lisieux, par M. *Théophile Grison;* rapport de M. *Salvetat*, 181.
Tissage. Nouveau métier pour le, des velours, par M. *A. Pellerin*, 530.
Tissus. Rapport sur le commerce, l'industrie et le prix des matières textiles, des fils et des, dans l'année 1871, par M. *Natalis Rondot*, 85.
Travaux publics. Note sur les travaux de fondation des piles du pont-route d'Arles sur le Rhône exécutés par M. *Castor*, 243 (pl. 9).
Tunnel. Sur les projets de, sous la Manche pour relier la France et l'Angleterre, projet de M. *Thomé de Gamon*, 259; projet de M. *W. Austin*, 263.
Tuyaux. Appareil pour mesurer la déformation des gros, de conduite en tôle pour le gaz, 412 (pl. 13, et dessin sur bois).
— Système de, en ciment de Portland pour conduites d'eau, par MM. *Cortet* et *comp.*, 470.

V.

Velours. Métier pour le tissage des, par M. *A. Pellerin*, 530.
— Perfectionnements dans l'industrie des, et de la peluche, par Mme *Ve Martin*, 676.
Ventilateur. Système de, pour appartements, par M. *Aubert*, 426, 471.
Vernis. Préparation d'un, spécial pour les poteries communes, par M. *Constantin;* rapport de M. *Salvetat*, 105.
Verre. De la coloration du cristal de, par l'or, par M. *Payard*, 55.
— Plaques de, peintes à l'envers et imitant le marbre, par M. *Pruneau*, 317.
— Sur la cristallisation du, par M. *E. Peligot*, 342 (dessin sur bois).
— Préparation d'un, soluble pour enduit, par M. *Mignot;* communication de M. *Salvetat*, 538.
Vins. Sur l'iudustrie des, en Hongrie ; communication de M. *Moll*, 482.
Viticulture. Sur les moyens d'arrêter la marche du phylloxera, par M. *de Lavergne*, 317.
— Moyen de combattre les ravages du phylloxera, par M. *Bouille*, 318.
— Procédé pour la taille de la vigne, par M. *J. B. C. Picot*, 318.
— Chaudière pour produire, dans les vignes, des vapeurs capables de détruire les insectes nuisibles, par M. *Pourché*, 319.
— Mémoire sur les moyens de combattre l'invasion du phylloxera, par M. *Dumas*, 402 (dessins sur bois).
— Histoire des maladies de la vigne; communication de M. *Heuzé*, 473; observations de M. *Mangon*, 474; remarques de M. *Dumas*, 475.
— Sur la, en Hongrie, par M. *Moll*, 482.
— Procédé pour détruire le phylloxera, par M. *Ad. Peret*, 529.
— Mémoire sur le même sujet, par M. *Charlot*, *ib.*
— Rapport sur le mémoire de M. *Cauvy*, concernant les moyens de préserver les vignes de l'invasion du phylloxera, par M. *Dumas*, 598.
— Sur les mesures prises par M. le Préfet de Saône-et-Loire à l'approche du phylloxera, par M. le baron *P. Thénard*, 662.
— Expériences faites dans le Midi par une commission relativement aux différents remèdes proposés contre le phylloxera ; communication de M. *Balard*, 671.
— Lettre sur la submersion des vignes, par M. *L. Faucon*, 676.
Voitures. Compteur pour, par M. *E. Lobert*, 471.
— Contrôleur pour, par M. *Jules Cerpeaux*, 536.
— Fabrication de, en osier, par M. *Patry*, 675.
— Système de chauffage des, par M. *Ch. A. Richard*, 679.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES PLANCHES ET DES DESSINS.

PLANCHES.

Pages.

Pl. 1, *double*. Décantation des eaux ammoniacales de l'usine à gaz de Vaugirard. 21
Pl. 2, *triple*. Appareil pour le traitement des eaux ammoniacales des usines à gaz. . . . . *ib*.
Pl. 3, *simple*. Des réactions du coulisseau sur la coulisse, par M. Balguerie. 75
Pl. 4, *simple*. Clavier transpositeur, par M. Wolff. 141
Pl. 5, *triple*. Presse à fourrages à bascule de pesage, par M. Leduc-Vic. 165
Pl. 6, *double*. Machine à gaz, par MM. Otto et Langen. 179
Pl. 7, *triple*. Appareil de combustion sans fumée, par M. Duméry. 199
Pl. 8, *double*. Moteur domestique à vapeur, par M. H. Fontaine. 227
Pl. 9, *triple*. Fondation des piles du pont-route d'Arles sur le Rhône. 245
Pl. 10, *double*. Machine magnéto-électrique, par M. Gramme. 277
Pl. 11, *simple*. Four de MM. Hasenclever et Helbig pour le grillage des pyrites. 333
Pl. 12, *double*. Indicateur continu d'Ashton et Storey. 351
Pl. 13, *simple*. Appareil indicateur de la déformation des gros tuyaux de tôle, employé par la Compagnie parisienne d'éclairage par le gaz. 417
Pl. 14, *double*. Améliorations apportées dans l'horlogerie, par M. Y. M. Thomas. 439
Pl. 15, *triple*. Gisements de phosphate de chaux du Calvados. 455
Pl. 16, *simple*. Mémoire sur le rabotage des métaux, par M. Tresca. 525
Pl. 17, *triple*. *Id.* *id.* . . . . . *ib*.
Pl. 18, *double*. Appareil pour le nettoyage, le triage et l'aplatissement de l'avoine, par M. A. Dobelle. 550
Pl. 19, *double*. Appareil de lavage mécanique, par M. Baye. 606
Pl. 20, *double*. Carte statistique de la répartition de la population de Paris, par M. Vauthier. 649

DESSINS.

Cheminée ventilatrice du capitaine Galton. — 1 figure. 40
Théorie de l'aimant normal, par M. Jamin. — 1 figure. 49
Appareil pour la fabrication de la bière, par M. Pasteur. — 1 figure. 69
Tire-lignes, par M. Daguin. — 2 figures. . . . . 110 et 111
Clavier transpositeur, par M. Wolff. — 1 figure. 142
Les promenades de Paris, par M. Alphand. — 18 figures. 305, 306, 307, 309, 312, 313, 314 et 316
Cristallisation du verre. — 1 figure. 348
Pompe hydropneumatique, par M. Jarre. — 1 figure. 378
Relais translateur de M. d'Arlincourt. — 1 figure. 385

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Instrument pour essayer les substances toxiques proposées pour détruire le phylloxera, par M. Dumas. — 2 figures. 406
Déformation des grosses conduites de gaz. — 2 figures. 418
Mémoire sur le rabotage des métaux, par M. Tresca. — 3 figures. . . . . 511 et 512
Dosage du cuivre et du nickel par l'électrolyse. — 5 figures. . . . . 587, 588 et 596
Briquet électro-catalytique de MM. Voisin et Dronier. — 2 figures. 660

PARIS. — IMPRIMERIE DE MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires