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

	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	1873. 72e année. 2e série, tome 20
Adresse	Paris : Madame Veuve Bouchard-Huzard, 1873
Collation	1 vol. (736-XLVIII p.) : ill., pl. 482-500 ; 26 cm
Nombre de vues	802
Cote	BSPI 72
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.72

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

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

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

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

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

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

nécessaire de se reporter aux tables publiées annuellement.

Pour en savoir plus

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

Voir le catalogue et accèder aux volumes numérisés

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

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

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

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

S. E. I. N.
Bibliothèque

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR

L'INDUSTRIE NATIONALE,

PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION

DES SECRÉTAIRES DE LA SOCIÉTE,

MM. PELIGOT ET CH. LABOULAYE.

PSR 1-92

SOIXANTE ET DOUZIEME ANNÉE.

DEUXIÈME SÉRIE. — TOME XX.

La Société a été reconnue comme établissement d'utilité publique par ordonnance royale du 21 avril 1824.

Paris,

MADAME VEUVE BOUCHARD-HUZARD,

IMPRIMEUR DE LA SOCIÉTÉ,

RUE DE L'ÉPERON-SAINT-ANDRÉ-DES-ARTS, 5.

1873

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.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

72e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XX. — Janvier 1873.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE.

RAPPORT *fait par* M. LISSAJOUS, *au nom du comité des arts économiques, sur le* TÉLÉGRAPHE ÉLECTRIQUE *de* M. CHAMBRIER, *contrôleur des télégraphes, à Charleville* (*Ardennes*).

Messieurs, M. Chambrier a présenté à la Société un télégraphe électrique dont votre comité m'a chargé de vous rendre compte.

Cet instrument peut fonctionner comme télégraphe à cadran ou comme télégraphe imprimeur. Dans le premier cas, son manipulateur est mis en relation avec un récepteur à cadran quelconque ; dans le second cas, il est conjugué avec le récepteur particulier dont M. Chambrier a imaginé les dispositions.

La partie vraiment originale de cet appareil est le manipulateur; il est à mouvement d'horlogerie et à manivelle indépendante. Chaque fois que la manivelle du manipulateur vient s'appuyer sur l'encoche correspondant à une des lettres de l'alphabet, la pression exercée par la manivelle produit le déclanchement du mouvement d'horlogerie. Une aiguille concentrique à la manivelle se met immédiatement à tourner sous les yeux de l'opérateur, abandonnant la lettre précédemment indiquée et venant s'arrêter en face de la lettre nouvelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'axe de l'aiguille indicatrice porte la roue à contour sinueux destinée à manœuvrer, comme dans tous les télégraphes à cadran, le levier interrupteur du courant lancé dans la ligne.

Les interruptions de courant qui déterminent la marche saccadée de l'aiguille du récepteur sont donc produites par un mécanisme automoteur, dont la vitesse, réglée à l'avance, n'est pas influencée par la main de l'opérateur. De plus, ce mécanisme fonctionne quel que soit le sens dans lequel on tourne la manivelle pour atteindre la lettre que l'on veut transmettre, ce qui permet d'atteindre cette lettre par le chemin le plus court, et d'opérer la répétition d'une même lettre sans tourner la manivelle d'un tour entier.

Le mécanisme qui permet à cet ensemble de fonctions de s'accomplir est simple, élégant et mérite une mention spéciale. Sa pièce principale est une roue centrée sur l'axe commun de l'aiguille indicatrice et de la manivelle, et dont le contour est muni de dents en nombre égal au nombre des lettres et signaux. Ces dents sont inclinées comme les ailes d'une turbine recevant l'eau par la face supérieure.

Cette roue est disposée de façon à tourner d'un très-petit angle, en s'écartant d'une position stable vers laquelle elle est ramenée par un ressort. Elle est située au-dessous du cadran du manipulateur, dans lequel on a percé une couronne d'ouvertures correspondant à chacune des dents.

Toutes les fois que la manivelle s'appuie sur une des encoches d'arrêt, une goupille, dont elle est armée, traverse l'un des trous, et vient peser sur une des dents de la roue; l'action de cette goupille sur le plan incliné formé par la dent qu'elle touche détermine dans la roue une petite rotation, qui a pour effet de déplacer le levier de déclanchement et de rendre au moteur de l'aiguille indicatrice sa liberté de mouvement. Pour limiter la course de l'aiguille indicatrice, on a monté sur le même axe, en dessous du cadran, une aiguille parallèle à la précédente; cette aiguille en tournant s'arrête contre la goupille de la manivelle, et se fixe, par cela même, dans l'alignement de la lettre que l'aiguille indicatrice doit atteindre.

Lorsque l'opérateur relève la manivelle, le mécanisme d'horlogerie est enclanché de nouveau, et ne reprend sa liberté de mouvement qu'au moment où la manivelle est de nouveau abaissée.

M. Chambrier a muni son appareil d'un bouton qui opère la remise à la croix de l'aiguille indicatrice, et permet de passer immédiatement de la dernière lettre d'un mot à la première du mot suivant; le même bouton est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

utilisé quand on passe des lettres aux signaux conventionnels ou aux chiffres.

Telles sont les dispositions principales de ce manipulateur; il peut s'adapter à un récepteur quelconque à cadran, avec cet avantage qu'il peut envoyer dans le même temps un plus grand nombre de signaux. En effet, les émissions successives de courant se font sous l'influence d'un mécanisme d'horlogerie, beaucoup plus régulier dans sa rotation que la main de l'opérateur; on peut donc régler la vitesse de rotation de l'aiguille indicatrice, de façon à atteindre un maximum de rapidité qu'il serait imprudent de produire directement avec la main seule.

Cette régularité automatique de manipulation a permis à M. Chambrier de grouper son manipulateur avec un télégraphe imprimeur d'une grande simplicité.

Ce récepteur est muni d'une roue des types de petit diamètre, dont les lettres sont dressées mécaniquement de façon à porter à plat sur le papier. Cette roue est mue par un mécanisme d'horlogerie, dont le déclanchement s'opère à la manière ordinaire à l'aide d'un électro-aimant rendu périodiquement actif par le manipulateur. L'impression s'opère par un deuxième électro-aimant placé sous la dépendance d'une pile locale, qui soulève le papier jusqu'au contact de la roue des types. Ce soulèvement s'opère non pas par pression, mais par choc. Le tampon destiné à appuyer le papier sur la roue des types, encrée à la manière ordinaire, est, en effet, mobile dans le sens vertical; la tige qui le porte se meut librement dans une pièce percée d'un trou, et la partie inférieure de cette tige reçoit le choc d'un marteau à manche un peu flexible fixé au contact de l'électro-aimant. Le papier est donc lancé contre la roue des types, appuyé un instant contre elle et, par suite du jeu des pièces, il retombe immédiatement d'une petite quantité, ce qui lui permet d'être entraîné pour l'impression de la lettre suivante, sans que dans ce mouvement il touche la roue des types.

La mise en activité de l'électro-aimant imprimeur est produite par un ressort vibrant horizontal, muni d'une came qui pénètre dans les dents d'une roue à rochet. Tant que cette roue tourne avec rapidité, elle empêche, par ses chocs répétés, l'abaissement du ressort, et le courant ne passe pas dans l'électro-aimant. Dès que cette roue s'arrête, la came tombe dans l'une des encoches de la roue, et le ressort, abaissé par un petit contre-poids, établit la continuité du circuit formé par la pile locale et l'électro-aimant imprimeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est bien évident que l'accomplissement de cette fonction est subordonné à la rapidité du mouvement de la roue, à l'élasticité du ressort, et à la charge du contre-poids qui sert à régler la période de vibration. Or cette roue à rochet est précisément montée sur l'axe de la roue des types ; elle en suit exactement le mouvement, et le nombre de chocs donnés par le rochet au ressort est égal au nombre d'émissions de courant envoyées par le manipulateur. Ces émissions étant rapides et régulières, on peut régler le ressort de telle sorte qu'il reste suspendu tant que la roue des types tourne, c'est-à-dire tant que l'aiguille du manipulateur tourne elle-même. Au contraire, dès que la roue des types s'arrête, c'est-à-dire dès que la manivelle du manipulateur est au repos, le ressort obéit à l'action de son élasticité et de la pesanteur, et vient, en s'abaissant, établir le courant dans l'électro-aimant qui détermine l'impression de la lettre.

Ce mécanisme, dont l'idée n'est pas nouvelle, s'accommode merveilleusement avec le fonctionnement absolument régulier du manipulateur. C'est précisément en raison des propriétés spéciales de son manipulateur, que M. Chambrier a pu appliquer au récepteur dont il s'est servi pour l'impression de la dépêche d'importantes et ingénieuses simplifications.

Nous n'insisterons pas sur le mode d'entraînement du papier qui, cependant, a aussi son mérite comme simplicité.

En étudiant ce télégraphe, notre pensée s'est reportée involontairement au télégraphe à clavier de notre regretté collègue Froment et au télégraphe magnéto-électrique de Sir Wheatstone. La fonction de l'instrument de M. Chambrier est, en effet, analogue ; mais la disposition mécanique est tout à fait différente. C'est un véritable télégraphe à clavier, mais dans lequel le clavier n'a qu'une seule touche qui opère successivement sur toutes les lettres.

Cet instrument a été construit avec grand soin par M. Deschiens, fabricant d'appareils télégraphiques. Par l'heureuse organisation de ses ateliers dont l'outillage est habilement combiné, M. Deschiens a pu construire à peu de frais cet ingénieux appareil. Un poste complet, avec ses annexes indispensables, tels que sonnerie, commutateur, etc., peut être livré au prix de 800 francs.

La bonne exécution, le bon fonctionnement et le bon marché sont donc réunis dans cet appareil tout à fait digne, selon nous, de l'approbation du Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Votre comité des arts économiques vous propose donc 1° de remercier M. Chambrier de son intéressante communication;

2° D'insérer le présent rapport au *Bulletin*, avec la description et le dessin de l'appareil.

Signé LISSAJOUS, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 20 octobre 1871.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DES PLANCHES 482 ET 483 REPRÉSENTANT LE TÉLÉGRAPHE ÉLECTRIQUE DE M. CHAMBRIER.

PLANCHE 482. — Fig. 1. Poste télégraphique complet vu en plan. C'est un poste intermédiaire ou à deux directions, qui se compose d'un *manipulateur*, d'un *récepteur-imprimeur*, d'une *boussole*, de deux *relais indicateurs*, d'une *sonnerie* et de deux *commutateurs*.

Tous ces appareils, bien qu'indépendants l'un de l'autre et pouvant se remplacer facilement, sont fixés par des vis sur une boîte, les uns en dessus et les autres en dessous du couvercle; ces derniers sont représentés sur la figure en lignes ponctuées, tandis que les traits interrompus indiquent les communications.

PLANCHE 483. — Fig. 1. Vue en élévation du récepteur et des relais de sonnerie.

Fig. 2. Section verticale du manipulateur.

Fig. 3. Section horizontale du même suivant la ligne I, II de la figure 2.

Fig. 4. Section verticale de la manivelle du manipulateur.

Fig. 5. Vue en dessous correspondant à la même.

Fig. 6 et 7. Pièces détachées du manipulateur, l'une vue en élévation et l'autre en plan.

Dans les deux planches les mêmes lettres désignent les mêmes organes.

Manipulateur.

a a, manipulateur à mouvement d'horlogerie et à manivelle indépendante (fig. 1, pl. 482, et fig. 2 et 3, pl. 483); le cadran des lettres de l'alphabet et des chiffres est disposé en dessus comme dans tous les manipulateurs à cadran ordinaires, et entouré d'une couronne d'encoches dont chacune correspond à chaque lettre.

b, manivelle du manipulateur pouvant indifféremment tourner dans tous les sens (fig. 2 et 4, pl. 483); une double lame de ressort, placée en dessous près de son centre de rotation, tend constamment à la relever, en sorte qu'il faut exercer une certaine pression pour la faire descendre dans les encoches.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c, couronne d'encoches, dans lesquelles on abaisse la manivelle à chaque lettre du mot qu'on veut former.

d, disque placé dans le plan du cadran des lettres dont il occupe le centre (pl. 482, et fig. 2 et 4, pl. 483); solidaire de la manivelle *b,* il tourne indifféremment avec elle dans tous les sens autour d'un axe vertical *e*, dont le mouvement de rotation est indépendant du sien.

e, axe vertical centralportant, vers le bas, l'un des mobiles du mouvement d'horlogerie, puis, plus haut, la roue sinueuse des émissions du courant et, enfin, à son extrémité supérieure et au-dessus de la manivelle *b,* une aiguille indicatrice (pl. 482, et fig. 2, pl. 483).

f, roue sinueuse des émissions du courant, commandée par le mouvement d'horlogerie (fig. 2, 6 et 7, pl. 483); nous n'avons pas à la décrire, car elle ressemble à celle des manipulateurs à cadran ordinaires déjà décrits au *Bulletin* (voy. 2e série, t. II, 1855, p. 214 et suiv., et t. VI, 1859, p. 12); on sait que cette roue fait mouvoir un levier, dit *godille,* oscillant entre les pointes de deux vis de contact, dont l'une est en communication avec la pile et l'autre avec le récepteur.

g, aiguille indicatrice des lettres envoyées par le courant; elle est fixée à l'extrémité supérieure de l'axe *e*, et se meut comme la roue sinueuse *f,* dès que le mouvement d'horlogerie fonctionne.

h, roue à dents biseautées, placée sous le disque *d* et traversée par l'axe *e* dont elle enclanche le mouvement (fig. 2, 3, 4 et 5, pl. 483); elle ne peut accomplir qu'un petit mouvement angulaire et est ramenée à sa position initiale par une petite lame de ressort; le nombre de ses dents est égal à celui des lettres du cadran.

i, tige recourbée fixée à la roue *h*, et enclanchant l'arbre *e* en buttant contre le volant du mouvement d'horlogerie qui commande cet arbre (fig. 5, pl. 483).

j représente deux petites pièces à fonction très-importante (fig. 4, pl. 483); elles se composent d'une goupille et d'un coin fixés à la manivelle *b* sous sa face inférieure et au-dessus de la périphérie du disque *d*, qui est percé, en cet endroit, d'une fente circulaire destinée à laisser passer cette goupille et ce coin lorsqu'on appuie sur la manivelle; le coin sert à produire le déplacement angulaire de la roue *h* et la goupille à limiter la course de la roue sinueuse et, par conséquent, de l'aiguille indicatrice *g*.

k, aiguille horizontale, fixée à l'axe *e* parallèlement à l'aiguille indicatrice *g,* avec laquelle elle est située dans un même plan vertical (fig. 6, pl. 483); ces deux aiguilles accomplissent donc les mêmes mouvements, et c'est l'aiguille inférieure *k* qui en détermine l'arrêt dès que, en tournant avec l'axe *e,* elle rencontre la goupille fixée à la manivelle *b*.

En résumé, dès qu'on abaisse la manivelle *b* au-dessus d'une lettre du cadran, le petit coin *j,* traversant l'ouverture du disque *d,* vient agir sur la dent biseautée correspondante de la roue *h,* à laquelle elle imprime un petit mouvement angulaire horizontal. La tige recourbée *i* se déplaçant avec la roue *h,* le volant du mouvement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'horlogerie est rendu libre, et immédiatement l'aiguille indicatrice g est entraînée par l'arbre e; mais l'aiguille inférieure k, accomplissant le même mouvement que cette dernière, rencontre bientôt la goupille j de la manivelle b qu'on tient toujours abaissée, auquel cas elle s'arrête, c'est-à-dire qu'elle prend position sous la lettre même où la manivelle est appuyée ; à ce moment, l'arbre e se trouve donc arrêté, et, comme on abandonne ensuite la manivelle b, la goupille j remonte, et la roue h revenant en place sous l'action du ressort qui la sollicite, la tige recourbée i revient également enclancher le volant du mouvement d'horlogerie.

l, bouton de remise à la croix de l'aigui lle$g$ (fig. 1, pl. 482, et fig. 2 et 3, pl. 483). Voici maintenant comment on ramène, d'un seul coup, l'aiguille indicatrice à la croix du cadran, sans avoir besoin d'agir sur la manivelle du manipulateur.

m, levier horizontal (fig. 3, pl. 483), dont l'extrémité gauche porte le bouton de manœuvre l, tandis que celle de droite se termine par une équerre exactement disposée sous la croix du cadran ; ce levier est fixé, vers son milieu, en un point autour duquel il peut osciller, et est ramené à sa position initiale par une lame de ressort.

n, petite goupille verticale, placée sur l'extrémité en équerre du levier m.

o, came biseautée, fixée à la roue h, contre l'équerre du levier m, c'est-à-dire sous la croix du cadran.

Il résulte de ces dispositions que, lorsque, sans toucher à la manivelle du cadran, on presse avec le doigt sur le bouton l, le levier m déplace légèrement la roue h; alors, le mouvement d'horlogerie étant déclanché, les aiguilles supérieure et inférieure g et k se mettent à tourner et s'arrêtent forcément à la croix, parce que l'aiguille k vient rencontrer la goupille n qui interrompt la rotation ; en même temps la roue h est revenue sur elle-même et le mouvement d'horlogerie se trouve de nouveau enclanché.

p, barillet du mouvement d'horlogerie qui comprend six mobiles; l'axe du quatrième porte la roue sinueuse f, et l'axe du sixième le volant régulateur.

q, clef du carré de remontoir du mouvement d'horlogerie (pl. 482, et fig. 2, pl. 483).

Récepteur-imprimeur.

Comme le manipulateur, le récepteur est à mouvement d'horlogerie. Dans le plan de la figure 1, planche 482, on a enlevé la platine supérieure de la cage qui enferme les rouages.

r, roue des types calée, en dehors de la cage, sur l'axe de la roue d'échappement du mouvement d'horlogerie (fig. 1, pl. 483).

s, cylindre encreur de la roue des types.

t, bande de papier sur laquelle s'impriment les caractères de la dépêche.

u, u', rouets dévideur et envideur de la bande de papier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

v, v', cylindres entraîneurs de la bande de papier.

w, petit tampon, à surface de caoutchouc, placé sous la bande de papier contre la quelle il vient frapper pour l'appuyer sur la roue des types chaque fois qu'une lettre doit être imprimée; il est fixé à une tige qui le guide dans son mouvement vertical, et est mis en action par le levier x, qui agit sur lui à la manière d'un marteau à manche.

x, levier oscillant autour de l'axe x' et produisant la frappe du tampon w; son extrémité antérieure est munie, en dessous, d'une petite sphère faisant fonction de contre-poids, tandis que son extrémité postérieure porte une armature destinée à être attirée par l'électro-aimant de la pile locale; c'est ce même levier qui détermine le mouvement des cylindres entraîneurs v, v'.

y, ressort antagoniste du levier x, dont la tension se règle au moyen d'un bouton à contre-écrou placé sur l'arête supérieure de ce levier.

z, petite roue à rochet calée, comme la roue des types, sur l'axe de la roue d'échappement, et située dans l'intérieur de la cage (planche **482**); elle porte un nombre de dents égal à celui des lettres de la roue des types.

α, petite came en acier, reliée à un levier à contre-poids, et frottant sur la roue à rochet z pendant qu'elle tourne avec rapidité; dès que cette roue s'arrête et que, par conséquent, la roue des types, arrêtée elle-même, présente une lettre perpendiculairement au-dessus de la bande de papier, la came α tombe entre deux dents du rochet, et son levier vient, par son extrémité, fermer le circuit de la pile locale et animer l'électro-aimant qui commande le levier x; la lettre est alors instantanément imprimée.

β, électro-aimant de la pile locale mettant en mouvement le levier x, qui produit la frappe du tampon w (planche **482**, et fig. **1**, planche **483**).

γ, électro-aimant de ligne.

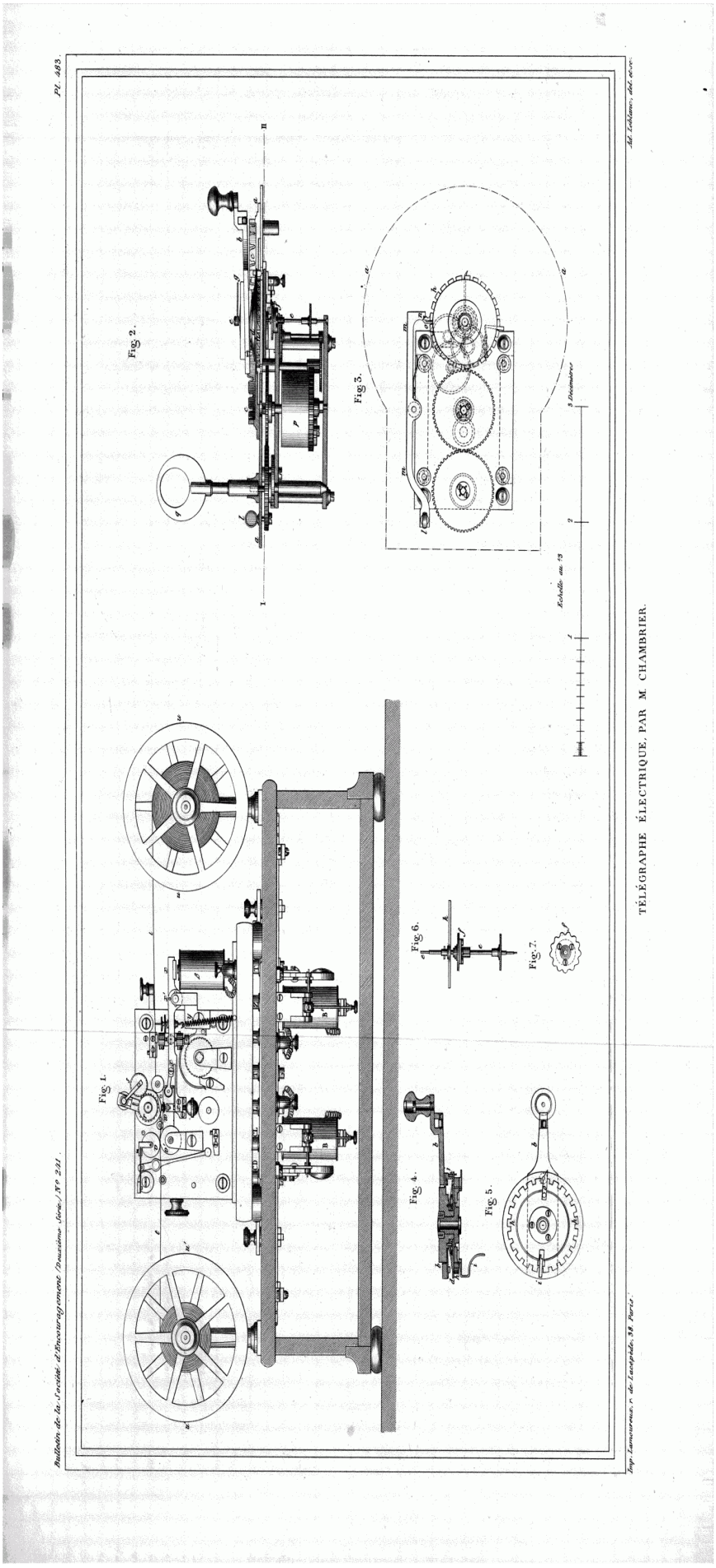
Boussole, relais indicateurs, sonnerie, commutateurs et bornes pour la mise en ligne des appareils.

A, boussole galvanomètre du poste (planche **482**).

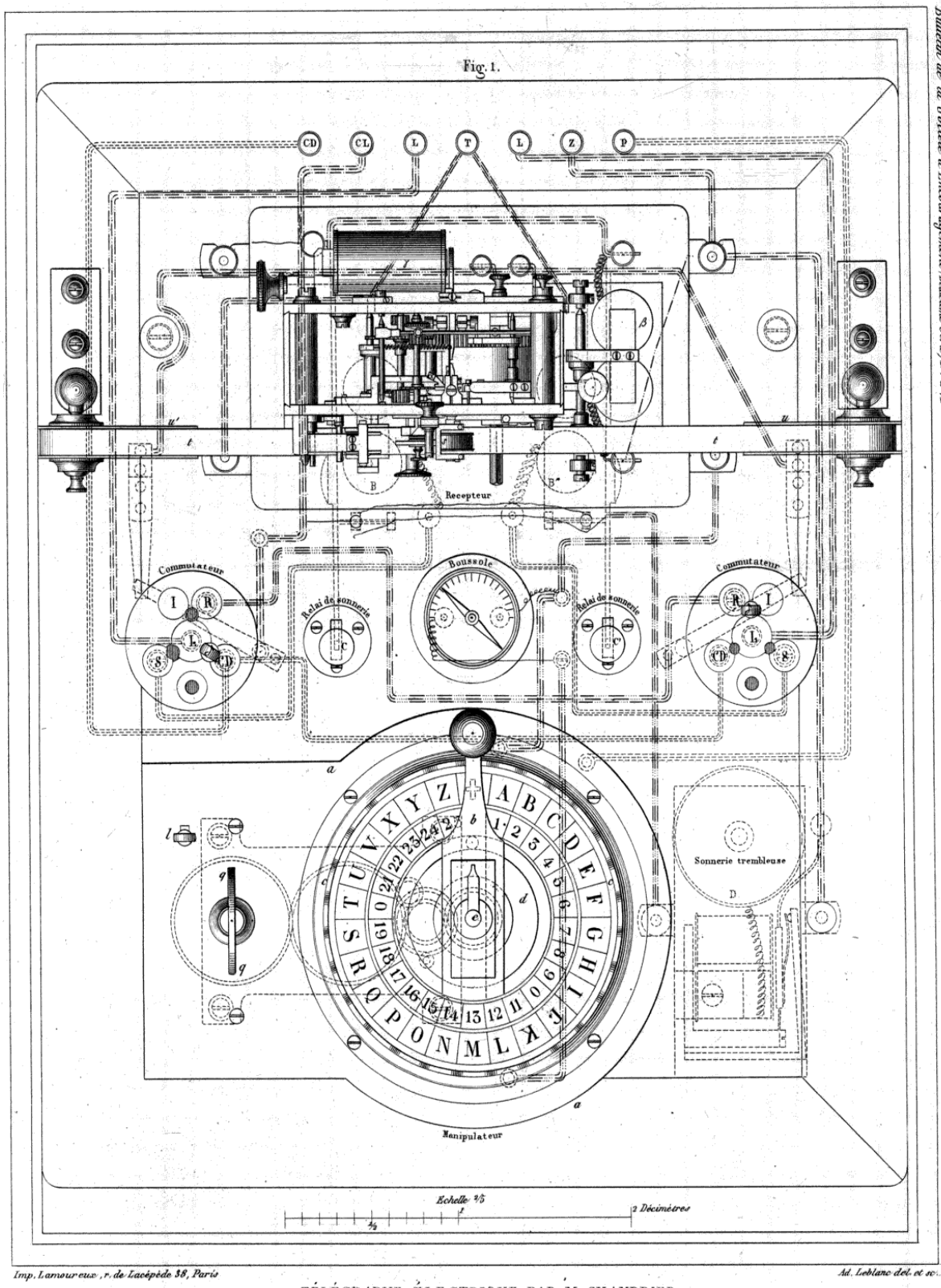
B, B′, relais indicateurs de sonnerie. Ils sont fixés sous le couvercle de la boîte du poste, à droite et à gauche de la boussole A (fig. **1**, planche **483**), et correspondent aux deux directions de la ligne. Chacun d'eux se compose d'un électro-aimant qui, sous l'influence du courant venant de la ligne, attire une armature commandant un levier à contre-poids; le mouvement de ce levier a pour effet de fermer le circuit de la pile locale qui commande la sonnerie et de faire en même temps dresser, au-dessus de la table du poste, un bouton d'ivoire correspondant au côté de la ligne qui a attaqué.

C, C′, boutons indicateurs correspondant aux relais de sonnerie B, B′ (pl. **482**);

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.

TÉLÉGRAPHE ÉLECTRIQUE, PAR M. CHAMBRIER.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il suffit de baisser celui qui s'est relevé, par suite de l'attaque, pour arrêter immédiatement la sonnerie.

D, sonnerie trembleuse ordinaire, avec son électro-aimant; ils sont fixés sous le couvercle de la boîte du poste (planche 482).

Les deux circonférences, placées à côté des boutons C, C′ (pl. 482), et sur lesquelles on remarque les lettres **R, I, L, CD, S**, disposées dans un ordre spécial, sont les commutateurs de droite et de gauche du poste. Ce sont des disques de bois encastrés dans le couvercle de la boîte, et sur lesquels affleurent cinq petits disques de cuivre portant les lettres gravées et se reliant, par des plaques métalliques disposées en dessous, avec les différents appareils et directions. Des trous placés entre les petits disques, et teintés en noir sur la figure, servent, au moyen d'un bouchon métallique, à établir les communications.

♪, bouchon métallique destiné à mettre, à volonté, en relation les plaques qui correspondent aux différents appareils et directions. Ainsi, dans le commutateur de droite, le bouchon est enfoncé dans le trou entre **L, R** et **I**, ce qui signifie qu'il y a communication directe entre la ligne et le récepteur imprimeur. Si on le mettait entre **L** et **S**, il y aurait communication entre la ligne et la sonnerie; enfin, placé entre **L** et **CD**, il mettrait en relation la ligne de droite et celle de gauche, sans que le poste fût dans le circuit.

La manœuvre est la même pour l'autre commutateur, où l'on voit que le bouchon est placé entre **L** et **CD**.

Chaque commutateur est muni d'un trou indépendant, placé au bas de sa circonférence (c'est celui qui ne porte pas de lettre); c'est là qu'on place le bouchon quand il ne doit pas fonctionner.

En haut du couvercle de la boîte, et derrière le récepteur-imprimeur, sont placées sept bornes où viennent s'attacher les différents fils; elles sont désignées par **CD, CL, L, T, L, Z, P** (pl. 482, et fig. 1, pl. 483); voici comment les fils y sont attachés:

à **L, L**, s'attachent les fils des lignes de droite et de gauche;
— **T**, le fil de terre;
— **P**, le pôle positif de la pile de ligne;
— **Z**, le pôle négatif de la pile locale;
— **CL**, le pôle positif de la pile locale;

Enfin, **CD** est destiné au fil d'une troisième ligne, s'il en existe une qui passe par le poste, mais pour la communication directe.

(M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉCANIQUE AGRICOLE.

RAPPORT *fait par* M. BELLA, *au nom du comité d'agriculture, sur la* FABRICATION MÉCANIQUE DES FERS A CHEVAL *de* MM. MANSOY *et* COMP., *à Clichy-la-Garenne.*

Messieurs, il n'y a guère que douze années qu'on a commencé à employer les fers fabriqués à la mécanique pour la ferrure des chevaux, et cette fabrication a pris déjà une très-grande importance.

MM. Mansoy et comp. ont été les premiers à la développer, et ils possèdent, aujourd'hui, quatre outillages complets qui, en dix heures de travail, peuvent produire chacun 2000 fers. Ils fabriqueraient donc 8000 fers par jour, et pourraient même doubler leur production.

Nous savons des administrations importantes et très-soucieuses de leurs intérêts qui, depuis plusieurs années, continuent, avec succès, à se servir des fers fabriqués par MM. Mansoy.

Il ne faudrait pas, cependant, se faire illusion sur les raisons de ce succès, qui n'est dû ni à la qualité ni au bas prix des produits de ces honorables industriels.

Les fers fabriqués à la mécanique sont devenus une nécessité, comme deviennent nécessaires la plupart des produits fabriqués par l'intervention des machines, des machines-outils et des mécaniques, dans nos diverses industries nationales.

Depuis que les progrès de la richesse publique ou du bien-être général ont fait augmenter la consommation de toutes choses et diminuer en même temps le nombre des ouvriers travaillant de leurs mains, on a plus de peine que par le passé à trouver des maréchaux ferrants habiles et consciencieux; on éprouve aussi plus de dommages par les pertes de temps qu'exigent l'envoi et l'attente des chevaux aux établissements de maréchalerie; enfin on a beaucoup plus à craindre les effets des grèves qui, de temps à autre, soulèvent les masses ouvrières.

Les fers fabriqués à la mécanique s'offrent naturellement comme l'un des moyens les plus efficaces de diminuer les inconvénients de cette situation. Grâce à eux, un bon ferreur peut ferrer, dans le même temps, deux fois plus de chevaux. Le nombre des maréchaux ferrants peut donc être réduit sans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inconvénients et les pertes de temps qu'il fallait consacrer à forger les fers se trouvent singulièrement réduites.

Il faut donc savoir beaucoup de gré aux habiles industriels qui, les premiers, sont parvenus à appliquer les machines à la fabrication des pièces de forme aussi irrégulière que le fer à cheval et particulièrement à MM. Mansoy et comp., qui ont su apporter de grands perfectionnements à cette difficile fabrication.

Le pied du cheval, en effet, comporte autant de différences de dimension et de forme, autant d'irrégularités et peut-être encore plus de défectuosités que le pied de l'homme; il est donc aussi difficile et important de trouver pour les chevaux des chaussures toutes faites et parfaitement appropriées. Or les premiers fers à la mécanique présentaient des types trop lourds et trop uniformes, qui ont retardé leur adoption.

MM. Mansoy et comp. ont, des premiers, paré à ce grave inconvénient en offrant au commerce des types très-variés; leurs prix courants n'en montrent pas moins de quarante-cinq, dont les poids varient de 450 grammes à 2 kilog. et dont le nombre des étampures varie de six à huit. C'est un très-grand progrès dont on doit leur savoir gré.

Mais, encore une fois, les fers à la mécanique ne seront jamais comparables à des fers forgés par un habile maréchal ferrant, à la demande du pied qu'il a sous les yeux, et il faudra les comparer toujours aux produits des fabriques de souliers à la mécanique. Suivant sa conformation, son âge et son degré d'usure, chaque cheval a une manière de marcher qui devrait trouver dans sa chaussure des conséquences importantes pour la facilité de l'animal et la durée du fer. Celui-ci use ses fers en pince et celui-là aux talons ; tel les use plus à droite qu'à gauche, tandis que c'est l'inverse chez son voisin.

Ce n'est pas tout; les fers ordinaires, forgés sur l'enclume, sont formés, en partie, de *défers* mis en lopins et soudés ensemble; il faut un martelage très-complet pour étirer ces lopins et leur donner la forme voulue; or ce travail contribue beaucoup à donner au fer la ténacité et la dureté qui font sa résistance.

Une expérience, très en grand, des fers de MM. Mansoy et comp. a été faite par la Compagnie générale des omnibus et a prouvé que ces fers s'usent beaucoup plus vite que les fers ordinaires, et qu'il faut leur donner plus d'épaisseur et plus de poids pour leur assurer une durée égale. C'est un sérieux inconvénient, car cet excédant de poids fatigue inutilement les chevaux et est une cause de destruction de leurs sabots.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet inconvénient ne pourrait-il pas être atténué ? C'est une question à poser aux fabricants. Il ne semble pas impossible de donner à leurs fers, après la fabrication, un coup du marteau-pilon qui devrait produire un effet analogue à celui du martelage sur les fers ordinaires.

Mais cet inconvénient n'a pas la même gravité pour les chevaux marchant au pas, surtout pour les chevaux de charrue, que pour les chevaux travaillant au trot sur les chaussées pavées de nos villes, et c'est surtout pour l'agriculture qui, de plus en plus, manque de bras et voit émigrer vers les villes ses meilleurs maréchaux ferrants, que la fabrication des fers mécaniques semble avoir le plus d'importance. Néanmoins il faut, pour réaliser d'une manière complète les avantages que cette fabrication promet à l'industrie rurale, un appareil qui, à un moment donné, permettrait aux cultivateurs de se passer complétement de maréchaux capables et d'ateliers de forge. Cet appareil existe ; c'est le conformateur qui a été inventé par M. Clément, vétérinaire de la Compagnie générale des omnibus.

Le conformateur de M. Clément est une sole en fonte malléable qui rappelle la forme du pied de cheval, mais dans laquelle les plus gros pieds pourraient entrer. Cette sole légèrement concave comme celle du sabot est entourée d'un rebord faisant saillie, dans lequel se meuvent des vis de pointage chargées de prendre la forme du fer qu'on veut poser. Cette forme peut être fournie soit par un podomètre, soit par une simple empreinte tracée sur une feuille de papier, soit, enfin, par le fer tombé. Et c'est entre ces vis de pointage qu'on introduit le fer neuf préalablement chauffé, au moyen d'un outil très-simple qui lui donne en même temps la forme et l'ajustage.

M. Clément a eu l'heureuse idée d'ajourner à son conformateur la tranche et la petite enclume nécessaire pour raccourcir le fer, pour relever les pinces et pour apprêter les clous. Enfin il l'a munie d'une pince ingénieuse, destinée à maintenir les clous pendant qu'on les broche, de sorte que le ferrage peut être opéré même par des mains malhabiles, mais intelligentes, comme celles des chefs de culture et de leurs commis de ferme.

Cet appareil, placé dans un fourneau à réverbère, ajouté à un assortiment de fers Mansoy, est destiné à rendre les plus grands services aux exploitations rurales isolées et à propager les fers à la mécanique qui, nous le répétons, répondent à un besoin très-réel.

Nous proposons à la Société de remercier MM. Mansoy et comp. de leur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

communication et d'ordonner l'insertion, dans le *Bulletin*, du présent rapport.

Signé BELLA, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 9 août 1872.

BIBLIOGRAPHIE HORTICOLE.

RAPPORT *fait par* M. HARDY, *au nom du comité d'agriculture, sur un ouvrage intitulé :* LES PARCS ET JARDINS CRÉÉS ET EXÉCUTÉS PAR F. DUVILLERS, *architecte, dessinateur de jardins, avenue de Saxe*, 15, *à Paris.*

Messieurs, M. Duvillers, architecte-paysagiste, avenue de Saxe, n° 15, a présenté à la Société la première partie d'un ouvrage sur la création des parcs et jardins, dont il est l'auteur en même temps que l'éditeur.

Vous avez renvoyé l'examen de cet ouvrage au comité d'agriculture; je viens, en son nom, vous faire connaître son opinion.

M. Duvillers s'occupe, depuis de longues années, de la création des parcs et jardins, tant en France qu'à l'étranger. Plus de deux mille propriétés ont été dessinées par lui et plantées sur ses indications. Parmi elles, il a choisi, pour former son ouvrage, les parcs et jardins qui lui paraissaient offrir le plus d'intérêt au point de vue de l'étude de cette partie de son art, où l'imagination de l'artiste doit être guidée par les lois de la perspective et par certaines règles s'appuyant sur la connaissance du sol et celle de la croissance et du port des végétaux.

Quarante planches, avec texte, ont été publiées; elles représentent des jardins ou parcs d'étendues très-variées, et en donnent les plans et les profils. On peut ainsi se rendre compte du dessin du terrain et suivre, en se reportant à l'échelle qui accompagne la gravure, les divers reliefs imposés au sol par l'architecte-paysagiste.

Les plans qui ont été soumis au comité d'agriculture paraissent bien conçus et se rapporter au genre de jardin que l'on a voulu créer. Ainsi, un petit jardin de ville, et ce n'est pas le moins difficile à réussir, ne saurait avoir la même disposition qu'une grande propriété de campagne. Le jardin d'une communauté religieuse d'hommes demande d'autres distributions que celui d'une communauté de femmes; une maison d'éducation exige des lieux de récréation autrement entendus que les promenoirs d'un hospice;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une promenade publique doit présenter d'autres dispositions qu'un parc particulier; enfin un grand château sera entouré d'une manière différente qu'une simple maison bourgeoise.

M. Duvillers a parfaitement compris toutes ces nuances, assez tranchées d'ailleurs entre elles, et a fait une heureuse application des études qu'il a entreprises des divers genres de parcs et jardins qu'il a eus à créer. Il a montré ainsi un réel talent.

Un mérite qu'on doit reconnaître encore à M. Duvillers, c'est qu'il est loin d'être absolu dans ses idées. Il ne renverse pas tout ce qu'il trouve devant lui; il sait, au contraire, approprier à son œuvre ce qui lui semble digne d'être conservé au grand avantage de la propriété, qui y gagne en aspect immédiat, et ajoutons du propriétaire dont les dépenses sont relativement ménagées.

Dans ses compositions, il adopte aussi bien l'ancien genre français que le nouveau genre paysager ou anglais. Ainsi, il n'hésite pas, par exemple, à entourer le château de Maisons-sur-Seine d'un jardin français, s'harmonisant mieux que toute autre conception avec l'œuvre si remarquable de François Mansard. Dans d'autres circonstances, il ne craint pas d'annexer à la propriété principale, sous forme pittoresque, des prairies, des bois et même des vignes, ajoutant le produit à l'agrément.

Mais, il ne suffit pas de dessiner avec goût un parc, il faut surtout le bien planter. Là est souvent le point le plus difficile que le jardinier paysagiste ait à traiter. Effectivement, il convient d'approprier les essences aux diverses natures de sol, de prévoir les dimensions qu'elles y acquerront, de connaître la forme des arbres et de savoir opposer entre elles les couleurs des feuillages, afin d'obtenir des contrastes à bel effet, soit en isolant les arbres sur les pelouses, ou en les plantant par groupes, en massif. Des connaissances géologiques et botaniques sont donc nécessaires à qui veut se livrer avec succès à la plantation des grands parcs. M. Duvillers a ces connaissances. C'est peut-être même dans l'énumération des divers végétaux dont sont composées les plantations si nombreuses et si variées qu'il a faites qu'est le côté le plus saillant de son ouvrage. Les enseignements qu'il donne, à cet égard, se fondent sur une longue pratique et une expérience raisonnée. Son livre devient ainsi un guide utile à consulter.

Toutefois, il nous reste à émettre le désir que M. Duvillers termine son ouvrage en formulant les règles générales de l'art de l'architecte paysagiste. Il lui sera facile de les déduire des notices qu'il a publiées et des travaux dont la conception et l'exécution lui sont dues.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le comité d'agriculture vous prie, Messieurs, de décider que des félicitations seront adressées à M. Duvillers, et d'ordonner l'insertion de ce rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé A. HARDY, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 25 octobre 1872.

CHEMINS DE FER.

DES CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL, PAR M. BAUDE,

Membre du Conseil.

On sait qu'une loi en date du 12 juillet 1865 a autorisé la création de chemins de fer dits *d'intérêt local*. Les Conseils généraux ont tout pouvoir pour prendre l'initiative de leur établissement; les préfets font procéder aux formalités d'enquête, pour en déclarer l'utilité publique. Le Conseil général des ponts et chaussées, toutefois, donne son avis au Ministre, en ce qui concerne l'action qu'ils peuvent avoir sur les choses d'intérêt général, ou l'atteinte que peuvent porter ces chemins aux travaux publics, ou bien aux grandes voies de communication.

L'engouement a été tel, que les Conseils généraux, d'après des relevés que nous avons lieu de croire authentiques, concèdent aujourd'hui ou demandent à concéder 25000 kilomètres de chemins de fer, représentant une dépense de plus de 4 milliards à ajouter aux charges de la France ! Ce serait la ruine du pays; il importe de la limiter en éclairant le public par les résultats obtenus sur les chemins de fer, en exploitation déjà, et qui ont tous les caractères de chemins de fer d'intérêt local.

Suivant les lois de la saine économie politique, un chemin de fer ne devrait être construit qu'autant que son revenu brut, diminué des frais d'exploitation, donne l'intérêt du capital employé à son établissement. Sans doute l'État, les départements, les communes, suivant les cas, peuvent venir au secours des entreprises pour compléter ou augmenter un revenu insuffisant; mais, si vous descendez au-dessous d'une certaine limite, les transports que vous faites à bon marché par vos tarifs deviennent très-chers par le fait, et, tandis que le cahier des charges établit des tarifs de 10 à 12 centimes par tonne, ils reviennent au pays à 60 ou 80 centimes, alors que le transport par un chemin de terre serait revenu à 18 ou 20 seulement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous trouvons, à ce sujet, des tableaux extrêmement curieux dans un rapport présenté au Conseil général du département de la Manche, par l'un de ses membres, M. Dufresne, inspecteur général des ponts et chaussées.

Ainsi que nous l'avons dit, les grandes compagnies, au nombre de six, ont dans leurs réseaux respectifs un grand nombre de chemins de fer, qui sont tout à fait dignes de porter le nom de chemins de fer d'intérêt local. Ces compagnies sont dans l'obligation de fournir au Ministre des travaux publics, mois par mois, des renseignements contrôlés sur les différents produits de l'exploitation. C'est à l'aide de ces documents que M. Dufresne a dressé trois tableaux qui établissent la situation de ces chemins de fer imposés aux compagnies, et dont la perte est compensée pour elles, soit par le produit des grandes lignes, soit par les garanties d'intérêt que paye l'État à quelques-uns d'entre eux.

1er Tableau.

Embranchements dont le revenu brut ne couvre pas ou ne fait que couvrir les frais d'exploitation.

DÉSIGNATION DES EMBRANCHEMENTS.	LONGUEUR en KILOMÈTRES.	DÉFICIT annuel PAR KILOMÈTRE.
	K.	FR.
Ouest.		
Laigle à Conches.	40	1 595
Louviers à la ligne de Rouen.	7	3 847
Orléans.		
Auray à Napoléonville.	51	4 892
Lexos à Montauban.	66	2 663
Lyon-Méditerranée.		
Sorgues à Carpentras.	16	1 600
Les Arcs à Draguignan.	13	1 600
Brioude à la Levade.	62	1 300
Midi.		
Langon à Bazas.	20	1 984
Perpignan à Port-Vendres.	30	3 020
Nord.		
Chantilly à Senlis.	11	3 695
Est.		
Flambouin à Montereau.	28	»
Haguenau à Niederbronn.	20	»
Sainte-Marie-aux-Mines à Schlestadt.	21	769
Châtillon à Chaumont.	43	2 450

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2e Tableau.

Embranchements dont le revenu brut couvre à peu près les frais d'exploitation.

DÉSIGNATION DES EMBRANCHEMENTS.	LONGUEUR en KILOMÈTRES.	REVENU pour 100 DES DÉPENSES de construction.
	K.	FR.
Ouest.		
Beuzeville à Fécamp.	20	0,63
Pont-l'Évêque à Trouville.	11	0,25
Lyon-Méditerranée.		
Laroche à Auxerre.	19	0,93
Livron à Privas.	32	1,97
Rognac à Aix.	25	1,43
Aubagne à Valdonne.	17	0,27
Aix-les-Bains à Annecy.	39	0,24
Avignon à Cavaillon.	33	0,47
Saint-Étienne au Puy.	86	0,48
Saint-Étienne (Saint-Just) à Montbrison.	22	0,25
Saint-Germain-des-Fossés à Vichy.	9	0,60
Midi.		
Agde à Lodève.	57	0,27
Saint-Simon à Foix.	70	1,01
Castelnaudary à Castres.	55	0,71
Castres à Mazamet.	19	0,87
Carmaux à Albi.	15	1,68
Castres à Albi.	47	1,06
Est.		
Gretz à Coulommiers.	33	0,39
Longueville à Provins.	7	0,61
Dieuze à Avricourt.	22	0,22
Épinal à Remiremont.	24	0,41
Lunéville à Saint-Dié.	50	1,36
Strasbourg à Bar, Mutzig et Wasselonne.	94	1,12

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3e Tableau.

Lignes dont le revenu est inférieur à **2** *pour* **100** *des sommes dépensées pour leur construction.*

DÉSIGNATION DES LIGNES.	LONGUEUR en KILOMÈTRES.	REVENU pour 100 DES DÉPENSES de construction.
	K.	FR.
Ouest.		
Caen à Cherbourg	131	1,25
Lisieux à Honfleur	43	0,64
Rennes à Redon	70	1,00
Rennes à Saint-Malo	81	1,37
Rennes à Brest	249	1,22
Orléans.		
Brétigny à Tours, par Vendôme	202	1,87
Nantes (Savenay) à Landerneau et à Napoléonville	350	0,49
Paris à Orsay et à Limours	43	1,03
Niversac à Capdenac	157	1,96
Montauban à Capdenac, à Rodez et à Decazeville	201	0,61
Toulouse à Lexos et à Albi	106	1,27
Montluçon à Saint-Sulpice-Laurière et Fournaux	137	1,40
Poitiers (Saint-Benoît) à Saint-Sulpice-Laurière	111	0,34
Nantes à Napoléon-Vendée	75	0,52
Angers (la Poissonnière) à Niort, par Bressuire	164	0,27
Lyon-Méditerranée.		
Bourg à Besançon	140	2,00
Roanne à Lyon, par Tarare	76	0,54
Valence à Moirans	78	1,46
Grenoble à Flaxais	50	0,99
Nuits-sous-Rivière à Châtillon	35	1,20
Gray à Fraisans	44	0,71
Clermont à Brioude	70	1,49
Midi.		
Mont-de-Marsan à Tarbes	99	0,98
Bayonne à Irun	36	0,92
Dax à Ramoux	30	1,22
Agen à Vic-de-Bigorre	129	0,07
Nord.		
Boulogne à Calais	»	»
Amiens à Rouen	»	»
Est.		
Épernay à Reims	30	1,36
Troyes à Bar-sur-Seine	24	0,67

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il résulte des tableaux ci-dessus que dans les six grandes compagnies de chemins de fer, c'est-à-dire non pas dans des localités particulières, mais indistinctement sur tous les points de la France, on a déjà 438 kilomètres dont l'exploitation est en perte, indépendamment du capital de constructions qui ne produit rien.

On trouve que, pour 716 autres kilomètres, l'exploitation donne un résultat nul; les recettes brutes sont à peu près équivalentes aux frais d'exploitation. Le capital est perdu.

Enfin, parmi nos chemins de fer, il y a une longueur de 2993 kilomètres, dont les produits nets n'atteignent pas 2 pour 100 du capital dépensé. Il est probable que les finances des petites compagnies exploitantes ne sont pas en meilleur état.

Et encore il faut reconnaître que les localités desservies sont, en général, bien supérieures en population, en produits industriels ou agricoles à celles que doivent réunir les chemins de fer vicinaux d'intérêt local.

Mais, dira-t-on, les chemins de fer construits par les grandes compagnies l'ont été très-chèrement, et les capitaux que vous considérez comme perdus auraient donné une tout autre rémunération, si le prix du kilomètre avait été renfermé dans des limites beaucoup plus restreintes. C'est une erreur. Si dans l'origine le prix du kilomètre est revenu à 400 ou 500 000 francs et plus, les petits chemins de fer, imposés de fait par l'État aux compagnies, ont été construits avec une remarquable économie. Les localités s'en plaignent. Nous n'avons pas besoin d'ajouter que, sur les grandes lignes, la dépense de construction, qui paraît aujourd'hui excessive, a été une véritable économie, car elle a permis d'avoir de faibles pentes, de grandes courbes, d'immenses stations à marchandises, ce qui réduit infiniment les frais d'exploitation.

Le rapport de l'honorable conseiller de la Manche avait pour objet de démontrer à ses collègues que le département de la Manche, une sorte de presqu'île, avait un bien plus grand besoin de chemins vicinaux, de chemins ruraux à entretenir ou à perfectionner, que de chemins de fer d'intérêt local. Il établit que les dépenses qui s'appliquent aux premiers devraient être de 25 000 000 de francs. « Et c'est en présence d'une telle situation, ajoute-t-il, « qu'on ose proposer de construire des chemins de fer, et d'y appliquer un « emprunt de quatre millions! D'un côté, il s'agit de voies de communica- « tion qui répandent partout l'aisance et la vie, qui donneront à l'agricul- « ture, la véritable industrie de notre département, un développement « d'autant plus grand qu'il s'appliquera à la communauté tout entière, de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« voies de communication qui atteindront jusqu'à la moindre ferme et qui, « répondant ainsi à toutes les exigences d'une bonne justice distributive, « créeront sur toute la surface du département une véritable richesse. De « l'autre côté, au contraire, il s'agit d'entreprises qui ne donneraient satis- « faction qu'à des localités tout à fait restreintes, qui pourtant épuiseraient « toutes nos ressources, et qui, laissant ainsi le reste du département en « souffrance, ne tiendraient aucun compte de la justice distributive dont je « parlais tout à l'heure; d'entreprises pour lesquelles rien ne presse, car, nous « ne saurions trop le répéter, elles n'intéressent que des localités tout à fait « restreintes; d'entreprises, enfin, que toutes les personnes qui se sont occu- « pées de chemins de fer regardent comme déplorables, et au sujet desquelles « les plus hardis restent certainement dans le doute. »

Ces sages conseils sont donnés seulement au département de la Manche, qui est en cause; mais ils peuvent s'appliquer à beaucoup d'autres départements, et il n'est pas inutile de les répéter.

Quand il y a en France un engouement quelconque, une mode, et beaucoup de populations ayant la vanité d'avoir leur chemin de fer, il y a toujours des spéculateurs pour en profiter ou plutôt pour l'exploiter. Nous ne parlons pas d'honorables banquiers, d'intelligents constructeurs qui font loyalement les affaires et qui n'en patronnent que d'honnêtes; mais il y a à côté d'eux des flibustiers industriels qui, trompant sur la signification des mots, ont pris dans leurs filets une quantité de prêteurs, dont les infortunes n'ont pas encore éclairé tous les niais qui restent encore à prendre.

Ainsi le mot *obligation*, appliqué à ce qu'on appelle les seconds réseaux des grandes compagnies, est un prêt qui entraîne une garantie de l'État de 4f,65 pour 100, lorsqu'elle n'est pas diminuée par les obligations émises pour le premier réseau. On patronne aujourd'hui des obligations qui non-seulement ne sont pas garanties par l'État, mais qui sont proposées aux souscripteurs avant même qu'elles soient, sinon garanties, au moins un peu sauvegardées par une valeur égale dans l'établissement des travaux ou du matériel. C'est un abus que la loi, il faut l'espérer, réprimera dans l'intérêt de la morale publique.

Les réflexions qu'inspirent les tableaux publiés par M. le conseiller général Dufresne sont de nature à faire réfléchir ses nombreux collègues des départements qui, dans un zèle aveugle, poussent au développement indéfini des chemins de fer d'intérêt local. Nous ne parlons pas de ceux qui, voulant fausser la loi de 1865, n'ont d'autre objet que de souder les chemins de fer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de plusieurs départements entre eux en une ligne continue, pour enlever aux compagnies ce grand trafic des lignes principales qui permet de soutenir les lignes du second réseau et qui, s'il était inutilement divisé, ferait retomber sur l'État les charges nouvelles d'une garantie qui n'est pas moindre aujourd'hui de 44 millions par an. C'est à l'Assemblée nationale à modérer ceux-là.

AGRICULTURE.

NOTICE HISTORIQUE SUR L'INTRODUCTION DE LA POMME DE TERRE EN FRANCE, PAR M. HEUZÉ,

Membre du Conseil (1).

C'est au XVI^e^ siècle que se manifesta, en France, la première réaction en faveur de l'agriculture. Cette heureuse rénovation eut pour cause le développement que reçut alors l'intelligence, et elle permit aux esprits éclairés de penser plus librement et d'inscrire sur le drapeau social ces mots sublimes : *Dieu et l'homme, le pouvoir et la liberté!*

A cette époque, la France présentait le plus affligeant spectacle : les champs offraient d'immenses friches, le commerce et l'industrie languissaient, la misère s'étendait de la chaumière du pauvre au palais du riche, et les finances se trouvaient dans l'état le plus déplorable.

Sully, qui portait un vif intérêt à l'agriculture, pensa, avec raison, qu'il suffirait de l'encourager pour relever la France de ses longues humiliations et pour accroître le bien-être public et la richesse nationale. Il ne se trompa pas. Au bout de quelques années, avec une volonté constante et énergique, il remédia aux abus, soumit toutes les dépenses à un contrôle sévère, et, accordant une protection sans égale à l'industrie agricole, il prouva, à tous, la vérité de cette maxime : *Le labourage et le pâturage sont les deux mamelles d'un État!*

L'école qui développa les idées sages, bienfaisantes et libérales du Ministre du bon Henri forma aussi Olivier de Serres, qui écrivit bientôt ces mots : *Le roi consiste quand le champ est labouré.* C'est au Pradel, dans le Vivarais, que

(1) Communication faite dans la séance du 22 mars 1872.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le patriarche de l'agriculture française apprit la culture des champs et qu'il comprit l'importance de la culture du mûrier dans les régions méridionales de la France. Le livre qu'Olivier de Serres nous a laissé est une œuvre impérissable. C'est dans ce livre, qui a pour titre *le Théâtre de l'agriculture*, et dont la première édition fut publiée en l'année 1600, que la pomme de terre a été mentionnée pour la première fois en France comme plante agricole et alimentaire.

Cette plante est très-ancienne. Elle était cultivée au Pérou et au Chili, lorsque les Espagnols y arrivèrent pour la première fois. Peter Cieça, de Séville, raconte, dans sa *Chronica del Peru*, publiée en 1553, que les habitants de Quito, outre le maïs, cultivaient une plante à racine alimentaire qu'ils nommaient *papas*. Ces racines étaient mangées cuites ou on les faisait sécher au soleil pour les conserver sous le nom de *chumo*. Lopez de Gomera a signalé les mêmes faits dans son *Histoire générale des Indes*.

La pomme de terre était encore inconnue au Mexique sous le règne de Montezuma, mais sa culture fit de grands progrès au Chili sous les Incas. Fraisier dit, dans son *Voyage de la mer du Sud*, que les habitants du Chili la regardaient comme une plante très-utile.

De quelle contrée la pomme de terre est-elle originaire? Suivant de Humboldt, cette plante n'existe pas à l'état sauvage dans les Andes situées sous les tropiques. C'est seulement au Chili qu'elle végète naturellement, ainsi que le constate Molina dans son *Histoire naturelle du Chili*, d'après les plus anciens écrivains de cette partie de l'Amérique méridionale.

Il est vrai qu'on trouve au Mexique, à l'état indigène, la pomme de terre amère que les Indiens *Aymaras* appellent *luki*, mais cette espèce est le *solanum verrucosum*. Cette solanée a des fleurs très-développées et d'un rouge violet pâle lorsqu'elle croît dans les forêts mexicaines, tandis que la pomme de terre (*solanum tuberosum*) qu'on rencontre à l'état sauvage et que les Chiliens appellent *lilicoya* a des fleurs blanches. C'est le *solanum verrucosum* qui a produit les plantes que les Mexicains appellent *chuno negro* et *chuno blanco*, pommes de terre qui sont cultivées dans les *Punas* ou plateaux élevés du Pérou et de la Bolivie, mais qui présentent peu d'intérêt aux agriculteurs de l'Europe.

Ce sont les Espagnols qui importèrent la pomme de terre ordinaire en Europe. Ils ne la désignèrent pas sous le nom *papas*, mais sous celui de *patate*, à cause de l'analogie qui existe entre les racines de cette solanée et celles de la patate douce qu'ils cultivaient depuis plusieurs années. De l'Es-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pagne, la pomme de terre passa en Italie, en 1550, où elle fut appelée *tar tufole*.

Suivant l'histoire agricole de l'Angleterre, cette plante a été importée directement de l'Amérique en Irlande, en 1545, par John Hawkings, à son retour du premier voyage qu'il fit aux Antilles, à la Floride et à la Virginie.

Cette importation eut peu de succès. Il n'en fut pas de même de celle que fit, en 1585, Walter Raleigh. Ce célèbre navigateur, ayant été forcé de relâcher sur les côtes de la Virginie dans la baie d'Orénoque, put recueillir des tubercules de pommes de terre. A son retour en Irlande, il les fit planter dans le jardin qu'il possédait, à Youghal, dans le comté de Cork. Les plantes que produisirent ces tubercules fleurirent en août, et elles donnèrent des pommes de terre en septembre. Cette réussite assura l'avenir de la pomme de terre en Irlande. Ces faits ne peuvent être révoqués en doute. Ils ont été consignés le 13 décembre 1693 dans les mémoires manuscrits de la Société d'agriculture de Londres, par sir Robert Southwell, l'un des présidents de cette importante association agricole.

Francis Drake, qui connaissait la pomme de terre parce qu'il en avait mangé dans la baie de San Francisco, le 17 juin 1579, sous le nom de *Petah*, l'introduisit de nouveau en Angleterre lorsqu'il revint de la Virginie le 28 juillet 1586.

On a dit souvent que Walter Raleigh fit, en 1623, une importation nouvelle de tubercules. Ce fait est entièrement inexact. On sait que ce célèbre navigateur fut décapité, à Londres, en 1618.

La pomme de terre a été très-bien décrite par Zarata en 1544, et par Acosta en 1578. C'est Clusius (de l'Écluse), célèbre botaniste, qui la décrivit pour la première fois en France en 1588. Il en avait reçu à Vienne, du légat du Pape, deux tubercules qu'il s'empressa de faire parvenir à Philippe de Sivry, seigneur de Waldsheim et gouverneur de Mons, dans la province de Hainaut. La figure qu'il publia en 1591, quoique grossière, est remarquable par son ensemble et ses détails, et elle caractérise bien la plante qui s'est propagée en Europe pendant le XVIII^e^ siècle et qui a mis un terme aux grandes famines. Quelques années plus tard, la pomme de terre, que Clusius appelait *Peruanorum radix* et de laquelle il disait *esculenta etiam est radix hujus novæ*, était connue en Belgique et en Autriche. Toutefois, sa culture se répandit lentement dans la Belgique, et il fallut que les religieux de Saint-Pierre, à Gand, obligeassent les paysans à payer leurs dîmes en tubercules pour qu'ils la cultivassent chaque année.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est en 1597 que le botaniste anglais Gérard en donna une description très-exacte. Mais, à cette époque, la pomme de terre, en Angleterre, était cultivée seulement dans les jardins comme une plante curieuse. Bacon, qui parle de tout ce qui intéressait alors le peuple anglais, dit qu'elle était encore regardée comme une friandise sous le règne de Jacques Ier. C'est en 1619 qu'on la vit paraître pour la première fois sur la table de la reine. On la vendait alors 2 shillings la livre.

En 1663, la culture de la pomme de terre fut vivement recommandée à l'attention des agriculteurs anglais, par Buckland, propriétaire dans le Sommersetshire, dans une séance publique de la Société royale d'agriculture de Londres, et c'est en 1664 que Forster publia un écrit intitulé : *Bonheur de l'Angleterre augmenté par la culture de la pomme de terre.* (England's happiness increased by a plantation of potatoes.) A cette époque, dans toute l'Angleterre, on doutait des qualités nutritives de ses tubercules et on les regardait comme bons seulement pour les bêtes bovines et les bêtes porcines. Cette opinion persistait encore en 1719, époque où l'auteur du *Jardinier complet* signalait la pomme de terre comme une plante très-inférieure au radis.

C'est en 1725 que cette plante alimentaire fut cultivée, pour la première fois, dans les jardins d'Édimbourg, et c'est en 1739 qu'on commença à l'accepter comme une plante appartenant à la grande culture. A cette époque beaucoup d'Écossais se montrèrent hostiles à sa propagation, parce que, disaient-ils, elle n'est pas mentionnée dans la Bible. En 1742, elle était encore inconnue dans les hautes terres et les îles de l'Écosse.

C'est en 1720 que cette précieuse plante fut introduite en Suède; mais, malgré les écrits que Linné publia en sa faveur, elle s'y propagea lentement; sa culture n'y devint générale que quand un édit royal, en 1764, ordonna, pour ainsi dire, de la cultiver.

C'est aussi vers 1710 que la pomme de terre fut introduite en Suisse, que Seigneurol la propagea dans la vallée du Rhin. Dix années après cette introduction, les populations helvétiques connaissaient le moyen de dessécher ses tubercules, de les réduire en farine et d'en faire du pain.

Son introduction en Saxe date de 1707, et c'est en 1738 qu'on commença à la cultiver en Prusse. Suivant Thaër, en 1771, cette plante était cultivée très en grand en Allemagne.

A quelle époque la pomme de terre a-t-elle été introduite en France? Personne jusqu'à ce jour n'a pu éclairer cette question. Toutefois, on sait qu'elle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

y était cultivée à la fin du XVII^e^ siècle. Ainsi, en 1693, à Badonviller (Vosges), une sentence du prévôt déclara que la pomme de terre était sujette à la dîme. Ce droit était encore en usage au commencement du XVIII^e^ siècle dans les provinces du Nord-Est. Léopold, duc de Lorraine, voulant encourager la culture de la pomme de terre, proscrivit cette dîme par une ordonnance de 1715, dans laquelle il constate que la pomme de terre est répandue dans les Vosges depuis un demi-siècle et qu'on la cultive tantôt dans les vergers, tantôt dans les chènevières et quelquefois dans les terres labourables.

Mais, si la Lorraine appréciait déjà les avantages que possède la pomme de terre, la Franche-Comté doutait encore de son utilité, ainsi que le constata l'arrêt rendu en 1630 par le parlement de Besançon, arrêt dans lequel on lit les lignes suivantes : Attendu que la pomme de terre est substance pernicieuse et que son usage peut donner la lèpre, défense est faite, sous peine d'une amende, de la cultiver dans le territoire de Salins.

C'est vers le milieu du siècle dernier que la culture de la pomme de terre fit de véritables progrès en France; mais les écrits de Duhamel furent impuissants pour éclairer les esprits qui s'étaient déclarés ses adversaires. Voltaire persista à la regarder comme un colifichet de la nature, expression que rien ne justifiait.

L'auteur de l'*École du potager* disait, il est vrai, en 1749, que cette plante n'était pas inconnue à Paris, mais il ajoute qu'elle était abandonnée au petit peuple et que les gens d'un certain ordre mettaient au-dessous d'eux d'en voir paraître sur leur table. Les variétés cultivées alors dans les environs de Paris étaient la *truffe rouge* et la *truffe blanche*.

La Société d'agriculture fondée à Rennes, en 1756, par les états de Bretagne, a beaucoup contribué à la propagation de la pomme de terre dans les provinces de l'Ouest par les essais qu'elle fit faire et les prix qu'elle a décernés de 1756 à 1759. Rozaire, agriculteur des environs de Rennes, a cultivé le premier la pomme de terre en Bretagne. En 1760, on mangeait ses tubercules avec plaisir, et La Bourdonnaye, procurer général des états de Bretagne, associait ces tubercules au seigle ou au froment pour en faire du pain. En 1762, Moreau Kerlidu cultivait dans la basse Bretagne la variété appelée *truffe rouge*.

A cette époque, la pomme de terre était aussi cultivée dans la Picardie, la Bourgogne et le Languedoc. Les variétés les plus répandues produisaient des tubercules jaunes, blanchâtres ou rougeâtres. On avait alors une telle certitude de la valeur alimentaire de ces tubercules, que Faignet songeait déjà à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

panifier la farine qu'ils contenaient. En 1761, il présenta à l'Académie des sciences un pain fait avec trois parties égales de farines de froment, de seigle et de pommes de terre. Ce pain fut trouvé bien levé et si agréable au goût, que l'Académie adressa à Faignet des éloges et lui décerna un encouragement.

Ce sont ces faits qui engagèrent, en 1763, de Boyne, alors Ministre de la marine, à importer d'Angleterre diverses variétés qui étaient encore peu connues en France. Ces tubercules furent confiés à Chanlaire, de Boulogne, qui les fit cultiver avec soin. Les produits considérables qu'il en obtint furent distribués dans diverses provinces. Ces résultats, les observations qu'on publiait chaque jour sur les avantages que présentait la pomme de terre considérée comme plante alimentaire devaient incontestablement fixer l'attention de Parmentier. Enfin les écrits publiés sur cette plante furent si nombreux, que, réunis en 1767 sous le titre de *Recueil de mémoires concernant la pomme de terre*, ils formaient huit volumes in-12.

Mais le nord de la France n'était pas la seule région dans laquelle on se préoccupait vivement de l'avenir de la pomme de terre. En 1765, monseigneur de Barral, évêque de Castres, recueillit le plus grand nombre de tubercules possible, les distribua aux curés de son diocèse en leur imposant la mission d'en propager la culture dans l'Albigeois.

D'un autre côté, en 1768, le 21 décembre, on expérimentait avec succès à l'hôtel de ville de Nantes, en présence du maire et des échevins, l'*amidon* qu'on avait extrait de la pomme de terre. Cet amidon fut trouvé supérieur à celui qu'on importait alors de la Hollande ; enfin, la même année, Mutel publia, à Rouen, un *Mémoire sur les pommes de terre cultivées dans la province de Normandie*. Cet ouvrage contient plusieurs planches très-bien gravées.

Si la pomme de terre, à cette époque, était regardée dans diverses provinces comme une plante alimentaire très-utile, à Paris et dans un grand nombre de localités on persistait encore à la considérer comme au-dessous de la dignité humaine. Les doutes qui s'élevèrent, en 1771, sur la salubrité des pommes de terre, pendant que la famine désolait l'Ile-de-France, la Brie, la Picardie, etc., furent si nombreux à Paris, que le contrôleur général jugea nécessaire de consulter la Faculté de médecine. Après des études suivies, cette savante école déclara que ces tubercules constituaient un bon aliment. Ce jugement fut confirmé par Gevigland et Sallin, médecins de la paroisse de Saint-Roch, qui certifièrent que la pomme de terre est un aliment excellent surtout pour les nourrices. L'année précédente Tyssot avait soutenu une opinion tout à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fait opposée dans son ouvrage intitulé *Traité des maladies du monde*. Enfin, c'est aussi en 1771 que Parmentier remporta le prix proposé par l'Académie de Besançon pour l'examen de la question suivante : *Quels sont les végétaux qui, dans les temps de disette, peuvent remplacer les aliments ordinaires?* Le mémoire que publia alors Parmentier et celui qu'il fit imprimer, en 1773, sous le titre : *Essai chimique de la pomme de terre* fixèrent l'attention d'un grand nombre de bons esprits. Voilà pourquoi, en 1775, Turgot propageait, avec succès, la pomme de terre dans l'Angoumois, Godinet dans le Limousin et de Chancey dans le Lyonnais!

Dès l'année 1772, Parmentier connaissait plus de cinquante variétés qu'il avait reçues de l'Alsace, du comté de Foix, de la Hollande, de la Saxe, de l'Irlande et de l'Amérique.

En 1774, ce zélé philanthrope, en publiant une traduction de l'ouvrage allemand de Model, fit connaître qu'il conservait l'espoir qu'on parviendrait bientôt à extraire de l'alcool des tubercules de la pomme. Ce livre fut un excellent complément du *Guide du fermier*, dans lequel l'auteur s'est plu à faire l'éloge de cette plante et à indiquer comment on parvient, par un râpage et des lavages répétés, à extraire la farine ou fécule que contiennent les tubercules.

A cette époque, la pomme de terre était très-cultivée en Angleterre. De Fréville raconte, dans ses *Voyages agronomiques* publiés en 1775, qu'on en mangeait en Irlande et qu'elle était la presque unique nourriture des familles pauvres. A Londres, où elle abondait sur les marchés, on la regardait comme une nourriture salubre et agréable.

En 1776, l'Académie de médecine de Paris approuva le rapport de Jussieu et de Paulet sur la valeur alimentaire de la fécule de la pomme de terre et elle applaudit au zèle de ceux qui faisaient des efforts pour donner à la préparation de ce produit tout le degré de perfection dont il était susceptible. Ces éloges avaient leur raison d'être. A cette époque, l'extraction de la fécule n'était pas facile parce qu'on agissait encore avec la râpe à main. C'est seulement en 1780 que Ravelet inventa la râpe mécanique que l'industrie féculière devait bientôt accepter avec empressement.

Nonobstant, la fécule obtenue était telle, que Parmentier fit servir, le 1er novembre 1778, un vrai pain de pomme de terre sur la table du baron d'Espagnac, gouverneur des Invalides, alors qu'il recevait les ministres du roi. Ce pain, à cause de ses qualités, fit pendant plusieurs jours le sujet de la conversation dans les principaux salons de Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Depuis 1774 jusqu'en 1784, Parmentier ne cessa de s'occuper de la culture de la pomme de terre et de découvrir les moyens d'utiliser sa fécule dans la fabrication du pain. Il chercha aussi, à diverses reprises, de nouvelles variétés, en multipliant la pomme de terre par le concours de ses graines. Ses diverses expériences, dans lesquelles il fut secondé par Cadet de Vaux et Cretté de Palluel, contribuèrent, dans une large mesure, à faire connaître cette précieuse plante.

Mallet raconte, dans son *Précis élémentaire d'agriculture* imprimé en 1780, que la pomme de terre se servait, en France, avant cette époque, sur les tables des seigneurs, et il ajoute que les Anglais en importaient alors de Dunkerque des quantités si grandes, qu'on fut obligé d'en défendre la sortie du Royaume.

En 1785, la rareté et la cherté du blé alarmèrent le Gouvernement à tel point, qu'il jugea utile de faire imprimer et distribuer une notice intitulée *Conseils sur la culture de la pomme de terre*. Cette instruction était surtout destinée à vaincre les préjugés qui existaient encore aux environs de Paris contre l'utilité de la pomme de terre. Toutefois, il ne suffisait pas de faire connaître combien la culture de la pomme de terre était facile, il fallait aussi démontrer aux esprits les plus sceptiques que cette plante pourrait donner des produits satisfaisants dans des sables purs ou dans des terrains ingrats et arides. Aussi, sur le désir du maréchal de Castries, le vainqueur de Clostercamp, qui avait fait venir des États-Unis les meilleures variétés connues à cette époque, fut-il arrêté qu'une expérience serait faite aux portes de la capitale, dans la plaine des Sablons et que les pommes de terre seraient plantées aussitôt après la revue des Gardes qui avait lieu, chaque année, le 10 mai.

Cet essai fut fait sur 2 arpents, et il eut un tel succès, qu'on put, à l'automne suivant, donner 520 boisseaux de pommes de terre à la Société philanthropique de Paris.

Ce remarquable résultat ne satisfit pas complétement les vues généreuses des hommes qui étaient convaincus que la pomme de terre était un pain tout préparé. On voulait plus, on désirait faire un grand essai dans le but non-seulement d'éclairer les habitants qui refusaient encore d'accepter la pomme de terre comme aliment, mais aussi de multiplier les variétés les plus méritantes, afin de pouvoir en distribuer aux comices agricoles. C'est pour réaliser ces généreuses intentions que l'infortuné Berthier, intendant de la généralité de Paris, proposa, l'année suivante, en 1786, de cultiver la pomme de terre sur 35 arpents dans la plaine des Sablons et 14 arpents dans la plaine de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Grenelle et de confier la direction de ces essais solennels à Parmentier.

C'est encore après la revue des Gardes que les travaux commencèrent. Le sol ne reçut qu'un seul labour. On planta, sur 49 arpents, 91 setiers de pommes de terre. Pendant ce travail, les ouvriers en pillèrent 10 setiers, maraudage excellent en ce qu'il permettait d'espérer que bientôt la pomme de terre serait acceptée avec empressement par le peuple de Paris. Tous les travaux furent terminés en quinze jours, c'est-à-dire le 25 mai. La variété cultivée dans la plaine des Sablons était la grosse pomme de terre blanche dite *patraque*. Celles plantées dans la plaine de Grenelle étaient au nombre de onze: la *blanche hollandaise*, la *jaune ronde aplatie*, la *rouge oblongue*, la *rouge longue*, la *corne vache*, la *langue de bœuf*, la *petite jaune aplatie*, la *rouge longue marbrée*, la *rouge ronde*, la *violette hollandaise* et la *blanche de Hanovre*. Toutes les plantes fleurirent en juillet. On leur donna un buttage à l'aide d'un buttoir à un cheval, qu'on croit importé d'Amérique. Pendant le mois de septembre et d'octobre, des maraudeurs enlevèrent furtivement une certaine quantité de tubercules; nonobstant ce pillage, la récolte, qui eut lieu vers la fin d'octobre, permit d'emmagasiner 9 936 boisseaux de 18 livres ou 828 setiers, soit un rendement moyen de 23 setiers 8 boisseaux par arpent.

Les pommes de terre récoltées dans la plaine des Sablons furent partagées gratuitement entre les pauvres de Paris; elles étaient de parfaite qualité, puisqu'elles provenaient de plantes ayant végété dans une terre sableuse. Le produit de l'expérience de la plaine des Sablons, disait Parmentier, dans la séance publique qui eut lieu le 19 juin 1787 à l'hôtel de l'Intendance, fut distribué aux cultivateurs de la généralité, afin qu'ils pussent varier et renouveler les bonnes variétés qui commençaient à dégénérer.

On a dit et répété mille fois que Parmentier, en dirigeant ces grandes expériences, avait eu le dessein d'exécuter seulement la curiosité des habitants de Paris; en outre, on a, à cet égard, publié la relation d'un stratagème auquel il aurait eu recours pour attirer les regards de tous sur la pomme de terre qui, dit-on encore, était à peine connue en France à cette époque. Ces relations ne sont pas exactes, et les journaux du temps ne les justifient pas. Quoi qu'il en soit, les grandes et solennelles expériences faites dans la plaine des Sablons eurent une grande renommée en France. Comme le disait Broussonnet, le 28 novembre 1788, dans une des séances publiques de la Société centrale d'agriculture de France, cette grande culture de pommes de terre fut un spectacle nouveau pour les habitants de la capitale, qui étaient accoutumés à ne voir dans cette vaste plaine qu'un sable aride et des soldats. Après

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cet essai, Louis XVI ordonna de joindre la culture de la pomme de terre aux plantes utiles qu'on cultivait alors à Rambouillet.

Parmentier, qu'on a appelé bien à tort l'inventeur de la pomme de terre, mais qu'on a surnommé plus justement le *bourru bienfaisant,* est sans contredit le savant qui a rendu les plus grands services à l'humanité pendant la seconde partie du siècle dernier. Par ses écrits si divers et ses utiles expériences, il a engagé une foule de seigneurs propriétaires à cultiver la pomme de terre et a vivement insisté pour qu'ils la fissent servir sur leur table, afin de donner l'exemple à leurs vassaux.

Ces conseils eurent un tel succès, que de Sutières fit connaître, en 1788, que la pomme de terre était déjà cultivée très en grand dans le Vivarais, le Dauphiné, l'Auvergne et le Lyonnais, et qu'elle servait à l'engraissement des chapons dans la Bresse.

Cette plante s'est propagée en France et en Europe avec une rapidité merveilleuse pendant les premières années du siècle actuel, grâce aux encouragements que le Gouvernement et les sociétés ne cessèrent d'accorder à ceux qui l'introduisaient dans les communes où elle était encore inconnue. Cette propagation prit un essor; elle excita à un tel point le zèle des agriculteurs, que de nombreux semis furent faits dans toute l'Europe dans le but d'obtenir de nouvelles variétés soit plus précoces, soit plus productives, soit plus féculentes que les anciennes. En 1813, Sageret possédait plus de 2000 variétés provenant de la patraque jaune et 3000 variétés dérivées de la patraque blanche, de la rouge longue et de plusieurs autres variétés!

La maladie qui a sévi pour la première fois en 1845 sur cette plante si utile à l'existence de l'humanité a fait craindre, pendant plusieurs années, que l'agriculture se trouvât un jour dans l'impossibilité de la cultiver. Ces craintes, fort heureusement, n'ont pas été confirmées et, en ce moment, la pomme de terre a repris, parmi les plantes alimentaires, le rang que ses qualités avaient permis de lui accorder.

Si l'Europe doit la pomme de terre à l'Amérique du Sud, l'Inde et l'Océanie ont reçu cette plante d'Europe. Comme en France, elle y fut d'abord impopulaire, mais, avec le temps, on la regarda comme un don précieux. De nos jours, dans l'Inde, elle forme, avec le riz, la base de la nourriture des Hindous. A la Nouvelle-Zélande, on l'appelle *kapana;* à la Malaisie, *obi europea;* à Java, *kantang-olando*. C'est au commencement du siècle actuel qu'elle a été introduite en Chine; mais, si cette plante est aujourd'hui très-cultivée à la Nouvelle-Zélande, dans le nord de la Chine, elle réussit mal à l'île Bourbon,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en Egypte, dans l'île de l'Ascension. Dans la première de ces localités, ses tubercules restent petits ; dans la seconde, elle produit beaucoup de fanes et des tubercules peu développés; dans la dernière, elle dégénère rapidement.

Dans ces contrées, comme en France, la pomme de terre a rencontré de nombreux adversaires, mais partout aussi elle eut un protecteur qui a su vaincre, par une persévérance à toutes épreuves, les préjugés qui s'opposaient à sa propagation.

Toutes choses égales, en France on peut manger aujourd'hui la pomme de terre sans se rappeler les peines, les fatigues, les soucis que l'illustre Parmentier s'était imposés pour détruire les préjugés et faire comprendre à la société tout entière que la pomme de terre est un des plus beaux dons que Dieu ait faits à l'homme !

ARTS CHIMIQUES.

RECHERCHES SUR LA FERMENTATION ALCOOLIQUE, PAR M. DUMAS.

« L'Académie a suivi avec intérêt la discussion qui s'est élevée naguère dans son sein au sujet des fermentations et des ferments. Je n'ai donc pas besoin de m'excuser vis-à-vis d'elle, si je viens l'entretenir aujourd'hui d'un sujet dont elle a marqué elle-même l'importance ; mais je la prie d'accueillir avec indulgence les tentatives auxquelles je me suis livré, dans cette matière pleine de difficultés, pour amener sur le terrain de l'expérience des questions laissées jusqu'ici dans le domaine de l'hypothèse.

« Il y a deux classes de ferments : les uns, dont la levûre de bière représente le type, se perpétuent et se renouvellent quand le liquide où s'opère la fermentation leur offre l'aliment dont ils ont besoin; les autres, qui ont pour type la diastase, se détruisent toujours quand ils exercent leur action. Je me suis renfermé d'abord dans l'étude d'un phénomène unique, l'action de la levûre de bière haute, sur la dissolution de sucre candi pur, à la température de 20 ou 25 degrés.

« Quatre explications ont été proposées pour en rendre compte :

« 1° La théorie physiologique qui en fait une conséquence de la vie des cellules de levûre de bière et un résultat du fonctionnement de cet organisme ;

« 2° La théorie qui, localisant le pouvoir destructeur du sucre, l'attribue au liquide que contiennent les cellules de levûre et qu'elles laisseraient exsuder dans la liqueur sucrée ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« 3° La théorie de Berzélius, qui voit dans la fermentation une des applications de la force catalytique, c'est-à-dire une action de contact;

« 4° La théorie de M. Liebig, qui la considère comme une décomposition chimique produite par influence, au moment où le ferment tombe en pourriture.

« Notre illustre doyen, M. Chevreul, rappelait naguère à l'Académie que les anciens chimistes avaient comparé souvent les phénomènes de la germination et de la multiplication des plantes avec ceux de la fermentation et de la multiplication des ferments. Si les alchimistes ont abusé quelquefois de ces analogies, il est vrai de dire, cependant, qu'entre les semences des plantes et les ferments il existe des points de contact manifestes, qui ne leur avaient point échappé.

« Comment cette doctrine, qui trouvait sa confirmation si précise dans les observations de Cagniard-Latour et de Turpin et plus tard dans les travaux approfondis de M. Pasteur, a-t-elle été délaissée par deux savants illustres : Berzélius et M. Liebig?

« Je serais conduit trop loin si je voulais rendre compte des circonstances qui expliquent cette préférence. Je me borne à examiner : 1° si une action chimique quelconque s'accomplissant au milieu d'un liquide sucré peut ébranler la molécule du sucre et la convertir en alcool et acide carbonique; 2° si une portion de sucre en pleine fermentation peut transmettre à une autre portion de sucre le mouvement dont elle est animée; 3° si, pendant que la fermentation s'accomplit, d'autres actions chimiques peuvent se produire sous son influence et par entraînement.

« *Le mouvement de fermentation peut-il se communiquer à distance?* L'ébranlement admis par M. Liebig comme cause de la fermentation a toujours lieu quand le sucre se décompose; il pourrait donc se communiquer à distance, comme les expériences de M. Abel et celles de MM. Champion et Pellet le prouvent pour les corps détonants, et le sucre appartient à cette classe de corps, car il se décompose en dégageant de la chaleur, au lieu d'en absorber; cet ébranlement peut choisir ceux qu'il provoquera et être déterminé lui-même par d'autres ébranlements par lesquels il serait choisi.

« La première question qui se présente est donc celle-ci : la fermentation du sucre est-elle le résultat d'un mouvement susceptible de se transmettre à distance?

« J'ai essayé de la résoudre, d'abord au moyen d'un tube en U, à deux larges branches réunies par un tube capillaire formant la courbure.

« Dans l'une des branches, j'ai placé du sucre en solution dans l'eau avec de la levûre de bière fraîche; dans l'autre, une solution de sucre pur. La courbure a été remplie par un liquide, à travers lequel se seraient transmises, si elles en eussent été susceptibles, ces vibrations excitées par la levûre en décomposition, auxquelles M. Liebig attribue la fermentation alcoolique.

« La courbure capillaire étant occupée par des dissolutions de glucose ou de sucre candi, par de la glycérine, du chlorure de carbone, du chloroforme, du sulfure de carbone, ou bien par des dissolutions concentrées de chlorure de calcium, de sulfate de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soude, de nitrate de potasse, d'acétate de potasse, de carbonate de soude, de potasse caustique, il a été impossible de découvrir la moindre apparence d'action, transmise du liquide sucré en fermentation, au liquide sucré privé de levûre et ne fermentant pas.

« Au bout de deux ou trois jours la fermentation, après avoir manifesté la plus grande activité, étant achevée ou très-ralentie, dans l'un des tubes, on a constamment trouvé que la liqueur sucrée du tube opposé n'offrait aucun signe de fermentation et était même entièrement exempte de sucre interverti.

« Si, au lieu d'employer des solutions aqueuses ou des liquides organiques, on place du mercure dans la courbure capillaire, le résultat est le même. La fermentation s'établit et se termine dans la branche qui contient la levûre; elle ne se manifeste pas dans celle qui ne contient que du sucre, et ce sucre ne s'intervertit pas.

« Aucun liquide ne peut donc servir de véhicule à ces mouvements nés autour d'un ferment en action, et qui pourraient déterminer à distance l'ébranlement et la décomposition du sucre, s'ils étaient transmis.

« A la vérité, les colonnes capillaires des liquides employés comme intermédiaires ont toujours une longueur sensible. Peut-être en serait-il autrement si l'on pouvait interposer entre le liquide en fermentation et le liquide sucré pur un obstacle d'une grande ténuité.

« J'ai cherché à résoudre cette question au moyen d'une membrane de collodion aussi mince qu'une pelure d'oignon, placée comme diaphragme entre deux tubes abouchés et serrés l'un contre l'autre par un appareil à vis.

« *a*. Dans l'un des tubes j'ai mis de l'eau de levûre, et dans l'autre du sucre pur dissous dans l'eau bouillie et refroidie hors du contact de l'air. Au bout de vingt-quatre heures, le sucre n'offrait aucun indice d'interversion. La même solution sucrée et la même eau de levûre ayant été mêlées offraient, au contraire, les indications de la présence d'une quantité considérable de sucre interverti.

« *b*. Dans une deuxième expérience, j'ai mis, dans l'un des tubes, du sucre candi en solution dans l'eau, tandis que je plaçais, dans l'autre, de la levûre de bière délayée dans l'eau. Au bout de vingt-quatre heures, on n'a pu reconnaître, dans le premier, ni indice de fermentation ni trace de sucre interverti.

« *c*. Dans une troisième série d'épreuves, l'un des tubes ayant reçu la solution de sucre pur, on plaçait dans l'autre la même solution sucrée avec addition de levûre en quantités variables, de manière à terminer la fermentation, tantôt en quatre ou cinq jours, tantôt en deux ou trois jours. Le tube qui n'avait reçu que de l'eau sucrée sans levûre n'a jamais offert signe de fermentation ou d'interversion du sucre, quoique l'acide carbonique produit d'un côté ait passé souvent par endosmose du côté opposé.

« Ainsi, une membrane de collodion, dont l'épaisseur n'atteint pas 1/10 de millimètre, 1° arrête l'action de l'eau de levûre sur le sucre de canne et le préserve d'in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

terversion ; 2° elle arrête l'action de la levûre elle-même sur le sucre ; 3° elle préserve le sucre pur de l'action d'un mélange de levûre et de sucre en pleine fermentation.

« Enfin, dans la partie inférieure d'un tube, j'ai mis 0ᵍ,010 de levûre délayée dans 20 centimètres cubes de dissolution sucrée au 1/5, sur laquelle on a fait couler doucement, pour éviter le mélange, 20 centimètres cubes de dissolution sucrée au 1/100 ; après vingt-quatre heures, la colonne supérieure était restée limpide ; le sucre n'y offrait ni trace d'interversion ni signe de fermentation. Dans la colonne inférieure, le sucre était interverti et la fermentation suivait son cours habituel.

« Ainsi, qu'on interpose entre l'eau sucrée et la levûre prête à agir ou en pleine activité une tranche de liquide contenu dans un tube capillaire, une membrane imperméable formée de collodion, ou même qu'on se borne à superposer les deux liquides, le résultat est le même. Le sucre reste intact : il ne fermente pas ; il n'éprouve même pas cette interversion, qui est la préparation préliminaire à toute fermentation alcoolique du sucre de canne.

« Il est donc permis de dire qu'on ne connaît jusqu'ici aucun fait qui vienne à l'appui de l'opinion qui attribue la fermentation à des mouvements partant d'un corps en décomposition et transmis au sucre. Au contraire, l'expérience semble prouver que, à travers les colonnes liquides les plus courtes, les membranes les plus minces, ou même sans intermédiaire, les liqueurs sucrées n'éprouvent aucune influence de la part du ferment, et qu'il faut le contact immédiat et direct.

« *La fermentation peut-elle être provoquée par une action chimique, ou peut-elle provoquer cette action?* — J'ai essayé de bien des manières de provoquer en présence du sucre une action chimique, dans l'espoir d'entraîner sa transformation en alcool et en acide carbonique, par le seul fait de cette action. Je ne fatiguerai pas l'Académie du récit de ces tentatives qui ont toutes échoué.

« Mais Berzélius ayant admis que la destruction du sucre est due à un phénomène de contact, il m'a semblé naturel d'essayer de la déterminer au moyen d'un autre phénomène également attribué au contact.

« C'est dans ce but que j'ai cherché à résoudre les questions suivantes : L'eau oxygénée exerce-t-elle une action sensible sur le sucre de canne? Sa décomposition, excitée par un agent sans influence sur le sucre, peut-elle entraîner un mouvement dans les molécules de ce corps et produire sa destruction?

« L'expérience a été faite avec soin sur de l'eau oxygénée neutre, contenant 20 ou 25 volumes de gaz oxygène, à laquelle on a ajouté une dissolution de sucre candi pur. Après quatre jours de contact, on n'a reconnu aucun signe d'interversion dans le sucre employé. L'eau oxygénée n'agit donc pas sur le sucre.

« Une autre portion de cette eau oxygénée ayant été mêlée avec une dissolution de sucre pur, on fit tomber dans le mélange du bioxyde de manganèse naturel en poudre fine. Le dégagement de gaz oxygène fut prompt comme à l'ordinaire. La li-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

queur, essayée pendant que le dégagement s'effectuait avec énergie et reprise quatre jours après, lorsque depuis longtemps il avait cessé, ne présenta pas la plus faible trace de sucre interverti.

« Les mêmes expériences effectuées avec le glucose ont fait voir qu'une solution de ce sucre peut être mêlée à l'eau oxygénée neutre, sans qu'il en résulte aucun phénomène apparent. Si l'on ajoute du bioxyde de manganèse au mélange, on obtient un vif dégagement d'oxygène, sans trace d'acide carbonique. La destruction de l'eau oxygénée n'occasionne donc pas, non plus, dans le glucose cet ébranlement moléculaire qui est le signe de la fermentation.

« Dans ces dernières années, Schönbein a signalé la formation de l'ozone et celle de l'eau oxygénée comme des événements qui coïncident souvent avec les phénomènes de combustion lente, auxquels les substances organiques donnent lieu, et que M. Liebig classe parmi les fermentations.

« Il était donc naturel de rechercher si, pendant l'acte de la fermentation, il se forme de l'ozone ou de l'eau oxygénée.

« Je m'en suis assuré; l'oxygène n'exerce aucune action sur la levûre avant la fermentation, ni pour la retarder, ni pour l'accélérer. Son action serait-elle nulle de même pendant la fermentation? Il fallait le constater. En conséquence, j'ai dirigé un courant lent de gaz oxygène à travers un flacon renfermant le sucre, la levûre et l'eau, en pleine fermentation. Il n'en a pas sensiblement modifié la marche. L'oxygène, d'ailleurs, n'a pas offert trace d'ozone, et le liquide fermenté, ni dans ce cas ni dans aucun autre, ne m'a offert le moindre signe de la présence de l'eau oxygénée.

« Il ne se passe donc rien dans la fermentation de ce qui caractérise les combustions lentes ou même ces mouvements électriques, agissant par effluves phosphorescentes, sur lesquelles M. Houzeau et M. Arnould Thénard viennent d'appeler l'attention des physiciens.

« *La fermentation peut-elle être réglée?* — Avant d'aller plus loin, et abstraction faite pour le moment du côté physiologique de la question, examinons si la fermentation alcoolique est susceptible d'être étudiée comme un phénomène régulier qui, soumis à des perturbations déterminées, serait capable d'en traduire les résultats avec précision. Il m'a semblé qu'étant placée sous la dépendance de millions d'organismes microscopiques, la fermentation alcoolique devait obéir à la loi des grands nombres et présenter des moyennes parfaitement semblables, dans des circonstances semblables d'ailleurs. Cette prévision s'est vérifiée.

« *a.* J'ai délayé, dans 800 centimètres cubes d'eau, 160 grammes de levûre, et, d'autre part, j'ai dissous, dans 80 centimètres cubes d'eau, 4 grammes de glucose.

« Le premier liquide étant divisé en quatre parties égales, j'ai versé dans les vases qui les contenaient la moitié de la dissolution glucosique, en suivant l'ordre des n^os^ 1, 2, 3, 4, et l'autre moitié en revenant suivant l'ordre inverse 4, 3, 2, 1. Le point de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

départ de la fermentation s'est ainsi trouvé le même pour tous les vases. Du reste, il avait suffi de 2 minutes pour répartir le glucose entre eux.

« Les essais faits alternativement dans les divers vases, on a reconnu qu'il y restait encore des traces de glucose au bout de 14 minutes, et qu'après 16 minutes on n'en trouvait plus dans aucun d'eux.

« Dans les conditions où l'on se trouvait placé, 40 grammes de levûre avaient donc fait disparaître 1 gramme de glucose en 16 minutes au plus.

« *b*. L'expérience répétée sur le sucre candi a donné des résultats semblables, quant à la régularité, quoiqu'ils aient été différents quant à la durée. La fermentation a marché avec une telle précision, qu'il restait encore du sucre appréciable après 32 minutes dans les quatre vases, et que le sucre candi avait disparu à la trente-quatrième minute dans tous les appareils.

« Ainsi la destruction de 1 gramme de sucre de canne par 40 grammes de levûre de bière avait duré 34 minutes au plus.

« La levûre mise en usage dans ces deux expériences étant la même, et les conditions de température et de pression étant identiques, on peut conclure, puisque le glucose disparaît en 16 minutes et que le sucre candi en exige 34, que, lorsqu'il s'agit des premières portions de sucre soumises à la fermentation, il faut à la levûre autant de temps pour intervertir le sucre de canne que pour le convertir ensuite en alcool et en acide carbonique.

« *c*. Si l'on délaye de la levûre de bière dans l'eau et qu'on ajoute, à des portions semblables d'un liquide contenant, par exemple, 150 centimètres cubes d'eau et 10 grammes de levûre, des quantités de sucre représentées par $0^{s},5$ — 1 gramme — 2 grammes — 4 grammes, on trouve que le temps nécessaire à la destruction du sucre est exactement proportionnel à sa quantité.

« En prenant pour axe des abscisses les quantités de sucre et pour axe des ordonnées le nombre de minutes nécessaire pour la disparition du sucre, la durée de la fermentation se représente exactement par une ligne droite dans toutes les expériences que j'ai exécutées; en effet :

		Rapports.
4 grammes de sucre ont exigé.	430 minutes.	4
2 — —	215 —	2
1 — —	108 —	1
0,5 — —	55 —	0,5

« Ainsi, dans des circonstances identiques, la durée de la fermentation est proportionnelle à la quantité de sucre, la levûre étant en excès, bien entendu.

« La régularité de ces phénomènes me permettra de déterminer par l'expérience la quantité de chaleur rendue libre par 1 gramme de sucre qui fermente. Elle étonne moins, lorsque l'on se rend compte de la multitude de corpuscules qui, intervenant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans leur production, doivent déterminer une moyenne générale uniforme, quelques différences individuelles qu'on puisse supposer entre eux.

« En effet, si l'on prend la levûre de bière telle que je l'emploie, c'est-à-dire essorée sur des doubles de papier buvard, jusqu'à ce qu'elle y ait pris une consistance ferme et qu'elle contienne environ 20 pour 100 de matière sèche, on peut facilement apprécier le nombre des cellules qu'un espace donné de cette matière renferme.

« Avec un grossissement de 550 diamètres, on trouve que le nombre des cellules varie de 60 à 77 par millimètre carré apparent; c'est-à-dire 19 800 cellules pour le millimètre carré réel et 2 772 000 par millimètre cube effectif.

« La densité de la levûre, à cet état de pâte un peu ferme, diffère peu de celle de l'eau; elle est égale à 1,036; on peut donc compter 10 grammes comme équivalents à 10 centimètres cubes et réciproquement.

« Dans l'expérience qui précède, j'avais délayé 10 grammes ou 10 centimètres cubes de levûre essorée dans 150 centimètres cubes d'eau, j'avais donc réellement employé 27 milliards 771 millions de cellules.

« On pourrait dire que 20 ou 30 milliards de cellules ont détruit par minute 1 centigramme de sucre et produit 5 milligrammes d'alcool environ.

« Si, au lieu d'agir sur le sucre seulement, la levûre eût été en présence d'une matière animale, les résultats eussent été différents. Mais, dans les conditions énoncées, on pourrait dire que la force des cellules est telle que, pour décomposer 1 gramme de sucre en une heure, il faut 400 milliards de cellules, et qu'en les supposant toutes en action, ce qui n'est pourtant pas vraisemblable, la force moyenne de 100 milliards de cellules, pris pour unité, représenterait un quart de gramme de sucre, décomposé à l'heure.

« Si l'on essayait d'exprimer en chiffres le nombre de cellules de levûre ou de leurs analogues, qui travaillent chaque jour pour fabriquer notre pain ou chaque année pour produire le vin, la bière et le cidre que nous consommons, on ferait reculer même les astronomes. Soit qu'on plonge le regard sur ces infiniment petits, soit qu'on l'élève vers les distances infinies de l'espace, on reconnaît également l'impuissance de l'homme à se représenter des nombres aussi éloignés des grandeurs à sa portée.

« J'aborde maintenant les expériences relatives à l'influence que l'addition de substances convenablement choisies peut exercer sur le phénomène de la fermentation alcoolique et sur l'état de la levûre.

« *Influence des gaz sur la fermentation.* — On sait que la levûre peut supporter, sans perdre son pouvoir, le contact de l'acide carbonique et celui de l'air; en est-il de même des autres gaz?

« J'ai placé de la levûre de bière en bouillie épaisse dans des flacons pleins d'oxygène, d'hydrogène, d'azote, d'oxyde de carbone, de protoxyde d'azote, d'hydrogène protocarboné. Au bout de trois jours, j'ai mis sur le mercure ces diverses levûres en contact avec une solution de sucre. La fermentation s'est établie comme à l'ordinaire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et a suivi la même marche que celle qui était excitée par de la levûre exposée au contact de l'air.

« L'examen microscopique de ces levûres, après un séjour dans ces divers gaz, n'indiquait pas d'ailleurs qu'elles eussent subi de modification. Comparées à la levûre du témoin, elles n'ont rien présenté qui permît de les en distinguer.

« La fermentation ne m'a pas paru notablement troublée, lorsque dans un flacon qui renfermait le sucre, la levûre et l'eau j'ai fait passer pendant vingt-quatre heures un courant lent d'oxygène ou un courant lent d'hydrogène.

« La levûre qui avait séjourné dans l'hydrogène a paru peut-être un peu plus paresseuse ; celle qui avait séjourné dans le protoxyde d'azote, un peu plus active ; celle qui avait été en contact avec le gaz des marais exhalait un peu l'odeur des matières animales avancées ; mais toutes ont fermenté régulièrement.

« *Action des métalloïdes.* — L'action de la levûre ne produit pas d'ozone ; elle ne suscite aucun phénomène d'oxydation ou de combustion.

« Son influence n'est-elle pas plutôt réductrice ou hydrogénante? On serait disposé à le penser, non parce que dans un liquide en fermentation le chlore, le brome et l'iode se changent en acide chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique, ces éléments ayant la faculté de prendre l'hydrogène aux substances organiques, mais parce que le soufre, qui ne jouit pas de cette propriété, dégage de l'acide sulfhydrique en présence d'un liquide qui fermente. Il suffit de mêler à la levûre de bière du soufre en fleur pour voir apparaître avec l'acide carbonique de la fermentation quelques centièmes d'hydrogène sulfuré exhalant l'odeur d'oignon. La levûre ou ses produits agissent donc comme hydrogénants. En tous cas, le soufre et les composés sulfurés sont les seuls corps qui se montrent disposés à s'associer aux réactions du ferment. On a dit que le soufre empêchait la fermentation ; je ne lui ai pas reconnu cette propriété.

« *Action des acides.* — La levûre de bière possède toujours une réaction acide. Si l'on essaye de saturer l'acide libre qu'elle contient, avec de l'eau de chaux par exemple, on reconnaît bientôt que la neutralité obtenue n'est que momentanée. La réaction acide se manifeste de nouveau, en moins de cinq minutes, et ce n'est qu'après trois ou quatre additions de la liqueur alcaline, amenant chaque fois la neutralité provisoire, qu'on obtient une neutralité un peu stable.

« Chaque gramme de levûre essorée exige, pour atteindre ce point neutre, une quantité d'eau de chaux qui saturerait 0,003 d'acide sulfurique normal. L'équivalent du pouvoir acide de cette levûre se représente donc par 3/1000 de son poids d'acide sulfurique monohydraté ; mais ce chiffre n'est pas absolu et peut descendre à 25/10000, par exemple.

« L'acidité de la levûre peut-elle être augmentée ou diminuée, sans que son pouvoir en soit altéré? La nature spécifique de l'acide exerce-t-elle ou non quelque influence sur le résultat?

« Parmi les acides minéraux, j'ai essayé les acides sulfurique, sulfureux, azotique,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

phosphorique, arsénieux et borique; parmi les acides organiques, les acides acétique, oxalique et tartrique. J'employais d'abord des équivalents d'acide égaux, décuples et centuples du pouvoir acide de la levûre, et ensuite, au besoin, des proportions intermédiaires entre deux de ces termes.

« L'addition de l'un de ces acides, même à faible dose, n'a hâté ni le départ de la fermentation ni sa fin. Elle a souvent arrêté la destruction du sucre, du moins dans les circonstances où je me trouvais placé, opérant sur des solutions de sucre pur avec addition de levûre. Quand on traite la betterave ou d'autres produits végétaux complexes, les phénomènes peuvent se présenter autrement.

« En général, lorsque j'ai ajouté 100 fois l'équivalent de l'acide que contenait la levûre, la fermentation ne s'est pas manifestée. Cependant, l'acide chlorhydrique et l'acide tartrique, même à cette dose, ne l'ont pas complétement supprimée, et, pour ce dernier, il a fallu en mettre 200 équivalents pour arrêter la fermentation; mais 10 équivalents de ces divers acides suffisent pour que la fermentation, devenue traînante, s'arrête, lorsqu'il reste encore de grandes quantités de sucre à l'état interverti dans le liquide.

« *Action des bases.* — J'ai examiné la manière d'agir de la soude, de la potasse et de l'ammoniaque sur la levûre et leur effet sur la fermentation à diverses doses. Il suffira de préciser ce qui concerne l'ammoniaque.

« J'ai fait marcher ensemble huit expériences : la première servant de témoin ne contenait que le sucre, la levûre et l'eau; dans les sept autres, on avait ajouté des quantités d'ammoniaque équivalentes à 1, 2, 3, 4, 8, 16 et 24 fois l'acide contenu dans la levûre.

« La fermentation s'est manifestée presque aussi vite et a marché presque aussi rapidement, au moins le premier jour, même dans le vase qui contenait 4 fois autant d'ammoniaque qu'en exigeait la saturation de l'acide de la levûre. Lorsque la dose d'ammoniaque s'élevait à 8 ou même à 16 fois cette quantité, la fermentation s'est déclarée plus lentement, mais six heures ne s'étaient pas écoulées qu'elle se manifestait.

« Quant au vase qui avait reçu une quantité d'ammoniaque équivalente à 24 fois l'acide de la levûre, il n'a donné aucun signe de fermentation.

« A l'égard des autres, dès les premières heures la levûre formant boue au fond des vases avait repris son acidité, et, dès le lendemain, la liqueur elle-même était devenue acide d'une manière très-marquée dans ceux qui contenaient 1, 2 et 3 fois la quantité d'ammoniaque nécessaire à la saturation de l'acidité normale de la levûre, et légèrement acide dans le vase où la dose de cet alcali était portée jusqu'à 4 fois.

« Au delà de cette dose, les fermentations ont été très-incomplètes, elles se sont terminées lorsqu'il restait encore beaucoup de sucre dans les liqueurs.

« On pouvait se demander si la présence de l'ammoniaque n'avait pas amené la production de l'acide nitrique ou celle de l'acide nitreux. Ni l'un ni l'autre de ces acides n'existait dans les vases où l'acidité s'était le mieux manifestée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« La levûre paraît donc jouir du pouvoir de produire ou d'exhaler un acide qui neutralise les bases en contact avec elle; mais ce pouvoir est limité.

« Que l'on ajoute, par exemple, de l'eau de chaux en quantité égale à celle qu'exige la saturation de l'acide normal de la levûre, la fermentation, à peine retardée, reprendra bientôt sa marche ordinaire.

« Mais qu'on ajoute de la chaux éteinte ou de la magnésie calcinée en quantités égales à la moitié du poids de la levûre, il n'y aura pas de fermentation, circonstance qui s'accorde bien avec l'emploi de la chaux, comme moyen de conserver le sucre sous forme de sucrate, en usage dans certains procédés de l'industrie. Si, au lieu de bases alcalines, on emploie des bases saturant mal les acides, telles que les oxydes de zinc, l'oxyde rouge de fer et même la litharge, la fermentation suivra son cours, et, quand elle s'arrêtera, on ne trouvera plus trace de sucre dans les liqueurs.

« Ainsi, les alcalis tendent à arrêter la fermentation, mais ne la suppriment qu'autant que leur dose est assez forte.

« Il ne faut pas confondre le pouvoir dont jouit la levûre, de produire ou d'exhaler un acide capable de neutraliser les bases dont elle est entourée, avec l'effet qui résulte de la neutralisation de ces bases par l'acide carbonique, provenant de la fermentation alcoolique.

« J'ai essayé de démêler, par une expérience précise, la part qui revient à chacune de ces influences.

« J'ai mis en présence 10 grammes de levûre, 10 grammes de carbonate de soude et 200 centimètres cubes d'eau sucrée au dixième. Le quatrième jour, la fermentation était terminée et la liqueur ne contenait ni sucre interverti, ni sucre non interverti.

« Les autres substances étant employées en mêmes proportions, j'ai porté à 70 grammes la dose de carbonate de soude. Le quatrième jour, il n'y avait pas eu trace de fermentation, et la liqueur ne renfermait pas trace de sucre interverti, tout le sucre de canne employé ayant gardé son état normal.

« Dans le dernier cas, si la fermentation avait eu lieu, tout le carbonate de soude aurait pu être converti en bicarbonate. Dans le premier, le sucre ayant pu fournir 6 ou 7 fois la quantité d'acide carbonique nécessaire pour opérer cette conversion, ce bicarbonate a pris naissance et sa présence n'a plus gêné la fermentation.

« Que se passe-t-il si l'on met en présence, avec le sucre, la levûre de bière et l'eau, un sel, tel que le sous-carbonate de magnésie? sel insoluble, et, par conséquent, peu capable, quoique basique, de gêner la fermentation, mais propre à s'unir à l'acide carbonique et à former un bicarbonate soluble. La fermentation s'effectue et il ne se dégage rien. La liqueur filtrée se trouble par l'ébullition, dégage de l'acide carbonique, et produit un dépôt abondant de carbonate de magnésie hydraté. Évaporée à la température ordinaire, elle fournit d'abondantes houppes cristallines de carbonate de magnésie également hydraté.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« La craie se comporte de la même manière; mais la faible solubilité relative du bicarbonate de chaux rend le phénomène moins frappant.

« *Action des sels.* — L'action des sels neutres ou des composés binaires analogues, sur la levûre de bière et leur influence sur la fermentation, m'a présenté des résultats intéressants.

« Après un certain nombre d'expériences préliminaires, j'ai adopté la marche suivante pour cette étude :

« On prépare des solutions saturées à froid de chacun des sels; ces solutions sont mises en contact avec de la levûre de bière bien essorée, dans le rapport de 30 ou 40 grammes pour un gramme de levûre. Après trois jours de contact, on décante la solution saline et on la remplace par une solution de sucre pur, au dixième.

« Les phénomènes qu'on observe se rapportent donc : 1° à l'action de la solution saline sur la levûre; 2° à l'action de la solution sucrée sur les cellules de levûre pénétrées de la solution saline; 3° à l'action de la levûre, ainsi modifiée, sur le sucre, soit pour produire son interversion, soit pour exciter la fermentation.

« Relativement à l'action des sels sur la levûre, j'ai constaté que beaucoup d'entre eux, surtout parmi les sels de potasse, même en solution saturée, ne lui font éprouver aucun changement. Délayée dans leurs solutions, la levûre se comporte comme avec l'eau, demeure en suspension et se dépose lentement.

« Parmi les autres, il en est un grand nombre qui déterminent la contraction des cellules; le sel ammoniac, dont les solutions possèdent, sous le rapport de la capillarité, des propriétés particulières, mérite d'être signalé. La levûre, agitée dans une solution saturée de ce sel, se dépose rapidement et se tasse au fond du vase, à peu près comme la fécule de pomme de terre qui se sépare de l'eau.

« Il en est, enfin, tels que le silicate de potasse et le borate de soude, qui coagulent la levûre et lui font prendre immédiatement l'aspect grumeleux du caséum coagulé ou du chlorure d'argent floconneux.

« Lorsque la levûre qui a séjourné dans la solution saline en est séparée et qu'elle est mise en rapport avec l'eau sucrée, le mouvement endosmotique résultant de l'action de ces solutions sur le liquide intérieur des cellules de levûre est remplacé par un mouvement nouveau produit par l'eau sucrée. L'existence de ces phénomènes d'endosmose et d'exosmose se constate facilement par une expérience, qui me paraît destinée à jeter quelque lumière sur la nature et sur les fonctions de la levûre.

« Qu'on place de la levûre de bière fraîche dans une dissolution saturée à froid de tartrate neutre de potasse, et l'on n'apercevra pas de changements; qu'on soumette ensuite cette levûre, séparée de la dissolution saline, à l'action de l'eau sucrée, la fermentation s'établira presque instantanément et suivra son cours avec rapidité. Cependant, le liquide dans lequel la fermentation s'est opérée présentera tous les caractères d'une dissolution d'albumine ordinaire : coagulation par la chaleur, par l'acide nitrique, par l'alcool. Le coagulum albumineux sera blanc et pur, comme si la levûre de bière

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avait été frappée d'albuminurie par la présence du tartrate neutre de potasse, le seul sel qui produise ce singulier effet.

« Cependant, l'expérience n'offre rien de pareil, lorsqu'on met en présence, à la fois, le tartrate de potasse, la levûre de bière, le sucre et l'eau ; il faut donc en conclure que cette exsudation d'albumine est due au double mouvement résultant : 1° de l'absorption, par les cellules, du liquide salin ; 2° du remplacement de ce liquide salin par le liquide sucré. Si, en abandonnant les cellules, le tartrate de potasse n'avait pas entraîné avec lui l'albumine qu'elles contiennent, on n'aurait rien aperçu. Des analyses circonstanciées que je n'ai pu terminer montreront, sans doute, que d'autres solutions salines déterminent d'autres séparations et permettent de faire ainsi l'analyse physiologique de la levûre et celle des organismes analogues.

« Parmi les sels que j'ai eu l'occasion d'essayer, il en est qui favorisent jusqu'à un certain point la fermentation, tel est le bitartrate de potasse, ou qui, du moins, lui laissent parcourir son cours tout entier, sans contrariété. Il en est d'autres qui retardent la fermentation et qui la rendent incomplète, le phénomène s'arrêtant lorsque la liqueur renferme beaucoup de sucre interverti.

« Il en est qui ne lui permettent pas de s'établir, quoique le sucre ait été partiellement interverti.

« Il en est, enfin, qui, non-seulement, ne permettent pas à la fermentation de s'établir, mais qui s'opposent même à l'interversion du sucre.

« Mes expériences ont porté sur cinquante sels environ, qu'elles m'ont conduit à classer dans les quatre catégories suivantes :

TABLEAU

de l'action qu'exerce la levûre de bière sur la dissolution de sucre candi, après trois jours de contact avec des dissolutions saturées des sels suivants :

« 1° Fermentation totale du sucre, plus ou moins rapide :

Sulfate de potasse.	Sulfate de soude.
Chlorure de potassium.	Bisulfite de soude.
Phosphate de potasse.	Pyrophosphate de soude.
Sulfovinate de potasse.	Lactate de soude.
Sulfométhylate de potasse.	Phosphate d'ammoniaque.
Hyposulfate de potasse.	Sulfate de magnésie.
Hyposulfite de potasse.	Chlorure de calcium.
Formiate de potasse.	Phosphate de chaux.
Tartrate de potasse.	Sulfate de chaux.
Bitartrate de potasse.	Chlorure de strontium.
Sulfocyanure de potassium.	Alun.
Cyanoferrure de potassium.	Sulfate de zinc.
Cyanoferride de potassium.	Sulfate de cuivre au 1/10000.
Phosphate de soude.	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« 2° Fermentation partielle du sucre, plus ou moins ralentie :

Bisulfite de potasse.	Borax.
Nitrate de potasse.	Savon blanc.
Butyrate de potasse.	Nitrate d'ammoniaque.
Iodure de potassium.	Tartrate d'ammoniaque.
Arséniate de potasse.	Sel de seignette.
Sulfite de soude.	Chlorure de barium.
Hyposulfite de soude.	Protosulfate de fer au 1/350.
Hyposulfite de potasse.	Protosulfate de manganèse au 1/350.

« 3° Interversion plus ou moins avancée du sucre, sans fermentation :

Azotite de potasse.	Sel marin.
Chromate de potasse.	Acétate de soude.
Bichromate de potasse.	Sel ammoniac.
Nitrate de soude.	Cyanure de mercure.

« 4° Ni interversion, ni fermentation :

Acétate de potasse.	Monosulfure de sodium.
Cyanure de potassium.	

« Que le cyanure de potassium et le monosulfure de sodium détruisent dans la levûre de bière toutes les propriétés physiologiques et même le pouvoir d'interversion exercé par l'infusion de levûre sur le sucre, on ne saurait en être surpris; mais que l'acétate de potasse jouisse de la même propriété, on peut s'en étonner.

« Cependant, j'ai vu souvent la dissolution d'acétate de potasse, après avoir séjourné sur la levûre, laisser celle-ci absolument impropre, soit à exciter la fermentation, soit à déterminer l'interversion du sucre. Si on porte la température à 28 ou 30 degrés, l'interversion a lieu dans des proportions très-faibles. Vers 35 degrés, elle m'a paru plus marquée; mais la fermentation ne s'est jamais établie. Il est impossible de ne pas rapprocher cette propriété, de l'emploi fait par M. Sacc, de l'acétate de soude pour conserver les viandes et les légumes.

« Parmi les phénomènes résultant de la présence des sels dans les cellules de levûre, au moment où elles agissent sur le sucre, il en est que je dois signaler plus particulièrement, car ils semblent se rattacher à quelques vues chimiques ou physiologiques d'un haut intérêt.

« Nous savons déjà que le soufre fournit de l'hydrogène sulfuré, en présence d'un liquide en fermentation. Les sulfates exceptés, les combinaisons sulfurées se montrent dans ce cas particulièrement impressionnables.

« Les sulfites et hyposulfites de soude, le sulfocyanure de potassium fournissent, par une fermentation qui tantôt s'arrête en chemin, tantôt se poursuit jusqu'à son terme naturel, une liqueur alcoolique qui, étant distillée en présence d'une dissolution de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

potasse, fournit un alcool contenant de l'aldéhyde et une matière odorante, exhalant fortement l'odeur agréable de fruitier. Cet alcool se trouble et devient laiteux par l'addition de l'eau. D'ailleurs, la dissolution de potasse dépose, par le refroidissement, de la résine d'aldéhyde en abondance et, par l'évaporation, des sels qui offrent des caractères particuliers.

« Avec l'hyposulfite de potasse, pendant tout le cours de la fermentation, il se dégage de l'hydrogène sulfuré mêlé à l'acide carbonique, phénomène que les sels précédents ne présentent pas, et le produit qui accompagne l'alcool à la distillation exhale l'odeur de l'ail (1).

« Parmi les substances vénéneuses que j'avais intérêt à examiner dans leurs rapports avec la levûre de bière, le sulfate de cuivre se plaçait au premier rang. On sait, en effet, que ce sel, par un triste privilége, modifie d'une manière favorable la fermentation des pâtes produites par les farines avariées et en rend le pain plus ferme et plus blanc.

« J'ai constaté, en effet, que si à la dose de **1/2000** le sulfate de cuivre détruit le pouvoir d'agir, comme ferment, que la levûre de bière possède, au contraire, à la dose de **1/40000**, il ne trouble pas la fermentation, et celle-ci s'accomplit jusqu'à disparition totale du sucre.

Résumé.

« Si j'essaye de résumer ces expériences, je crois qu'elles permettent d'opposer les faits suivants à l'opinion de M. Liebig :

« Aucun mouvement chimique excité dans une liqueur sucrée n'a paru capable d'amener la conversion du sucre en alcool et acide carbonique.

« Les mouvements produits par la fermentation elle-même ne sont transmis à distance sensible, ni au travers d'un liquide quelconque aqueux, oléagineux ou métallique, ni à travers les membranes les plus minces, et ne passent pas même d'une couche à l'autre de deux liquides superposés.

« A l'égard de l'opinion de Berzélius, elle est contredite par ce fait que, dans un grand nombre de cas et sous l'influence de certains sels, la levûre, le sucre et l'eau peuvent rester en présence, sans qu'il y ait fermentation, quoique le sucre ait été interverti d'abord par la levûre, comme à l'ordinaire.

« La fermentation simple, celle qui a lieu entre le sucre, la levûre et l'eau, en raison du nombre infini de centres d'action qui la déterminent, constitue un phénomène susceptible d'être régularisé et mesuré, à la manière d'une réaction chimique.

---

(1) L'étude approfondie de tous ces produits m'eût entraîné hors du plan que je m'étais tracé; je laisse ce soin à M. Gayon, qui veut bien en poursuivre l'examen.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Sa durée est exactement proportionnelle à la quantité de sucre contenue dans le liquide.

« Sa marche est plus lente dans l'obscurité.

« Elle est plus lente aussi dans le vide.

« Pendant la fermentation, il ne se produit pas d'oxydation. Au contraire, le soufre se change en hydrogène sulfuré.

« Les gaz neutres ne modifient pas le pouvoir de la levûre.

« Les acides, les bases, les sels peuvent exercer une influence accélératrice, retardatrice, troublante ou destructive, mais l'action accélératrice du pouvoir de la levûre est rare.

« Les acides très-affaiblis ne le changent pas; mais, à dose élevée, ils le détruisent.

« Les alcalis très-affaiblis retardent la fermentation; plus abondants, ils la suppriment.

« Les carbonates alcalins ne l'empêchent qu'à dose très-élevée.

« Les carbonates terreux ne l'empêchent pas.

« Les sels neutres de potasse et ceux de quelques autres bases lui laissent son allure naturelle.

« Le silicate de potasse, le borate de soude, le savon, les sulfites, les hyposulfites, le tartrate neutre de potasse, l'acétate de potasse permettent l'analyse physiologique de la levûre et de sa manière d'agir, de même que certains sels neutres ont permis d'effectuer l'analyse physiologique du sang et celle de ses fonctions.

« La fermentation alcoolique peut donc être étudiée comme une action chimique quelconque. Les agents ou les forces chimiques ordinaires peuvent, sinon la faire naître, du moins en modifier les résultats, et je ferai connaître dans une autre partie de ce travail les changements que ces causes perturbatrices introduisent dans la quantité ou la nature des produits de la fermentation alcoolique.

« Mais ceux qui attribuent la fermentation alcoolique à l'action d'un organisme représenté par la levûre de bière n'ont jamais contesté que la transformation du sucre en alcool et acide carbonique fût un phénomène chimique. Seulement, ils y voient un phénomène chimique provoqué par les forces de la vie, et non une réaction produite par les forces seules de la physique ou de la chimie. D'ailleurs, on convertirait le sucre en alcool et acide carbonique par une réaction chimique ou par l'action de l'électricité, que la question resterait la même. De ce que M. Béchamp est parvenu, au moyen d'une combustion lente, à convertir l'albumine en acide carbonique et urée, on n'en conclut pas que ce phénomène, lorsqu'il est observé chez les animaux, s'opère sans le concours d'un être organisé et vivant. Il en est de même de la fermentation et de la levûre. Cette opinion, à laquelle je me suis rangé depuis longtemps et que les belles études de M. Pasteur me semblent avoir mise hors de contestation, trouverait, s'il en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

était besoin, sa confirmation dans l'examen attentif des changements que les cellules de la levûre de bière éprouvent, lorsqu'elles sont soumises à l'action des divers agents dont j'ai fait usage dans mes expériences.

« Ces changements ne peuvent guère laisser de doute sur le rôle de la levûre. Lorsque la fermentation est activée par l'intervention du bitartrate de potasse, par exemple, les cellules de levûre sont nettes, bien circonscrites, remplies d'une matière plastique renfermant des corpuscules brillants très-mobiles ; elles émettent des bourgeons nombreux. La fermentation est-elle languissante, ce qui arrive sous l'influence des sels de fer et de manganèse, par exemple, les cellules de levûre paraissent contractées, framboisées, grenues, ridées, sans bourgeons récents. La fermentation est-elle nulle, comme c'est le cas avec le cyanure de potassium ou de fortes doses d'acide ou d'alcali, les parois des cellules sont amincies, leur intérieur est diffus, les points brillants immobiles et aucun bourgeon ne s'est développé.

« En résumant ainsi d'avance une partie de mes études, purement physiologiques, j'ai voulu constater que, si j'ai considéré aujourd'hui la fermentation alcoolique comme un fait chimique susceptible de mesure et de modification par les forces et les agents chimiques, je n'en ai pas moins reconnu, à chaque instant, son étroite dépendance avec la présence, les fonctions, et, pour tout dire en un mot, avec la vie des cellules de la levûre.

« L'Académie permettra qu'en terminant j'adresse mes remercîments au Laboratoire des hautes études physiologiques de l'École normale, où mon confrère et ami, M. Pasteur, m'a permis d'effectuer mes expériences, et où j'ai trouvé en la personne de M. Gayon, jeune agrégé de l'Université d'un rare mérite, un concours aussi dévoué qu'intelligent. »

SUR LES FERMENTS APPARTENANT AU GROUPE DE LA DIASTASE, PAR M. DUMAS.

« Quoique je me propose de présenter à l'Académie un travail spécial sur les ferments non reproductibles, appartenant au type de la diastase, je lui demande la permission de constater à leur sujet quelques faits nouveaux et peut-être importants.

« Je n'ai pas voulu donner, à l'occasion de la fermentation alcoolique, des détails relatifs à l'action du borax sur la levûre. Ils méritaient une place à part.

« La solution de borax coagule la levûre de bière, et le liquide qui surnage n'intervertit pas le sucre de canne, comme le ferait l'eau de levûre.

« La solution de borax dissout les membranes albuminoïdes, celles, par exemple, qui se séparent du blanc d'œuf qu'on délaye dans l'eau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« *a*. J'ai reconnu qu'une solution de borax neutralise l'action de l'eau de levûre sur le sucre de canne. Si l'on place de l'eau sucrée et de l'eau de levûre dans un tube, et de l'eau sucrée avec de l'eau de levûre et une solution de borax dans un second tube, le premier offrira bientôt des signes d'interversion, le second n'en manifestera point.

« *b*. Le borax neutralise aussi l'action de la synaptase. On sait que l'amande amère contient de l'amygdaline et que l'amande douce renferme de la synaptase qui, mêlée à l'amygdaline, produit l'essence d'amandes amères accompagnée d'acide prussique. Il suffit de délayer, d'une part, la farine d'amandes douces avec de l'eau pure, de l'autre avec une solution de borax, et d'ajouter de l'amygdaline aux deux liquides, pour voir bientôt apparaître des différences caractéristiques. Avec l'eau pure, l'odeur d'huile d'amandes amères se manifeste et va croissant; la présence de l'acide prussique devient de plus en plus sensible par la formation du bleu de Prusse. Avec la dissolution de borax, on ne perçoit rien de pareil, ni odeur d'essence d'amandes amères, ni formation de bleu de Prusse.

« *c*. Le borax neutralise l'action de la diastase. Si l'on met dans quatre tubes de l'eau et de la fécule de pomme de terre, et qu'on les maintienne à 70 degrés, le premier sans addition, le deuxième avec addition de borax, le troisième avec addition de diastase, le quatrième, enfin, avec addition de diastase et de borax à la fois, on constate que, après quelques heures, le premier et le deuxième ne renferment pas de glucose. Dès le premier quart d'heure, le troisième en contient déjà beaucoup, et la quantité va toujours en augmentant. Quant au dernier, où la diastase et le borax sont réunis, la conversion de la fécule en glucose ne s'opère pas.

« *d*. Le malt délayé dans l'eau fournit bientôt des quantités abondantes de glucose, si l'on chauffe à 70 degrés; mais l'addition du borax arrête cette action. Avec le malt, l'eau et le borax, on observe seulement l'effet dû à la présence de quelques traces de glucose probablement préexistantes dans le malt.

« *e*. Le borax trouble aussi l'action de la myrosine. La farine de moutarde noire, délayée dans l'eau froide, exhale presque immédiatement l'odeur de l'essence de moutarde, et l'effet produit va croissant. Délayée dans une dissolution de borax, l'odeur que répand la farine de moutarde elle-même, et qui est due à une trace d'essence toute formée qu'elle contient, se fait bien sentir; mais elle n'augmente pas et rien ne rappelle l'effet connu de l'eau sur la moutarde et l'abondante production de vapeurs irritantes qu'elle y fait apparaître.

« Ainsi, le borax, par une propriété aussi étrange qu'imprévue, neutralise l'eau de levûre, la synaptase, la diastase et la myrosine. Je ferai connaître ses effets sur la pepsine et les conséquences de ces réactions curieuses pour la théorie de ces ferments, bien différents de la levûre de bière et de ses analogues. D'autres conséquences se déduisent de ces propriétés singulières du borax, qui pourrait bien exercer sur quelques virus l'étrange action qu'il exerce sur les diastases. »

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS MÉCANIQUES.

DE L'EMPLOI DE L'INJECTION DE VAPEUR POUR L'ASPIRATION OU LA COMPRESSION DES GAZ, PAR M. SIEMENS (1).

(Traduit de l'anglais par M. H. FRONTAULT, ingénieur, ancien élève de l'École des ponts et chaussées.)

L'injection de vapeur, employée depuis longtemps avec tant de succès pour l'alimentation des chaudières dans les locomotives et autres machines à vapeur mobiles, a reçu, jusqu'à ce jour, un très-petit nombre d'autres applications. La simplicité de son action pour la propulsion des gaz en recommande tout naturellement l'usage lorsque l'on veut faire le vide ou obtenir des gaz comprimés ; mais, en pareil cas, jusqu'à présent, son emploi a toujours donné, pour une même quantité de vapeur, des résultats économiques beaucoup moins satisfaisants qu'une machine mettant en mouvement une pompe à air, et, de plus, n'a jamais permis d'atteindre ni le vide des machines pneumatiques, ni la pression exigée par les souffleries des hauts fourneaux.

La forme donnée à l'appareil étant, jusqu'à ce jour, restée essentiellement la même que celle du sifflet à vapeur dans la première machine locomotive, construite en 1829, l'auteur de ce mémoire a pensé qu'il obtiendrait des résultats bien préférables, en adoptant des dispositions plus rationnelles, qui supprimeraient le tourbillonnement produit par la rencontre de l'air et du courant de vapeur et, en même temps, utiliseraient d'une façon plus complète la force initiale de la vapeur.

Après une année de recherches, il avait obtenu déjà une amélioration sensible, et, depuis, des études nouvelles l'ayant mis peu à peu en mesure de mieux voir encore les modifications essentielles à adopter, il a pu construire un injecteur qui, avec de la vapeur à une tension de 3 atmosphères seulement, fait un vide de 24 pouces de mercure (61 centim.), et donne un effet utile égal à celui que l'on obtient avec les soufflerie et même avec les pompes à air.

Les figures 1, 2 et 3 de la planche 484 font voir une section longitudinale et deux sections transversales de l'injecteur perfectionné ; le nouvel appareil n'a besoin que d'un jet de vapeur très-mince, dont la forme est celle d'une colonne cylindrique, vide à l'intérieur, et qui s'échappe d'un orifice annulaire formé par les deux tuyères coniques A et B, entre lesquelles la vapeur est amenée par le cylindre C. La tuyère intérieure A peut être relevée ou abaissée au moyen d'une vis à main D, ce qui permet

(1) Mémoire présenté par l'auteur à l'*Institution of Mechanical Engineers*, au *General meeting* du 2 mai 1872.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de diminuer ou d'augmenter la section de l'orifice, et de régler à volonté la sortie de la vapeur. L'air — ou le gaz — sur lequel la vapeur doit agir est introduit par le tuyau E, au moyen d'un second orifice également annulaire qui entoure le premier, et aussi par la partie centrale de l'appareil restée creuse à cet effet. Le tuyau G, dans lequel se fait l'injection de la vapeur, affecte, à la partie inférieure, la forme conique, de façon à former, avec la tuyère extérieure B, un troisième orifice annulaire, capable de faire converger l'air très-rapidement vers l'axe du tuyau, au moment de son passage, et dont on règle la section en ajustant convenablement la tuyère B, au moyen de l'écrou H fixé à sa partie inférieure. Au delà de l'orifice du nez des tuyères, le tuyau G conserve encore une forme légèrement conique permettant de maintenir la convergence déjà indiquée, sur une longueur qui varie avec la section de l'orifice annulaire extérieur dont nous venons de parler, et aussi avec la pression de la vapeur employée; la longueur la plus favorable est comprise entre douze et vingt fois la largeur de l'orifice en question. Le but que l'on se propose est, en adoptant cette disposition, d'assurer le mélange complet de la vapeur et de l'air dans cette chambre (*mixing chamber*); au delà, et jusqu'à son extrémité, le tuyau augmente constamment de diamètre, en prenant une forme parabolique, comme le montre la figure 4. Quelquefois, pour empêcher la production d'une sorte de tourbillonnement au milieu des courants qui se combinent, on place au centre de la tuyère intérieure A une sorte de fuseau I terminé en pointe.

L'ensemble de ces dispositions permet d'obtenir un effet utile bien plus grand dans les diverses applications que l'on a vues, et il est facile de s'en rendre compte. D'abord le passage de plus en plus étroit donné à l'air, au fur et à mesure qu'il approche du nez des tuyères, en accélère assez le mouvement, avant son arrivée au contact de la vapeur, pour que la différence de vitesse entre les deux fluides, au point où ils se réunissent, se trouve considérablement réduite, et il en résulte une suppression presque complète des tourbillonnements. En second lieu, la forme annulaire du jet de vapeur, en augmentant beaucoup la surface de contact de la vapeur et de l'air, accroît de la même façon le débit de celui-ci, et contribue aussi à diminuer les tourbillonnements. En troisième lieu, enfin, ce long tuyau, de forme parabolique, qui reçoit le courant combiné de vapeur et d'air, le *delivery tube* diminue peu à peu la vitesse des molécules gazeuses et transforme leur force vive en travail de pression.

Une longue série d'expériences faites avec un injecteur ainsi établi, tantôt pour l'aspiration, tantôt pour la compression de l'air, nous ont conduit aux conclusions suivantes :

1° La quantité d'air que débite, par minute, un injecteur dépend, pour une tension déterminée de vapeur, de la surface de contact ménagée entre l'air et la vapeur, jusqu'à ce que l'on atteigne la limite de la puissance du jet de vapeur.

2° La perfection du vide obtenu et l'intensité de la pression atteinte dépendent de la tension de la vapeur employée, toutes choses égales d'ailleurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° La quantité d'air débitée, par minute, par un appareil déterminé (dans les limites de la puissance effective de l'appareil), est en relation inverse avec le poids de l'air sur lequel on opère; en conséquence, on obtient des résultats meilleurs pour faire le vide que pour comprimer l'air.

4° Pour une tension déterminée de vapeur, les limites de la tension de l'air susceptible d'être atteinte sont les mêmes dans la compression et dans l'aspiration, jusqu'à ce qu'on atteigne le vide parfait dans ce dernier cas (1).

Le principe même de l'emploi du jet de vapeur attira peu l'attention publique jusqu'en 1858, époque où cette question intéressante fut soulevée, par l'invention de l'injecteur Giffard, qui permet d'introduire l'eau dans une chaudière à haute pression, au moyen d'un jet de vapeur à la même pression ou même à une pression bien inférieure.

L'explication de ce phénomène remarquable, qui, croyons-nous, fut essayée pour la première fois (2), à l'une des réunions de l'*Institution of Mechanical Engineers* (voir le compte rendu de la réunion de Janvier 1860, p. 39), est basée sur le principe de la conservation de la force vive dans le jet combiné de vapeur et d'eau; mais, quoique dans les deux cas, le moteur ait la même origine, un jet de vapeur, le mode d'action de l'injection dans l'eau diffère essentiellement de celui de l'injection appliquée à la propulsion de l'air, attendu que, dans le premier cas, la vapeur se trouve condensée par son contact avec l'eau et cesse d'être un fluide élastique au moment de sa

---

(1) Voici quelques-uns des faits constatés par M. Siemens :

En donnant issue, dans l'atmosphère, au mélange d'air et de vapeur, on chassait, par minute, le même poids d'air avec une pression de vapeur de 5 livres qu'avec une pression de 60 livres : la seule différence était qu'avec une basse pression on atteignait plus vite le degré maximum de vide ou de compression que l'injecteur peut produire. Ce degré maximum de vide ou de compression, c'est-à-dire la différence maximum de pression, entre celle de l'air au point où se fait le jet de vapeur et celle qui se trouve dans le récipient soumis à l'expérience, était exactement le double avec de la vapeur à une tension de 100 livres de ce qu'il était avec de la vapeur à une tension de 50 livres. Plus le vide était *avancé*, plus l'effet utile obtenu était considérable ; il fallait autant de temps pour diminuer la tension de l'air d'une première livre au-dessous de la pression atmosphérique, lorsque l'on commençait à faire le vide dans un récipient, c'est-à-dire pour l'amener de 15 livres à 14 livres, que pour la réduire également d'une livre dans toute autre période de l'opération, par exemple pour l'amener de 8 livres à 7 livres. (Observations présentées par M. Siemens au *Meeting* de l'*Institution of Mechanical Engineers.*)

(2) En France, dès l'année 1859, le *Bulletin de la Société d'encouragement* du mois de juin publiait une note du regretté M. Ch. Combes, donnant des explications détaillées sur l'injecteur Giffard « fondé sur le principe de la communication latérale du mouvement des fluides. » (*Bulletin*, année 1859, p. 337.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sortie de l'orifice, tandis que, dans le second, la vapeur forme, avec l'air, un mélange soumis aux lois ordinaires de l'élasticité.

En 1863, le professeur Zenner, de Zurich, a donné, sur l'application d'un jet de vapeur ordinaire à la propulsion de l'air, une étude très-approfondie montrant bien les divers effets que l'on obtient, en faisant varier la surface de contact de l'air et de la vapeur, et la tension de la vapeur. Ces recherches scientifiques, appuyées sur des expériences faites avec soin, ont été depuis considérablement avancées par le professeur Rankine qui a démontré que, dans le fluide composé, une partie considérable de la force vive totale est perdue, et que cette perte augmente avec la différence de vitesse des deux fluides composants.

L'appareil employé par Zenner dans ses expériences, pour la production du jet de vapeur, était pourvu d'un orifice étroit, à travers lequel la vapeur arrivait dans l'axe d'un tuyau vertical, un peu au-dessous du tuyau lui-même, où elle pénétrait ensuite de bas en haut; la longueur du tuyau par rapport à son diamètre était, d'ailleurs, considérée comme de peu d'importance. L'*aspiration* de l'air était effectuée à la partie inférieure du tuyau et, au contraire, la *compression* se faisait à la partie supérieure. Le plus grand degré d'aspiration ou de compression qu'il fût possible de maintenir, avec la vapeur à une pression de 2 atmosphères, était de 7 pouces de mercure (178 millimètres), et, pour donner cette pression supplémentaire de 1/4 d'atmosphère environ, à 7 volumes d'air il ne fallait pas moins de 100 volumes de vapeur, mesurés à la pression atmosphérique. En réduisant la section de l'orifice, on pouvait, avec les mêmes 100 volumes de vapeur, donner, à 37 volumes d'air, une pression supplémentaire de 3 1/4 pouces de mercure (83 millimètres).

Dans une expérience correspondante, faite avec l'injecteur perfectionné (pl. 484), les 100 volumes de vapeur ont aspiré 37 volumes d'air pour maintenir le vide de 3 1/4 pouces de mercure, les deux fluides étant mesurés à la pression atmosphérique, ce qui donne un effet utile à peu près quatre fois plus grand que celui qui avait été obtenu par l'appareil de Zenner.

Le tableau I, ci-après, donne d'autres résultats obtenus avec l'appareil employé encore comme *aspirateur* pour faire le vide dans un récipient mesurant 225 pieds cubes (6 m. cub., 378). Les quatre dernières colonnes montrent le vide produit, évalué en millimètres de mercure, tandis que la première colonne fait connaître le temps pendant lequel l'aspirateur a continué son action. La pression de la vapeur dans la chaudière était de 45 livres par pouce carré (3^{k},24 par centimètre carré), et la section de l'orifice annulaire livrant passage à la vapeur variait de 0,05 à 0,20 pouce carré (de 32 à 129 millimètres carrés.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau I.

Expériences faites avec l'injecteur Siemens pour obtenir le vide dans un vase clos.

DURÉE de L'OPÉRATION.	SECTION DE L'ORIFICE ANNULAIRE DE L'INJECTEUR EN MILLIMÈTRES CARRÉS.			
	32	65	97	129
Minutes.	Vide estimé en millimètres de mercure.	Vide estimé en millimètres de mercure.	Vide estimé en millimètres de mercure.	Vide estimé en millimètres de mercure.
	—	—	—	—
1.	223	254	235	216
2.	331	343	343	343
3.	368	380	413	400
4.	394	394	438	432
5.	400	402	457	451
6.	»	»	470	464
7.	»	»	476	470

On a fait enfin une série d'expériences avec le même injecteur pour comprimer l'air dans le même vase clos. Dans ces expériences le tube conique, destiné au débit des fluides mélangés, le *delivery tube* était mis en communication, avec le récipient en question, au moyen d'une conduite de 3 pouces de diamètre (**7 1/2** centimètres), pourvue d'un robinet : cette conduite recevait, au moyen d'un petit tuyau de **1/2** pouce de diamètre (**13** millimètres), et, sous une pression de **40** livres par pouce carré (**2**^{k}**,81** par centimètre carré), une petite quantité d'eau froide destinée à condenser la vapeur à sa sortie de l'injecteur, et arrivant dans la conduite en même temps qu'elle. La section de l'orifice annulaire extérieur, destiné au passage de l'air, était de **0,20** pouce carré, et celle du passage ménagé à l'intérieur même du jet de vapeur, de **0,16** pouce carré, en tout **0,36** pouce carré (**232** millimètres carrés); la section de l'orifice destiné à la vapeur a varié de **0,07** à **0,12** pouce carré (**45** à **77** millimètres carrés), dans les diverses expériences dont le tableau II, ci-après, donne le résultat :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau II.

Expériences faites avec l'injecteur Siemens pour comprimer l'air dans un vase clos.

DURÉE de L'OPÉRATION.	SECTION DE L'ORIFICE ANNULAIRE DE L'INJECTEUR EN MILLIMÈTRES CARRÉS.		
	45 AVEC EAU de condensation.	77 AVEC EAU de condensation.	45 SANS EAU de condensation.
Minutes.	Pression évaluée en millimètres de mercure.	Pression évaluée en millimètres de mercure.	Pression évaluée en millimètres de mercure.
	—	—	—
1/3.	152	127	229
2/3.	254	229	279
1.	305	305	359
1 1/3.	333	406	384
1 2/3.	346	483	397
2.	359	546	406
3.	384	620	426
4.	397	645	426
5.	384	632	305
6.	378	626	279
7.	377	603	260
8.	377	597	254
Température finale de l'air dans le vase clos.	45° centig.	»	70° centigr.

A la fin de la quatrième minute, on fermait le robinet, et, en même temps que l'introduction de la vapeur, on arrêtait l'écoulement de l'eau de condensation ; le tableau montre que la tension, dans le récipient, diminuait un peu à ce moment, par suite de la condensation d'un peu de vapeur restant. Dans la troisième expérience, dans laquelle on n'employa pas d'eau de condensation, la diminution de la tension fut plus considérable, et la température finale de l'air dans le récipient plus élevée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La tension de la vapeur dans la chaudière était de 50 livres par pouce carré (3,51 kilog. par centimètre carré).

Nous allons maintenant passer en revue quelques-unes des applications faites depuis quelque temps déjà, ou en ce moment même, de l'injecteur de vapeur perfectionné.

1° *Transmission des dépêches par la pression atmosphérique.*

Le premier essai fait a été l'emploi du nouveau procédé pour obtenir le vide, dans les tubes destinés à la transmission des dépêches par la pression atmosphérique. L'injecteur présente ici un grand avantage sur la pompe à air mue par la machine à vapeur ordinaire, grâce à sa simplicité, à l'économie qu'il apporte dans les frais de premier établissement, enfin au peu d'espace qu'exige son installation ; et ce dernier point a une importance immense dans les villes très-peuplées, où il est difficile de trouver l'emplacement réclamé par la construction d'une machine à vapeur.

L'administration des postes, à Londres, a mis à la disposition de l'auteur un tuyau circulaire de 3 pouces de diamètre (76 millimètres), établi dans des conditions qu'il avait indiquées lui-même, entre la station centrale du télégraphe, dans *Telegraph street,* et *Charing Cross* (aller et retour), avec stations intermédiaires au *General Post Office*, et près de *Temple Bar*. La longueur entière du tube, dans tout le circuit, est de 6 890 yards, environ 4 milles (6 720 mètres).

Ce tuyau avait été préparé de façon à ce qu'on pût y faire le vide avec une pompe à air fonctionnant à l'aide de la vapeur, ainsi que l'indique la figure 6, et habituellement encore, c'est de cette façon que se fait le service : au moyen de la pompe le vide est fait dans le récipient V, et l'air ainsi aspiré est comprimé dans le récipient P, mis en communication avec le premier au moyen du tuyau T lui-même, ainsi que le représentent les flèches. Le but de ces récipients est de mettre le tuyau à l'abri des inconvénients que présente l'action forcément intermittente de la machine ; ils sont, bien entendu, inutiles, lorsque le service se fait au moyen de l'injecteur. Les *pistons-courriers* qui circulent dans le tuyau, au moyen du vide formé, sont de forme cylindrique, ainsi que le montrent les figures 6 et 7 ; ils sont formés d'un étui en gutta-percha recouvert de breluche ou de bourre, et sont de dimensions telles qu'ils puissent se mouvoir facilement.

On a expérimenté, sur cette ligne, trois injecteurs semblables à l'un de ceux que représente la figure 1, disposés, comme on le voit en EEE, figure 5, de façon que tous les trois aspirent l'air dans le même tuyau F, la vapeur leur étant fournie par la conduite G. Lorsque les trois aspirateurs fonctionnaient à la fois, la vitesse moyenne d'un *piston-courrier*, parcourant le tube entre *Charing Cross* et *Telegraph street*, était de 14 1/3 milles par heure (23 kilomètres).

Le vide maintenu dans le tube équivalait à 10 pouces de mercure (254 millimètres), la pression de la vapeur était de 40 livres par pouce carré (2^{k},81 par centimètre carré);

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la quantité de charbon consommée, pour l'alimentation des chaudières, était de 56 livres (25k,37) par heure.— Dans le cas de longues lignes, il serait préférable d'employer un aspirateur à chaque extrémité.

Pour placer les *pistons-courriers* dans le tuyau, ou les recevoir aux diverses stations SS (fig. 6), sans interrompre le courant d'air, on emploie un *intercepteur*, représenté dans les figures 8, 9 et 10. Cet appareil se compose de deux tubes assez courts, B et C, placés à côté l'un de l'autre, dans un châssis mobile permettant de les déplacer, et de faire indistinctement de l'un ou de l'autre un élément même du tuyau circulaire. Les deux extrémités du châssis mobile sont planes et polies avec le plus grand soin ; chacune vient s'appuyer et glisser sur la face semblable d'une plaque établie à chaque bout du tuyau circulaire à intercepter. Pour empêcher, aussi complétement que possible, l'air de pénétrer, on a ménagé, en outre, dans cette dernière face, trois gorges annulaires dans lesquelles glisse la face correspondante du châssis mobile. L'un des tubes B est employé comme *émissaire*, c'est tout simplement un cylindre creux, ayant le même diamètre interne que le tuyau circulaire T ; lorsqu'il fait corps avec celui-ci, un *piston-courrier* peut passer à travers l'appareil sans s'arrêter, et on s'en sert pour introduire les dépêches. L'autre tube C sert de *récepteur*, et est pourvu d'un diaphragme à jour à l'extrémité opposée à celle par laquelle pénètre l'air, de façon à pouvoir arrêter les pistons-courriers, lorsque, à son tour, il fait corps avec le tuyau circulaire, ainsi que le montrent les figures 9 et 10. Ce second tube, dont la section transversale a la forme d'un D, présente sur un de ses côtés, lorsqu'il est en place, une sorte de panneau mobile que l'on enlève lorsque, par exemple, plusieurs dépêches étant venues à la fois, on veut en renvoyer sans faire jouer le châssis tout entier (1). Ce panneau est en verre, afin de laisser voir l'arrivée des courriers.

Pour ne pas arrêter la circulation de l'air dans le tuyau circulaire en laissant le récepteur en place, après l'enlèvement des dépêches, on a ménagé pour le passage de l'air une voie détournée F communiquant avec le tuyau circulaire aux deux extrémités de l'intercepteur.

Lorsque le piston-courrier a été arrêté et séparé du courant qui l'a amené, on le fait sortir du récepteur à l'aide d'une tige mobile H reposant solidement sur ses appuis : toute cette manœuvre, du reste, tant pour expédier que pour recevoir les dépêches, est extrêmement facile, et, grâce à une pédale, on peut faire jouer le châssis dont nous avons parlé, à l'aide d'un simple mouvement de pied.

2° *Élévation de l'eau.*

Lorsque l'on veut élever de l'eau à une hauteur ne dépassent pas 20 pieds (6m,10), l'injecteur peut être employé, avec avantage, comme aspirateur, dans les cas où l'on

(1) Le tuyau dont nous parlons peut recevoir à la fois 10 *pistons-courriers*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne pourrait établir un système de pompes ordinaires que difficilement et à grands frais, ou bien lorsqu'il s'agit d'un travail devant durer peu de temps, présentant un caractère accidentel, par exemple lorsqu'on veut faire un desséchement ou toute autre opération analogue. En pareil cas, l'appareil devra être disposé comme l'indique la figure **11**, dans laquelle A et B représentent deux chambres fermées à l'entrée de l'air, établies à une hauteur de **16** à **20** pieds (**5** à **6** mètres) au-dessus du niveau de l'eau à élever ; des soupapes C, placées au fond de ces chambres, y donnent accès à l'eau qui arrive par un tuyau d'aspiration D, et d'autres soupapes G sont destinées à laisser écouler l'eau une fois élevée. L'injecteur E, auquel la vapeur est amenée par la conduite H, fait le vide dans les chambres A et B, au moyen du tuyau F, qui est pourvu d'une soupape tournante L, disposée de façon à pouvoir mettre alternativement chaque chambre en communication avec l'injecteur; enfin l'extrémité du *delivery tube*, que l'on peut fermer au moyen d'un clapet, communique aussi avec les chambres au moyen de la conduite K et de la même soupape L. Dans la chambre A se trouve un flotteur M, dont la tige fait mouvoir, au moyen de taquets, le levier à renversement N, lequel agit, à son tour, au moyen de la tige à bride R, sur le levier à bascule de la soupape L.

Voici, maintenant, comment fonctionne l'appareil. L'injecteur fait sortir l'air de la chambre B par le tuyau F, ainsi que le montre la figure **11**, et l'eau, se trouvant alors aspirée par le tuyau D, monte dans cette chambre sous l'action de la pression atmosphérique : en même temps la vapeur et l'air mélangés qui s'échappent sont conduits par le tuyau K à la partie supérieure de la chambre A, alors remplie d'eau, et la pression qu'ils exercent fait sortir le liquide au fond de la chambre par la soupape G. Pour déterminer cette pression, il suffit de fermer la partie supérieure du *delivery tube* de l'injecteur, et alors la conduite de décharge de l'eau sortant par la soupape G peut avoir son débouché au-dessus du niveau du liquide dans la chambre A. Lorsque l'eau descend dans la chambre A, le flotteur M, descendant avec elle, agit sur le levier N, et l'amène dans une position verticale, qu'il quittera ensuite, lorsque la chambre sera vide, pour reprendre une position inclinée en ramenant la soupape L à une position inverse de sa position initiale. A ce moment, l'action de l'injecteur sur les deux chambres se trouve, en effet, renversée ; l'air est aspiré dans la chambre A, d'où l'eau vient de sortir, et, au contraire, le jet de vapeur et d'air mélangés se rend dans la chambre B, qui pendant ce temps s'est remplie d'eau : de cette façon les deux chambres sont alternativement vidées et remplies, et on obtient un débit continu. Comme la vapeur renfermée dans le jet combiné qui aspire l'air successivement dans chaque chambre en sortant de l'injecteur se condense peu à peu au contact de l'eau, un vide partiel se formera dans chacune de ces chambres, aussitôt que la pression des fluides mélangés cessera de s'y exercer, et le vide à faire sera diminué en proportion. Dans le cas où le *delivery tube* resterait ouvert, on pourrait empêcher le jet de vapeur et d'air mélangés de produire aucun bruit en plaçant, à la partie supérieure de ce tube, un *tue-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son (*sound killer*) S, formé d'une sorte de tambour métallique, pourvu, à l'intérieur, d'une série de diaphragmes en bois à jour; l'expérience a démontré que cette disposition suffit parfaitement pour empêcher la production du bruit.

Voici les résultats obtenus dans une expérience préparatoire faite pour l'élévation de l'eau avec un appareil grossier tel que le représente la figure 12. L'injecteur E était mis en communication au moyen d'un tuyau F, de 2 pouces de diamètre (51 millimètres), avec une cuve fermée d'une contenance de 10,3 pieds cubes (291,5 litres), dans laquelle un tube d'aspiration D, ayant également 2 pouces de diamètre, élevait de l'eau prise à des hauteurs différentes. La section annulaire extérieure de l'injecteur, destinée au passage de l'air, présentait une surface de 0,35 pouce carré, et la section intérieure, au centre du jet, une surface de 0,16 pouce carré, ce qui donne un total de 0,51 pouce carré (339 millimètres carrés). Avec une section de 0,09 pouce carré (58 millimètres carrés), à l'orifice donnant la vapeur, et avec une pression de 60 livres par pouce carré dans la chaudière alimentaire (4^k,21 par centimètre carré), l'injecteur élevait 10,3 pieds cubes d'eau à une hauteur de 12 pieds (291,5 litres à 3^m,65) en 40 secondes, et la même quantité à une hauteur de 17 1/2 pieds (5^m,32) en 75 secondes. Avec la même section pour le débit d'air, mais avec une section de 0,08 pouce (52 millimètres carrés) pour le débit de vapeur et 50 livres de pression dans la chaudière (3^k,51 par centimètre carré), les 10,3 pieds cubes d'eau étaient élevés à une hauteur de 15 pieds (4^m,56) en 40 secondes. La hauteur d'élévation pour l'eau dépend de la tension de la vapeur employée, et la quantité d'eau élevée dépend, en partie, de l'ampleur du jet.

3° *Évaporation dans la fabrication du sucre.*

Les remarquables résultats obtenus avec l'appareil nouveau ont conduit M. R. A. Robertson, de Londres, à l'employer dans les chaudières pour la fabrication du sucre dans les Indes orientales, et il nous a fait, sur son entreprise, des communications dont nous allons rendre compte.

L'injecteur de vapeur a été essayé, avec un immense succès, pour remplacer les pompes à air dans les chaudières, où les sirops doivent être cuits au vide ; la simplicité des dispositions adoptées assure à cette application nouvelle un grand avenir dans les colonies.

Tout le monde connaît la perte considérable, en qualité et en quantité, occasionnée par la haute température à laquelle on est obligé de porter le jus de canne, lorsque l'on veut faire l'évaporation, suivant les anciens procédés, dans de grandes bassines laissées ouvertes. Plusieurs chaudières ingénieuses ont été proposées et, jusqu'à un certain point, employées pour produire des évaporations à basse température ; mais comme ces chaudières perfectionnées, ou bien sont beaucoup plus chères, ou bien exigent un soin beaucoup plus grand, c'est encore à la vieille méthode que l'on a presque toujours recours, malgré ses inconvénients. De toutes les dispositions adoptées pour produire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'évaporation à une basse température, la chaudière ordinaire dite *vacuum pan*, combinée avec un système de pompes à air, est encore la meilleure lorsqu'elle est faite avec soin ; si les circonstances sont favorables, on peut alors obtenir avec elle une évaporation très-rapide à une basse température. Toutefois, dans les sucreries des colonies, presque toutes les circonstances sont défavorables à cette méthode : l'eau dont on a besoin pour condenser la vapeur est, dans ces climats, à une température tellement élevée qu'on est obligé de l'employer en grande quantité ; il en résulte la nécessité d'avoir des pompes puissantes qui ont à amener des masses d'eau considérables, en même temps qu'à faire le vide dans les chaudières, et finalement on se trouve en présence d'un outillage fort dispendieux, exigeant une attention délicate que souvent on ne peut obtenir et, de plus, des réparations fréquentes.

Au contraire, l'emploi de la même chaudière devient très-simple, si l'on y fait le vide à l'aide d'un injecteur de vapeur, de la façon indiquée par les figures **13** et **14** : dans ce cas, on a besoin seulement d'une certaine quantité de vapeur d'eau, à une pression modérée, pour former en A une injection et aspirer ainsi les vapeurs produites par l'ébullition du sirop ou de tout autre liquide renfermé dans la chaudière B, et ces vapeurs, ainsi que la vapeur d'eau, dirigées à travers les tubes calorifères D de la chaudière, y facilitent l'évaporation. La roue à main C règle la section de l'orifice donnant la vapeur d'eau, qui est amenée par le tube E ; le parcours suivi par cette vapeur et par les vapeurs du sirop est indiqué par les flèches. Grâce à cette combinaison, on est dispensé de faire le vide si dispendieux que l'on obtenait jadis au moyen des pompes, avec machine à vapeur ou tout autre moteur ; on est dispensé de l'alimentation d'un condenseur, considération d'une importance capitale dans certains cas : au lieu et place de tout ceci, on a seulement un injecteur de vapeur, appareil relativement simple et à bon marché, exigeant peu ou point de surveillance, avec lequel on est peu exposé aux irrégularités dans le service.

Les essais faits avec ce mode d'évaporation ont si bien réussi, que l'on construit en ce moment, d'après un modèle indiqué par nous, une chaudière permettant l'évaporation de **50** pieds cubes d'eau (**14** hectolitres) par **24** heures, et dans laquelle on doit maintenir un vide de **18** à **20** pouces de mercure (**450** à **500** millimètres).

La chaudière représentée dans la figure **14** montre l'emploi de l'injecteur dans le cas de la disposition la plus simple, mais le nouvel appareil peut être adopté avec le même avantage dans des chaudières dites à double ou à triple effet. Il a été employé avec succès pour faire le vide dans une chaudière pourvue d'un condenseur qui était placé assez haut au-dessus du sol pour laisser écouler, par simple gravitation, sur la chambre du vide, l'eau dans laquelle les vapeurs du sirop étaient condensées ; l'injecteur n'avait alors à enlever que l'air et une très-petite quantité de vapeurs de sirop ; aussi était-il très-petit et ne consommait pas assez de vapeur pour qu'il y eût lieu d'employer celle-ci à l'évaporation du sirop.

On croit que l'injecteur, grâce à son bon marché et à sa simplicité, deviendra

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très-utile dans les colonies pour séparer les mélasses du sucre ; en aspirant l'air au-dessous du fond à jour des passoires où se trouve le sucre non écoulé, il forcera les sirops ou les mélasses, sous l'action de la pression atmosphérique, à passer à travers le sucre et le fond de la passoire. De cette façon, la méthode grossière et imparfaite de l'écoulement, par gravitation, peut être remplacée avec avantage, ainsi que la méthode plus perfectionnée, mais plus coûteuse et exigeant plus de soin, des passoires à force centrifuge.

4° *Soufflerie des fours Siemens.*

L'auteur a eu occasion d'employer fréquemment l'injecteur comme soufflet pour accélérer la distillation du combustible dans ses fours à gaz, comme le montrent les figures **15** et **16**.

L'appareil soufflant B est placé dans un des murs latéraux du four, et le courant combiné d'air et de vapeur qui en sort se rend par l'ouverture A dans l'espace C, qui se trouve au-dessous de la grille du foyer, et est fermé par les portes D. La petite quantité de vapeur qui entre avec l'air est juste suffisante pour faciliter la production du gaz combustible : en passant à travers le combustible incandescent, elle se convertit en hydrogène et en oxyde de carbone. La vapeur est amenée à l'injecteur par la conduite E qui se détache d'une conduite maîtresse F, approvisionnant un certain nombre d'appareils destinés à toute une série de fours. Une soupape G est ménagée dans la conduite E pour fermer le passage à la vapeur vers les injecteurs qui ne sont pas en service, et un petit robinet L sert à se débarrasser de l'eau qui pourrait se former dans la conduite par condensation.

Ces souffleries appliquées à la production du gaz ont présenté les avantages suivants : elles permettent l'emploi de la poussière de charbon de la plus mauvaise qualité ; en même temps elles élèvent la production du gaz de chaque four consumant ce combustible pauvre, de **1 1/2** tonne à **3** tonnes de gaz par **24** heures ; enfin elles améliorent la qualité du gaz par la production de l'hydrogène que forme la vapeur d'eau mélangée à l'air.

Ces emplois de l'injecteur perfectionné suffisent pour montrer son efficacité et sa valeur. D'autres applications utiles se présenteront elles-mêmes dans tous les cas où il y a lieu d'aspirer ou de comprimer l'air ou les autres gaz.

En concluant, l'auteur demande à faire remarquer que, quoique l'emploi du jet de vapeur comme agent mécanique ne soit pas une nouveauté, et qu'il ait été employé déjà pour divers objets et sous des formes différentes, cependant les conditions mécaniques dans lesquelles il est capable de développer le maximum d'effet utile n'ont pas été, jusqu'à ce jour, mises au jour ni réalisées pratiquement, de façon à présenter des résultats, de tout point, comparables à ceux que l'on obtient avec une machine à vapeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et une pompe à air : aujourd'hui il est acquis que ce résultat peut être atteint avec le jet de vapeur, si l'on prend soin de changer la force élastique de la vapeur en force motrice appliquée à un jet de vapeur et d'air mélangés, et si l'on utilise ensuite celle-ci comme force de compression, sans perdre aucun effet utile en tourbillonnements, en production de son ou de chaleur, toutes choses qui, jusqu'à présent, ont été les principaux résultats obtenus avec le jet de vapeur.

Après avoir communiqué le mémoire que l'on vient de lire au *Meeting* de l'*Institution of Mechanical Engineers,* M. Siemens a fait connaître à l'assemblée qu'il a été amené à rechercher des applications nouvelles de l'injecteur de vapeur par la demande même qui lui avait été faite, par le service du télégraphe, d'établir à Londres le tuyau dont il a été question et dans lequel les dépêches devaient être transmises à l'aide de la pression atmosphérique ; ce tuyau seul a coûté 3 000 livres (75 000 fr.), et on a dépensé au moins autant pour l'établissement de la machine à vapeur et de la pompe à air destinée à y faire le vide.

L'importance de ces chiffres jointe à la grande difficulté de trouver, dans une ville aussi peuplée que Londres, l'emplacement nécessaire à l'établissement de semblables machines, lui a fait sentir vivement l'utilité qu'il y aurait à trouver un moyen plus simple de faire circuler les *pistons-courriers* dans le tuyau destiné à les recevoir, et c'est alors que, frappé du caractère du jet de vapeur, il a commencé ses expériences.

M. Siemens insiste sur la nécessité de donner au *delivery tube* la forme évasée, quoique cette importance soit moindre avec l'air qu'avec un fluide plus dense, comme l'eau dans l'injecteur Giffard. Des expériences comparatives qu'il a faites avec un tuyau de débit à arêtes parallèles et un tuyau à forme évasée, il résulte que, si l'on fait dans un récipient un vide de 20 pouces de mercure (510 millimètres), le tuyau évasé rend environ 10 pour 100 d'effet utile de plus que le tube à arêtes parallèles; avec un vide poussé moins loin, la plus grande densité du fluide donne au tuyau de forme évasée un avantage de 20 pour 100 sur le tube à arêtes parallèles; quant à la forme parabolique proprement dite, c'est celle qui lui semble la meilleure, mais, dans la pratique, la différence entre un tuyau de forme parabolique et un tuyau formé par un cône droit ne serait pas sensible.

La chambre des mélanges (*mixing chamber*), qui doit être d'une longueur proportionnelle à l'importance du débit de l'air, a pour but de diminuer progressivement la surface, et aussi un peu la forme, de la *veine contractée*, l'étendue de la contraction étant déterminée, dans chaque cas particulier, suivant la vitesse du courant combiné qui s'échappe.

Mais le point capital, dans l'appareil nouveau, c'est la disposition adoptée pour mettre en contact l'air et la vapeur. Comme l'effet utile du jet de vapeur est pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

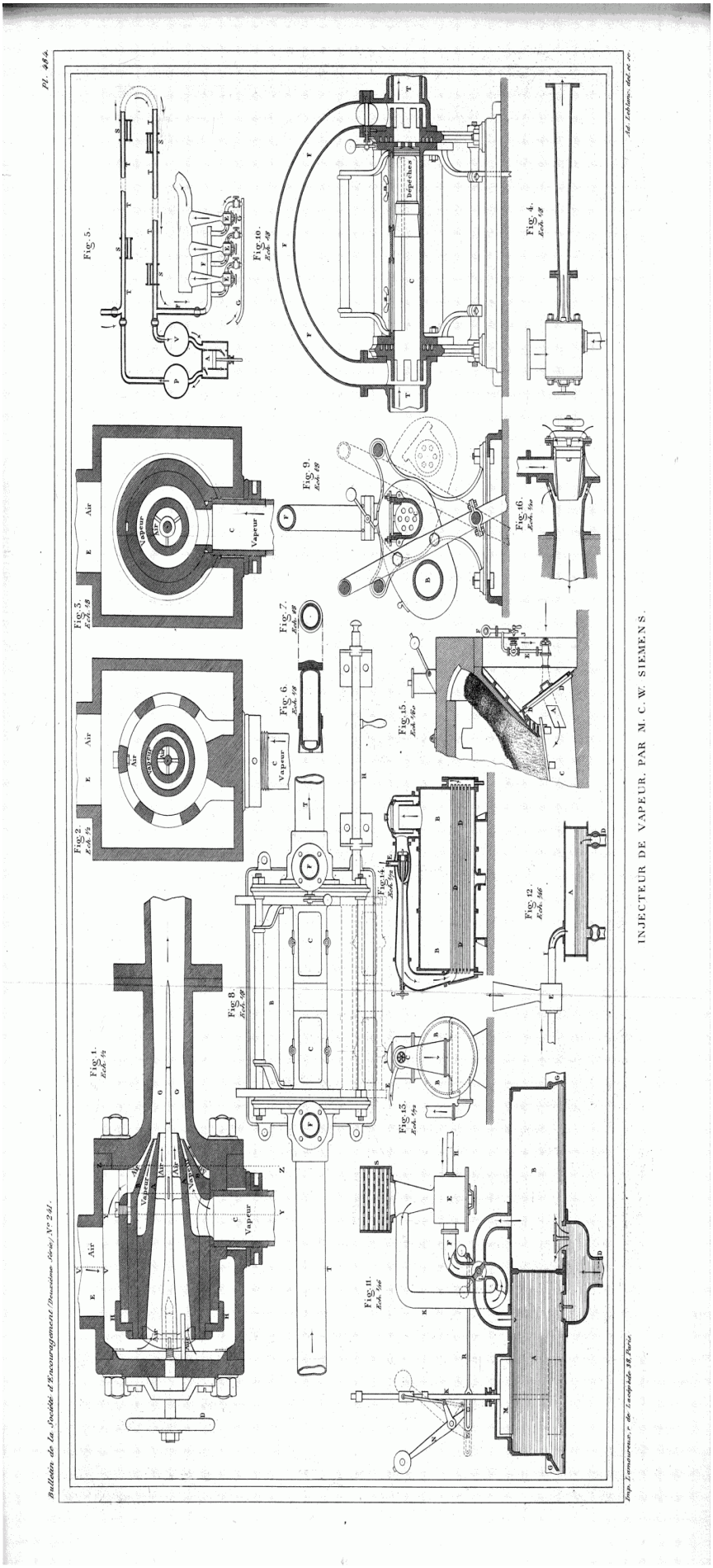
portionnel à l'étendue de la surface de contact de ces deux fluides, la forme annulaire s'est trouvée tout naturellement indiquée; il faut, en outre, que l'épaisseur du jet de vapeur soit aussi petite que possible, et l'expérience a démontré que, au delà d'une épaisseur de 1 1/2 pouce (38 millimètres), on n'obtient plus d'économie. Au delà de cette limite, les molécules intérieures du jet de vapeur prennent une vitesse plus grande que les molécules extérieures qui se trouvent retardées par leur contact avec l'air, et il en résulte un tourbillonnement à l'intérieur même de la couche de vapeur. De plus, si l'on injectait la vapeur dans un tuyau ordinaire ouvert pour en chasser l'air, on obtiendrait des résultats pratiques presque nuls à cause des tourbillonnements qui se produiraient entre la vapeur arrivant avec une très-grande vitesse et l'air sensiblement au repos, et absorberaient à peu près toute la force que l'on veut utiliser. Il faut donc que l'air reçoive, autant que possible, la vitesse de la vapeur avant d'être mis en contact avec elle, et c'est précisément ce résultat si essentiel qui est atteint dans le nouvel injecteur. La section des orifices donnant passage à l'air a été graduellement réduite à partir d'une certaine distance en approchant des orifices; les deux sections qui donnent issue à l'air à l'intérieur et à l'extérieur du jet de vapeur sont combinées de façon à avoir ensemble une surface un peu moindre que la section de la chambre des mélanges à travers laquelle passe le jet combiné d'air et de vapeur; de cette façon on est certain de donner à l'air la vitesse du jet combiné, et, en conséquence, les tourbillonnements, les pertes de force vive qui en résultent sont réduits ainsi à leur minimum.

M. Siemens croit que l'on peut rechercher avec succès des applications nouvelles de l'injecteur de vapeur; toutefois, il fait remarquer que son usage devient désavantageux lorsqu'on se propose d'atteindre seulement un faible degré de vide ou de compression, quoique, jusqu'à un certain point, lorsque le travail à faire n'exige pas l'emploi de toute la puissance de l'appareil, il soit possible d'atténuer le mal en réduisant la section du jet de vapeur.

LÉGENDE DES FIGURES DE LA PLANCHE 484 RELATIVE A L'INJECTEUR SIEMENS.

Fig. 1. Section longitudinale de l'injecteur.
Fig. 2. Section transversale de l'injecteur suivant VV, ZZ.
Fig. 3. Autre section transversale de l'injecteur suivant YY, VV.
Fig. 4. Section longitudinale du *Delivery tube* de l'injecteur.
Fig. 5. Application de l'injecteur à la transmission des dépêches par la pression atmosphérique. — Disposition générale. — *Tuyau circulaire,* etc.
Fig. 6. Section longitudinale du *Piston-courrier* renfermant les dépêches.
Fig. 7. Section transversale de ce piston.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 8. Plan de l'*Intercepteur* destiné à placer ou à arrêter le piston-courrier dans le tuyau circulaire.
Fig. 9. Section transversale de cet intercepteur.
Fig. 10. Section longitudinale du même appareil.
Fig. 11. Application de l'injecteur à l'élévation de l'eau.
Fig. 12. Autre application de même nature avec un appareil plus simple.
Fig. 13. Application de l'injecteur à l'évaporation dans les sucreries. — Élévation latérale.
Fig. 14. Section longitudinale du même appareil.
Fig. 15. Application de l'injecteur à la soufflerie des fours Siemens.
Fig. 16. Section longitudinale de l'injecteur employé dans ce cas.
Dans les divers appareils, les lettres n'ont entre elles aucun rapport de désignation.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Propriétés de l'alliage de platine et de plomb, par M. le professeur Bauer. — (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie impériale d'Allemagne.*) — Comme l'auteur l'a annoncé dans un précédent mémoire, on peut allier, en proportions définies, le plomb et le platine; représenter cet alliage par P*t* P*b* et l'obtenir en grandes masses, en évitant désormais la formation d'une assez forte quantité de platine pulvérulent. Il faut, pour cela, opérer comme il suit :

On fait fondre le platine avec un petit excès de plomb dans un feu vif, en couvrant ces métaux d'une couche de borax, et on laisse refroidir l'alliage très-lentement, après avoir entouré de cendre chaude le creuset que l'on casse enfin. On trouve alors l'alliage sous la forme d'une masse rougeâtre fortement cristalline et parfaitement semblable à du bismuth. Il se laisse facilement pulvériser, et, traité par l'acide acétique, sous l'influence de l'air, il est très-promptement affranchi de son excès de plomb.

La pesanteur spécifique de ce produit (qui nous semble pouvoir trouver des applications utiles) est indiquée, par le calcul, comme devant être **14.89**, et, par l'expérience, comme étant réellement **15.736**. Il se produit donc une contraction dans la formation de l'alliage.

Si les proportions sont de **2** équivalents de plomb pour **1** de platine, l'alliage change peu d'aspect; au contraire, un excès de platine le rend blanc et lui donne une texture cristalline plus serrée. (*Dingler's polytechnisches Journal.*) (V.)

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

72e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XX. — Février 1873.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

TISSAGE.

RAPPORT *fait par* M. ALCAN, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* MÉCANISME *pour remplacer le travail des enfants dans l'industrie des châles, imaginé par* MM. BOUTARD *et* LASSALLE, *rue d'Aboukir*, 21, *à Paris.*

Messieurs, les tisseurs de châles emploient pour auxiliaires des enfants plus ou moins jeunes, souvent âgés de six ans à peine, désignés par le nom de *lanceurs*, parce qu'ils chassent, en lançant dans un ordre déterminé, d'une lisière à l'autre, les navettes chargées de fournir les fils de diverses couleurs. La position courbée et anormale à laquelle cette occupation astreint ces enfants, jointe à la fatigue d'une action continue et prolongée, les étiole et arrête leur développement physique au point de les rendre impropres au service militaire. L'état intellectuel et moral de ces jeunes ouvriers n'est pas moins déplorable, par suite de l'impossibilité où ils sont de recevoir la moindre instruction et de puiser, dans le milieu où ils sont forcés de vivre, les principes honnêtes et sains qu'on ne saurait inculquer trop tôt à l'enfance. Ces inconvénients sociaux sont-ils au moins quelque peu atténués par des avantages économiques? Nous pouvons affirmer le contraire. Le salaire des enfants n'est pas élevé, il est vrai, si on ne considère que les chiffres,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

variables selon les localités, les âges et les aptitudes, entre 5 et 12 francs la semaine; mais, comme cette rémunération est un forfait dû au jeune aide par son chef, elle ne laisse pas que d'être onéreuse, à cause des malfaçons, des irrégularités, ou des chômages, si fréquents par suite des pénibles conditions dans lesquelles l'enfant exécute sa besogne.

On conçoit que cet état de choses ait provoqué de nombreuses recherches destinées à y remédier, et à substituer l'action mécanique à celle de la main. Les transformations de ce genre sont devenues si nombreuses et rendent tant de services dans d'autres directions, qu'il n'est pas inutile de faire ressortir les causes d'insuccès des tentatives auxquelles nous faisons allusion. On a surtout essayé une série de mécanismes connus sous le nom de *battants lanceurs,* et décrits, pour la plupart, dans le *Bulletin* de la Société; on a dû songer également aux métiers automatiques à navettes multiples, dont l'application, à certains tissus, se développe chaque jour.

On a été obligé de renoncer aux battants lanceurs, dont l'emploi occasionnait des accidents intolérables, tels que de très-fréquentes ruptures et des irrégularités de tissure dans les lisières, dont la pureté est particulièrement exigée. Le résultat économique et la perfection des produits se trouvaient en même temps compromis. Les causes de ces divers accidents ont la même origine, les chocs brusques et rapides fortement imprimés par une même impulsion au battant et à la boîte à navettes multiples solidaires.

La simultanéité d'action qui en résulte laisse si peu de temps au passage des navettes, qu'elles ont besoin d'être lancées violemment pour pouvoir franchir la course de 2 mètres, en moyenne, qu'elles ont à parcourir, et, comme les trames sont en gros fils cardés pour les articles communs, et pour les beaux produits en peignés fins aussi faiblement tordus que possible, c'est-à-dire, dans tous les cas, en fils peu résistants, ces trames sont d'autant plus exposées aux accidents principaux que nous venons de signaler.

Les métiers à navettes multiples complétement automatiques, exclusivement appliqués à de petites largeurs et à des fils résistants, présenteraient, employés aux châles, les inconvénients des battants lanceurs, aggravés par la dépense considérable du matériel, d'autant plus impossible qu'elle incomberait, en partie, à des ouvriers dont tout l'avoir consiste dans leurs métiers.

Il était donc important de tenir compte de l'outillage existant, de s'en servir dans le problème à résoudre, de manière à ménager le côté économique et avantageux, et à faire disparaître, au contraire, les parties criti-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quables dans leurs fonctions, les causes de certaines défectuosités et d'infériorité des produits.

MM. Boutard et Lassalle ont atteint ce but par des moyens simples et ingénieux, qui attestent chez ces industriels des connaissances spéciales et une analyse rationnelle des diverses conditions à réaliser.

Ils ne changent absolument rien au métier ordinaire en usage, ni à la manière de travailler habituelle, ils se bornent à donner à la boîte à navettes un mouvement indépendant de celui du battant, et à chacune des navettes un élan déterminé par l'action particulièrement élastique d'un chasse-navette spécial. Les montants d'un métier ordinaire reçoivent des rainures, des coulisses ou glissières dans lesquelles une boîte à compartiments destinée aux navettes peut descendre et monter. A la partie inférieure de cette boîte est fixée une crémaillère verticale, dont les dents engrènent successivement avec les cames d'un petit prisme semblable à celui du mécanisme Jacquart. A chaque quart de tour de ce prisme dans un sens, la boîte se trouve remontée d'une dent et de l'espace correspondant à l'intervalle de deux compartiments de navettes.

Si le mouvement a lieu en sens inverse, la boîte descend. Ces déplacements périodiques du petit prisme sont commandés par des lames à rochets, alternativement en prise avec des barettes placées de chaque côté du prisme. La communication de mouvement des lames résulte de l'action de leviers auxquels elles sont reliées et qui agissent eux-mêmes sous l'impulsion d'une pédale. Quant à la transmission du mouvement du chasse-navette, elle a lieu par l'entremise d'un crochet de la petite mécanique armure, agissant au moment opportun, c'est-à-dire aussitôt l'angle formé par les fils de la chaîne, de façon que la trame ait le temps de se dérouler et de se développer; sa course commençant avec celle du battant, cette circonstance de la succession et de la simultanéité des effets de la navette et du battant, jointe à l'action élastique du chasse-navette provenant de sa disposition spéciale à l'extrémité de tiges formant ressort, constitue les particularités intéressantes de l'invention. (On s'en rendra facilement compte par l'examen du dessin joint à ce rapport.)

Grâce à ces dispositions, très-peu compliquées de fait, le métier ordinaire à faire les châles peut se passer du concours des enfants.

Un seul tisseur suffit. Les résultats présentent constamment la régularité qu'on ne peut obtenir qu'exceptionnellement par le lanceur à la main. Votre rapporteur a pu s'assurer, en voyant fonctionner les métiers

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

modifiés dans les ateliers de MM. Boutard et Lassalle, des avantages marqués que présente le nouveau système. S'il se propage, comme on peut le supposer, ses auteurs auront rendu un service signalé à leur industrie spéciale et à la société en général.

Votre comité des arts mécaniques vous propose, en conséquence, 1° de remercier MM. Boutard et Lassalle de leur très-intéressante communication; 2° d'insérer le présent rapport et le dessin du métier dans votre *Bulletin*, et d'en adresser un exemplaire à M. le Ministre de l'agriculture et du commerce.

Signé ALCAN, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 14 juin 1872.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 485 REPRÉSENTANT LE LANCEUR MÉCANIQUE DE NAVETTE IMAGINÉ PAR MM. BOUTARD ET LASSALLE.

Fig. 1. Vue de face d'un métier à châles, auquel est adapté le lanceur mécanique; dans cette figure, on a supprimé quantité d'organes pour rendre plus facile l'intelligence de l'appareil et sa relation avec le mécanisme de la Jacquart.

Fig. 2. Même vue à une plus grande échelle, mais ne montrant que la partie du métier où est fixé l'appareil.

Fig. 3. Vue de profil de l'ensemble de la boîte à navettes.

Fig. 4. Vue longitudinale de l'organe moteur de la boîte à navettes.

Fig. 5. Section transversale du même organe suivant la ligne I, II de la figure 4, et montrant la crémaillère de la boîte à navettes.

Fig. 6. Autre section transversale suivant la ligne III, IV de la figure 4, et indiquant les lames à rochets qui commandent les déplacements périodiques de l'organe moteur de la boîte à navettes.

A, bâti du métier.

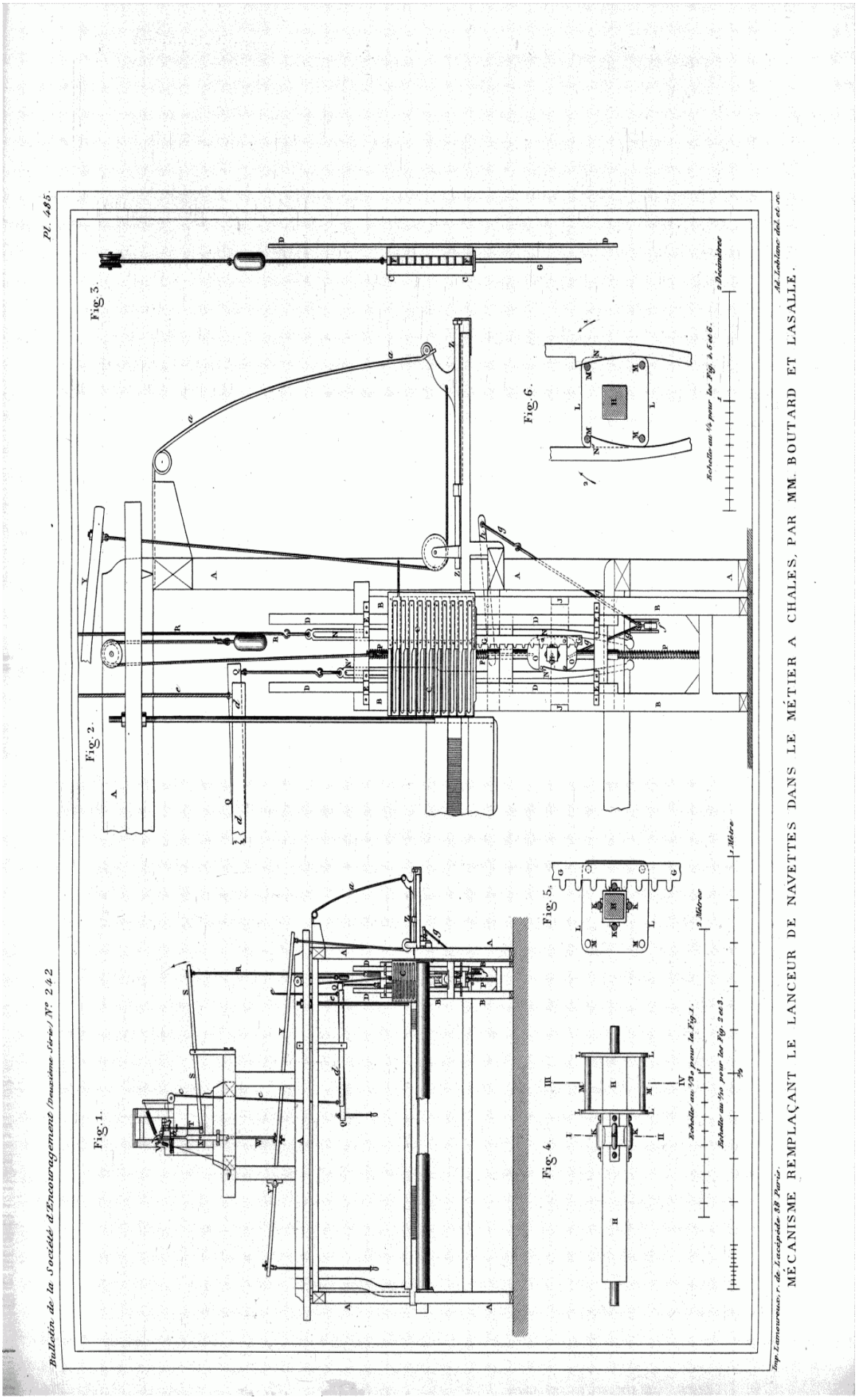
B, châssis de l'appareil fixé au bâti par des équerres.

C, boîte à navettes équilibrée par un contre-poids suspendu à une corde passant sur une poulie (fig. 3); elle est divisée en plusieurs compartiments destinés à recevoir chacun une navette, et chacune de ces navettes est maintenue par une lame de ressort.

D, coulisseaux sur lesquels est fixée la boîte à navettes.

E, chapes fixées sur les traverses supérieure et inférieure du châssis B, et servant à guider les coulisseaux D.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

F, rainure verticale située à l'arrière de la boîte à navettes C (fig. 3), et servant à donner accès au chasse-navettes dans chacun des compartiments.

G, crémaillère fixée verticalement à la partie inférieure de la boîte à navettes.

H, organe moteur de la boîte à navettes ; il est disposé de manière à pouvoir tourner dans des paliers fixés sur un cadre J faisant partie du châssis B. Cet organe est complexe et comprend :

1° Un arbre à section carré, sur chacune des faces duquel est fixée longitudinalement une petite barette K (fig. 4, 5 et 6) ; ces quatre barettes agissent comme des cames sur la crémaillère de la boîte à navettes, avec laquelle elles sont alternativement en prise ; ainsi, à chaque quart de tour de l'arbre dans un sens ou dans l'autre, la boîte à navettes monte ou descend d'une dent de la crémaillère, c'est-à-dire de l'espace correspondant à l'intervalle de deux compartiments de navettes.

2° Deux plaques métalliques ou joues L, fixées perpendiculairement sur l'arbre qui les traverse, et reliées aux quatre angles par quatre fuseaux M (fig. 4, 5 et 6) ; ces fuseaux sont alternativement saisis par des rochets N, N′, qui font alors tourner dans un sens ou dans l'autre l'organe moteur de la boîte à navettes.

N, première lame à rochet faisant tourner l'organe moteur de la boîte à navettes dans le sens de la flèche 1 (fig. 6), et, par conséquent, produisant l'ascension de la crémaillère G.

N′, deuxième lame à rochet agissant en sens contraire de la précédente, suivant la flèche 2.

O, O, espèces de marteaux disposés au-dessus et au-dessous de l'organe H (fig. 2), et venant alternativement presser sur les fuseaux M pour les mettre en prise avec l'un ou l'autre des rochets N, N′, suivant le sens dans lequel doit tourner l'appareil ; ces marteaux sont pourvus de tiges ou queues pouvant coulisser dans des traverses du châssis B.

P, gros ressorts à boudin déterminant la pression des marteaux O sur les fuseaux M.

La lame à rochet N′ est reliée à l'une des extrémités d'un levier Q (fig. 1 et 2) oscillant en son milieu, et dont l'autre extrémité est munie d'un cordon de tirage permettant à l'ouvrier de faire mouvoir le rochet à la main.

La lame à rochet N est, par l'intermédiaire d'une corde R (fig. 1 et 2), reliée à l'extrémité de droite d'un levier S, oscillant en son milieu sur un support vertical fixé au bâti de la Jacquart. A l'extrémité de gauche de ce levier s'articule une tige verticale T, sur la tête de laquelle peut venir presser une équerre fixée à la *grosse mécanique* U de la Jacquart quand celle-ci s'abaisse, c'est-à-dire quand l'ouvrier abandonne la *marche*.

Lors donc que la tige T est pressée de haut en bas, elle fait relever le levier S dans le sens de la flèche (fig. 1), et à son tour le rochet N par l'intermédiaire de la corde R ; par suite, l'arbre H accomplissant un quart de révolution dans le sens de la flèche 1 (fig. 6), la crémaillère G est relevée et vient présenter en face du chasse-navettes un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

compartiment de la boîte pour que la navette de ce compartiment soit prête à être lancée.

V, petit levier courbe relié à l'équerre de la mécanique U, et sur lequel agissent en sens inverse deux ressorts à boudin.

W X, tige verticale, composée de deux parties pouvant coulisser verticalement devant le bâti; la partie supérieure X se termine par une sorte de crochet, et est réunie à l'inférieure au moyen d'une articulation qui lui permet d'osciller dans le plan vertical; la partie inférieure W est reliée à un levier Y Y′ qui fait mouvoir le chasse-navettes.

Y Y′, levier moteur du chasse-navettes, pouvant au besoin être commandé à la main au moyen d'une corde attachée à son extrémité de gauche; il oscille en un point Y′ fixé au bâti.

Z, chasse-navettes relié au levier Y Y′ au moyen d'une corde et d'une poulie de renvoi (fig. 1 et 2); il consiste en une tige équarrie, glissant horizontalement dans des supports fixés sur une console reliée au bâti du métier.

a, grande tige à ressort fixée d'une part au bâti du métier, et d'autre part à l'arrière du chasse-navettes; c'est elle qui ramène le chasse-navettes en place chaque fois qu'il entre dans un compartiment de la boîte pour lancer la navette qui y est contenue.

b, petite tige présentant une boutonnière au milieu de laquelle passe la tige verticale W X; l'extrémité gauche de cette petite tige est reliée au bâti de la Jacquart par un ressort à boudin, tandis que l'autre extrémité reçoit, au moyen d'une poulie de renvoi, une corde *c* attachée à l'extrémité gauche du levier *d*.

d, levier horizontal placé près du levier Q, et dont l'extrémité de droite est reliée par une corde *e* à la *mécanique-armure*.

Il résulte de ces dispositions que, lorsque la mécanique-armure tire la corde *e* (ce qui a lieu seulement quand les navettes doivent être lancées), le levier *d*, oscillant de droite à gauche, tire à son tour l'autre corde *c* qui oblige alors la petite tige *b* à amener le crochet de la tige W X en projection verticale de l'équerre de la mécanique U, si bien que, au moment où l'ouvrier vient à foncer la *marche,* c'est-à-dire au moment où la mécanique U est soulevée, la tige W X est entraînée verticalement de bas en haut par son crochet; par suite, le levier Y Y′ est soulevé, et aussitôt le chasse-navettes Z qu'il commande pénètre dans le compartiment de la boîte à navettes qui lui est présenté et, chassant la navette, la lance au travers du *pas ouvert* formé par les lisses.

Quand la mécanique Jacquart est arrivée près du haut de sa course, le petit levier courbe V, sollicité par son ressort inférieur qui, dans cette position, se trouve tendu, accomplit un petit mouvement angulaire, par suite duquel l'équerre de la mécanique U dégage le crochet de la tige W X; dès lors, cette tige n'étant plus retenue redescend ainsi que le levier Y Y′ et, sous l'action de la grande tige à ressort *a,* le chasse-navettes Z sort de la boîte et revient immédiatement en place.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand la mécanique Jacquart redescend, c'est-à-dire quand l'ouvrier abandonne la marche, l'équerre de cette mécanique venant, comme il a été dit plus haut, presser sur la tige T, le levier S soulève la lame-rochet N par l'intermédiaire de la corde R, l'arbre H (fig. 6) fait un quart de tour, et la boîte à navettes monte juste de la quantité nécessaire pour qu'un nouveau compartiment muni de sa navette vienne se placer devant le chasse-navettes, et ainsi de suite.

f, levier oscillant dans une chape à la partie inférieure du châssis de l'appareil (fig. 1 et 2) ; une extrémité de ce levier est reliée par une corde à la mécanique-armure, et l'autre aux marteaux O, O par des tringles *g* et un levier *h*, de façon que lorsque la boîte à navettes est arrivée à la fin de sa course verticale, c'est-à-dire quand il y a une *passée* faite, la mécanique-armure tire sur le levier *g*, ce qui a pour effet de soulever les marteaux O, O et de permettre à la boîte à navettes de retomber de son propre poids à son point de départ pour être prête à recommencer une nouvelle passée.

(M.)

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. TRESCA, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* APPAREIL HYDRAULIQUE *appliqué à la fermeture des boutiques, et présenté par* MM. CH. *et* EUG. SAINT-PÈRE, 1, *rue Jacob, à Paris.*

Messieurs, les applications des appareils mécaniques dans lesquels l'eau des conduites d'alimentation est employée comme moteur deviennent de plus en plus faciles.

Déjà la Société d'encouragement a publié les machines construites par M. Armstrong, en Angleterre, pour la manœuvre des fardeaux ; tous les docks de ce pays en sont dès à présent munis (1).

Dernièrement, M. Quéruel vous présentait un appareil pour la manœuvre des décors dans les théâtres (2). Ces applications à des opérations mécaniques intermittentes sont destinées à devenir chaque jour plus fréquentes.

Votre comité a, maintenant, à examiner un appareil imaginé par MM. Saint-Père pour le fonctionnement des rideaux de la fermeture des boutiques. Cette fermeture se compose, ainsi qu'on le sait, d'un tablier formé

(1) Voy. *Bulletin* de 1859, 2e série, t. VI, p. 25.
(2) Voy. *id.* de 1872, *id.*, t. XIX, p. 9.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de plusieurs feuilles de tôle disposées horizontalement, et imitée de nos rideaux de cheminées d'appartement.

La disposition dont il s'agit n'en diffère, quant au système de transmission, que par la suppression de tout l'appareil de vis et d'engrenages par l'intermédiaire duquel un employé du magasin opère l'ouverture ou la fermeture de cette devanture métallique.

Dans les installations de MM. Saint-Père, tout cet ensemble est remplacé par un cylindre vertical en fonte, tourné, d'un poids un peu plus grand que celui des feuilles de tôle, que l'on peut évaluer à 20 kilog. le mètre superficiel; ce cylindre, garni d'un cuir embouti, forme piston dans un corps de pompe en tôle rivée, ayant une course égale à celle de la devanture elle-même.

C'est à l'aide de l'introduction de l'eau sous ce piston que tout l'ensemble se relève, et, par suite, produit la fermeture graduelle des différentes feuilles du tablier. Ce rideau est, d'ailleurs, relié à la partie supérieure du piston par une chaîne passant sur une poulie intermédiaire.

L'introduction de l'eau sous le piston est commandée par un robinet à trois eaux, qui se manœuvre à volonté de l'intérieur du magasin et qui permet, pour ouvrir la boutique, de laisser échapper l'eau qui se trouve dans le corps de pompe, et c'est aussi à l'aide de ce robinet que l'on peut abaisser cette fermeture en introduisant une nouvelle quantité d'eau sous le piston formant contre-poids.

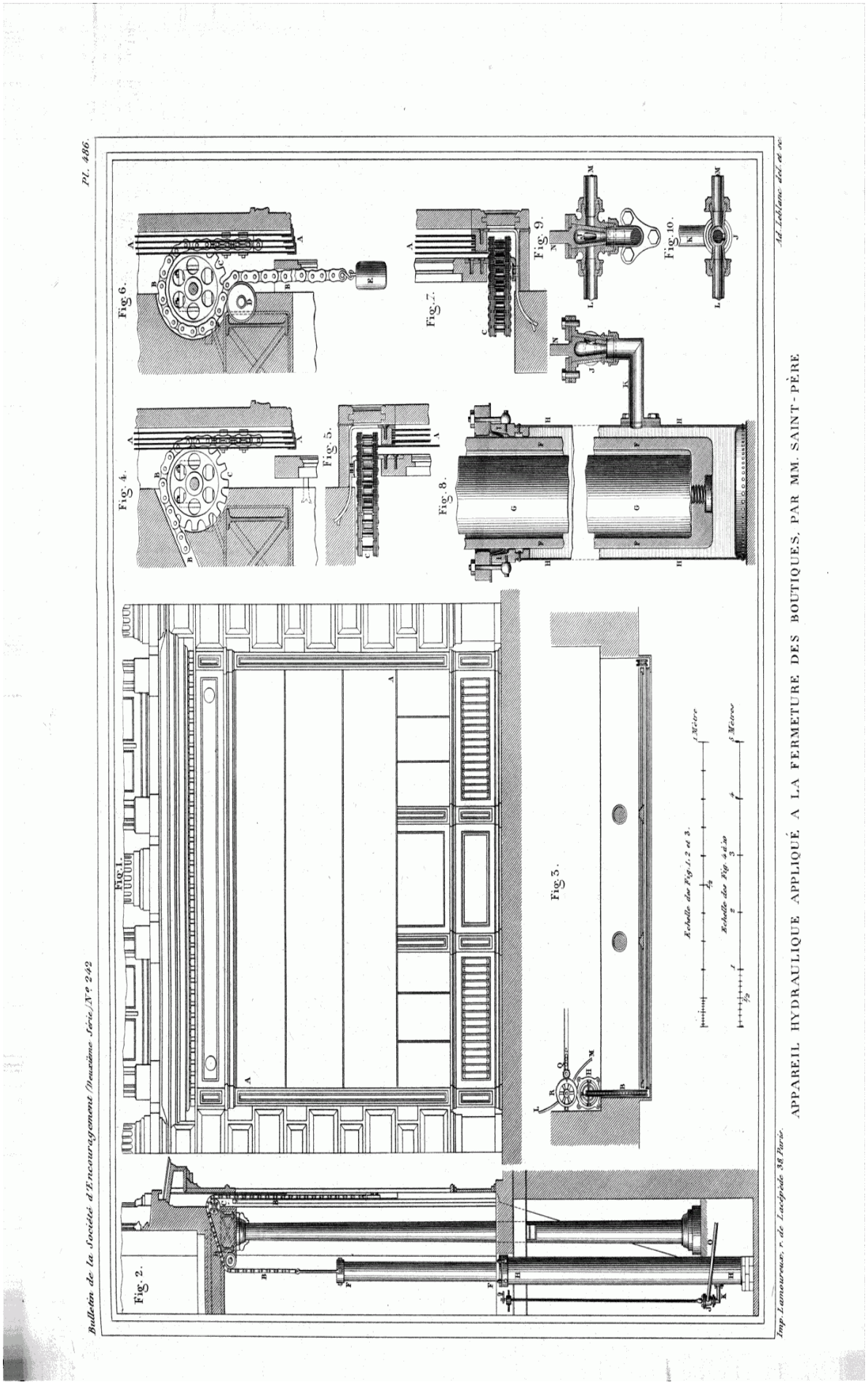
Toutes ces manœuvres s'exécutent facilement et sans bruit, sans autre effort que celui nécessité par l'ouverture et la fermeture d'un robinet, ce qui est tout à la fois plus prompt et plus commode que par les moyens ordinaires, et d'une dépense tout à fait minime.

La suppression des organes de transmission entraîne nécessairement avec elle la suppression de tous les scellements et des encastrements que la disposition actuelle exige, et qui altèrent encore, non sans inconvénients, la résistance des piliers, déjà bien réduits dans la construction de nos maisons à boutiques.

Après avoir examiné les avantages de ces appareils, il est nécessaire de passer en revue les deux accidents principaux que pourraient déterminer soit la gelée, soit l'absence d'eau par suite de réparations dans les conduites.

La gelée est peu à craindre, en ce sens que l'appareil est complétement renfermé dans une cave ou un sous-sol, et que, par conséquent, on peut prendre les précautions nécessaires en employant des enveloppes peu con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ductrices, ou, au besoin même, en se servant d'un bec de gaz dans les circonstances exceptionnelles.

L'absence d'eau peut être plus embarrassante : mais, si l'on remarque que chaque manœuvre ne nécessite que 70 litres d'eau sous la pression de 20 mètres de hauteur pour fermer une devanture de 20 mètres carrés de surface, comme dans une application qui a été faite rue du Vieux-Colombier, il suffira de monter et d'emmagasiner dans un réservoir placé à la partie supérieure de la maison ces 70 litres d'eau pour que la manœuvre puisse s'opérer comme à l'ordinaire.

Votre comité a pensé qu'il y avait là une application heureuse des appareils hydrauliques, et il vous propose, en conséquence, de remercier MM. Saint-Père de leur communication, et de décider l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin* avec planche et légende explicative.

Signé TRESCA, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 24 *mai* 1872.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 486, REPRÉSENTANT L'APPAREIL HYDRAULIQUE APPLIQUÉ PAR MM. SAINT-PÈRE A LA FERMETURE DES BOUTIQUES.

Fig. 1. Façade d'une boutique où l'appareil de MM. Saint-Père est appliqué ; dans cette figure trois des quatre feuilles de tôle formant le tablier sont abaissées.

Fig. 2. Section transversale montrant l'appareil moteur.

Fig. 3. Section horizontale.

Fig. 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10. Détails des organes.

A A, rideau ou tablier de fermeture de la boutique ; il est composé de quatre feuilles de tôle glissant l'une sur l'autre dans des caissons situés de part et d'autre de la devanture, et dont l'inférieure reçoit, à chaque extrémité, les chaînes de manœuvre.

B, B, chaînes de Galle attachées à la feuille de tôle inférieure et commandant la manœuvre du rideau ; l'une d'elles reçoit directement l'action de l'appareil hydraulique.

C, C, poulies à dents sur lesquelles passent les chaînes B, B ; elles sont calées aux extrémités d'un même arbre horizontal.

D, galet de renvoi de celle des chaînes qui, n'étant pas commandée directement par l'appareil hydraulique, porte à son autre extrémité un contre-poids de tension E (fig. 6).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

F, piston plongeur, relié par une tige à l'une des chaînes Galle (fig. 1); il se compose d'un cylindre creux en fonte (fig. 8), lesté par des débris de fonte G qu'on introduit dans sa capacité; cette disposition a pour but d'en rendre le montage plus facile.

H, corps de pompe en tôle rivée, dans lequel manœuvre le piston F sous l'action de l'eau ; il est installé dans le sous-sol de la maison (fig. 1).

I, cuir embouti formant garniture du piston F (fig. 8).

J, robinet à trois eaux pour la manœuvre de l'appareil (fig. 8, 9 et 10) ; installé dans le sous-sol, il est monté sur un raccord coudé K communiquant avec le corps de pompe H.

L, tuyau d'arrivée de l'eau au robinet.

M, tuyau de départ de l'eau.

N, carré de la clef de manœuvre du robinet.

O, levier pour commander directement le robinet en descendant dans le sous-sol (fig. 1).

P, tringle verticale pour commander le robinet depuis le rez-de-chaussée; cette tringle reçoit son mouvement au moyen d'une roue dentée fixée à son extrémité supérieure, et engrenant avec un petit pignon portant une manivelle.

Q, pignon et manivelle de manœuvre de la tringle P (fig. 3).

R, roue dentée de la tringle P commandée par le pignon Q.

(M.)

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. PALIARD, *au nom du comité des arts économiques, sur le nouveau genre d'*ESSUIE-PIEDS *imaginé par* M. FARJAT, *à Rouen.*

Messieurs, M. Farjat est, dit-il, le créateur d'une nouvelle industrie :

Il fabrique des galeries en grille, des tapis-brosses à jour en cuir sur fer et fil de métal, et des nattes-gazon pour essuie-pieds.

Les grilles avec les nattes peuvent être placées sur un bâti en métal ou en bois pour former un chemin dans une galerie; on obtient ainsi un cours d'essuie-pieds gradué, dur et en grille d'abord, puis plus doux, pour se terminer par un tapis du dernier n° 10, qui est le plus doux. Pour qu'un chemin semblable soit bien établi et complet, il faut qu'on puisse lui donner une longueur de 6 à 8 mètres.

Plusieurs de ces chemins complets ont été placés, en province, dans de grandes administrations ou de grands établissements, notamment en 1859, à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rouen, au Musée d'histoire naturelle; en 1857, à l'Hôtel-de-Ville du Havre; en 1856 et 1859, à Évreux. Des certificats de maires et d'architectes constatent, plusieurs années après, que ces chemins ont produit un très-bon résultat.

Aucun chemin semblable de grille essuie-pieds n'a été posé à Paris; mais il existe, dans divers établissements, des grilles du n° 5, qui sont les plus dures, et se placent au bas d'escaliers ou aux portes d'entrée de vestibules. Il existe de ces grilles au Conservatoire des arts et métiers, au chemin de fer de Strasbourg, au Ministère de la justice; elles sont placées là depuis plus de dix ans, et, bien qu'elles servent à tout instant, elles sont peu usées.

Ces grilles dures sont très-solidement établies et formées d'étroites lanières en cuir, enroulées ou nattées sur des lames d'un fort treillis en métal.

La poussière les traverse et ne s'y attache pas.

La fabrication, l'usage, la durée de ces grilles paraissent remarquables, et assurément, bien qu'elles doivent revenir à un prix un peu élevé, leur solidité et leur durée sont telles que, si elles étaient plus connues, elles seraient plus employées, notamment dans les grandes administrations, dans les musées, dans les gares de chemin de fer, etc.

Enfin, M. Farjat fait des entreprises à raison de 2 francs par mois et par mètre carré, c'est-à-dire que, à ce prix, il se charge de la fourniture et de l'entretien.

Votre comité vous propose, Messieurs, de remercier M. Farjat de sa communication et d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé PALIARD, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 20 *août* 1872.

ARTS TEXTILES.

DES PRODUITS TEXTILES A L'EXPOSITION DE LYON, PAR M. ALCAN,

Membre du Conseil (1).

« Messieurs, je viens vous rendre compte de la mission que vous m'avez

(1) Communication faite dans la séance du 8 novembre 1872.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fait l'honneur de me confier, en me chargeant de visiter l'Exposition de Lyon et d'étudier certaines spécialités qu'elle renferme.

« La réalisation de cette solennité industrielle projetée avant nos malheurs est un fait digne d'être signalé tout d'abord. L'affluence des produits et des visiteurs à ce concours pacifique, au lendemain de la plus grande catastrophe qu'un pays ait jamais subie, nous semble une protestation significative contre la guerre, et une manifestation éclatante en faveur de la seule activité saine et naturelle, celle du travail civilisateur.

« Cependant les événements au milieu desquels ce fait industriel s'est accompli n'ont pas été sans influence sur ses résultats.

« De fait, et sauf quelques exceptions, ce concours qui devait être international n'a eu presque que des industriels français pour exposants, et beaucoup de ceux-ci dans la grande cité lyonnaise même qu'on pensait voir figurer au premier rang, ont cru devoir s'abstenir par des motifs que nous n'avons pas à examiner. Nous sommes heureux de faire remarquer que cette abstention n'a nullement l'état des affaires pour cause. La fabrique lyonnaise, grâce à son genre spécial, ne cesse de progresser et paraît en pleine activité dans ses diverses branches. Les articles façonnés qui forment le plus beau fleuron des produits de Lyon, délaissés pendant vingt ans au moins, reprennent faveur. Nous avons pu visiter dans nombre d'établissements, des articles de hautes nouveautés et des brochés les plus riches exécutés sur commandes pour les différentes parties du monde et même pour Paris.

« On a bien voulu nous montrer les magnifiques étoffes déjà prêtes pour l'Exposition de Vienne, et en attendant que nous puissions sans indiscrétion mettre sous vos yeux les échantillons qui nous sont promis, nous pouvons affirmer que l'industrie française conservera dans cette direction la supériorité que le monde entier lui reconnaît.

« Avons-nous besoin de dire qu'en faisant allusion à l'abstention des industriels étrangers, nous ne comprenons pas dans cette dénomination ceux de notre regrettée Alsace? Elle a tenu à faire figurer sur le sol national ses plus beaux produits, dont la science, l'art et le goût français auront toujours le droit de revendiquer la propriété; ses belles et artistiques toiles peintes, partout si justement admirées, attiraient tous les regards non-seulement par leur magnificence, mais aussi par l'emblème qui exprimait le sentiment douloureux de leurs producteurs. Nous ne chercherons pas à rendre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'effet éprouvé par le public français à la vue des vitrines alsaciennes, décorées de la cocarde tricolore entourée d'un crêpe.

« Les autres spécialités des arts textiles étaient également représentées par des produits en matières pures et mélangées, dont les apparences n'offraient ni particularités ni progrès qui n'aient été constatés déjà à l'Exposition universelle de 1867. Les moyens ayant la production de la soie en vue, certaines combinaisons de l'art du tissage en général, les apprêts mécaniques dans une certaine direction et les machines à coudre ont au contraire été, depuis lors, l'objet de recherches dignes de vous être signalées. Nous diviserons donc notre revue en trois parties, comprenant :

« 1° Les procédés intéressant la soie dans les diverses transformations qui doivent l'amener à l'état de fils;

« 2° Les modifications et nouveautés concernant le tissage uni et façonné en général;

« 3° Les combinaisons nouvelles dans les apprêts;

« Et 4° les progrès réalisés dans la construction des machines à coudre.

Production des fils de la soie.

« Les Italiens, en prenant largement part à l'Exposition réservée à la sériciculture, justifient l'exception à laquelle nous avons fait allusion en parlant de l'abstention des étrangers en général. La présence de nos plus importants concurrents dans toutes les spécialités de la soie offrait d'ailleurs un intérêt particulier; on savait qu'ils avaient enfin triomphé de l'épidémie. Une récolte de cocons qui de 20 000 000 de kilog. auxquels elle était descendue, s'est élevée à 50 000 000 de kilog. dans ces dernières années témoigne suffisamment du succès. Cette quantité n'avait jamais été dépassée dans les temps normaux avant la crise. On se demandait si on découvrirait, par la comparaison de nos procédés avec ceux de nos heureux voisins, la cause de notre infériorité relative, démontrée par un déficit de production, encore estimé de 6 à 7 000 000 de kilog. ; la dernière bonne récolte, celle de 1853, a fourni 20 000 000 de kilog. et nous ne produisons plus aujourd'hui que 12 à 13 000 000 de kilog.

« Il y a là une perte résultant de l'achat de la graine et des dépenses inutiles faites pour l'amener à bien.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Cette différence de résultats dans les deux pays est d'autant plus remarquable qu'on est à peu près d'accord partout, sinon sur l'origine et la cause du mal, au moins sur les moyens de l'éviter. Ces moyens reposent sur l'emploi d'une semence saine, sur la manière d'en constater la qualité, sur le renouvellement fréquent et le croisement des races ; les soins d'emballage pris pour conserver les germes et ne pas troubler leur inertie pendant le voyage ont aussi leur influence; enfin l'application de l'ensemble des recommandations séculaires, concernant les soins hygiéniques et de propreté a plus que jamais une grande importance. Les hommes les plus compétents et les mieux placés pour expliquer la supériorité de nos voisins prétendent qu'elle *tient au génie particulier des Italiens pour tout ce qui touche à la sériciculture et à l'organisation toute spéciale du grainage, comportant la coopération de l'éducateur d'une façon beaucoup plus large qu'en France* (1).

« Lors même que cette appréciation serait exacte, on ne peut passer sous silence la part de la science française au succès complet des Italiens et au progrès partiel de notre sériciculture.

« On sait en effet que, parmi les nombreuses contrées dont on fait venir les œufs, ceux du Japon donnent seuls d'excellents résultats, d'autant plus certains que les graines auront été choisies par les procédés de M. Pasteur. Ce système a un tel crédit que les marchands de graines plus ou moins scrupuleux ont soin d'indiquer, dans leurs prospectus et sur leurs étiquettes, que leurs produits sont obtenus par le système Pasteur. Afin de contrôler la valeur de ces assertions et d'estimer les qualités d'une des graines quelconque, la Commission des soies de la Chambre de commerce de Lyon a établi un cabinet spécial d'observation, sous la direction d'un professeur de l'École de la Martinière, qui examine les graines, les vers et les papillons, et constate leur état sur un bulletin détaché d'un livre à souches délivré au public; ces vérifications et déclarations sont gratuites, ainsi que les conférences faites trois fois par semaine dans un local pourvu de six instruments pour familiariser les auditeurs avec les observations microscopiques. C'est assez dire l'estime des hommes les plus compétents pour le procédé dont nous parlons, et l'intérêt qui y est attaché

(1) Duseigneur Kleber, *Monographie du cocon de soie.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par la corporation la plus compétente en tout ce qui peut favoriser l'application des bonnes méthodes.

« A ce titre, nous devons mentionner également un système d'emballage ou d'empaquetage, imaginé dans ces derniers temps par M. Meynard. Son procédé est aussi simple qu'ingénieux; il consiste dans une série de feuilles de carton minces et ondulées, au lieu de surfaces planes dont on se sert ordinairement; ces feuilles, recevant la graine, sont superposées les unes sur les autres, séparées seulement par un carton horizontal; on forme de cette façon une caisse carrée, dont deux côtés, ceux parallèles à la direction des ondulations, ainsi que le fond et le dessus du colis, sont en bois, tandis que les deux autres côtés sont formés par un treillage en fil de fer pour laisser circuler l'air.

« Quelques soins que l'on prenne, d'ailleurs, pour s'assurer de la qualité des semences, leurs produits, lors même qu'ils sont satisfaisants, ne sont pas à l'abri de certains accidents. La *rouille*, ou taches dont les cocons de la graine du Japon surtout sont parfois recouverts, en fournit un exemple; la soie de ces cocons tachés est altérée; le dévidage en est difficile et ne s'obtient qu'avec un déchet anormal: on en attribue la cause à la rusticité et à la vivacité des vers qui montent avant de se vider; leurs déjections atteignent alors les retardataires. Ce sont ces déjections qui détermineraient des taches, désignées sous le nom de *rouille;* l'humidité et la condensation résultant de l'étouffage à la vapeur fixent et étendent ces taches. Différents appareils pour asphyxier les chrysalides et mettre la matière à l'abri de cette aggravation de l'humidité figuraient à l'Exposition. Nous signalerons entre autres celui de M. Castrogiovani et celui de M. Giretti, tous deux Italiens. La disposition du premier appareil consiste dans une espèce d'étagère verticale, dans laquelle les paniers de cocons à étouffer sont superposés sur une certaine hauteur, puis recouverts d'une cloche, ou enveloppe métallique, suspendue et fonctionnant comme la cloche d'un gazomètre; dès que cette cloche est descendue sur les paniers, on y introduit la vapeur qui ne fait que la traverser sans se condenser et s'échappe par le haut. Ce système nous paraî être onéreux à cause de la masse de vapeur perdue.

« L'appareil de M. Giretti est basé sur l'action du rayonnement seulement; il se compose d'une chambre d'un volume de 3 mètres sur $2^{m},60$ et d'une hauteur de $2^{m},50$. Des ouvertures convenablement réparties sont pratiquées dans les murs pour laisser arriver l'air extérieur qui s'échappe par les surfaces rayonnantes des serpentins chauffés à l'intérieur; de cette façon il n'y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a pas de contact entre les cocons et la vapeur, ni aucune humidité susceptible de tacher la matière soyeuse. On élève la température à 60 degrés centigrades en moyenne. Avec cette température et les dimensions ci-dessus, on peut traiter 500 kilog. à l'heure ou 12 000 kilog. en vingt-quatre heures.

« Quoique les cocons rouillés dont nous venons de parler, *les doupions ou doubles*, *les pointus*, *les satinés*, *les chiques*, *les faibles*, etc., qui, par diverses causes, constituent des vices et une infériorité de ces produits, soient trop communs dans les exploitations les mieux soignées et les plus favorisées, on s'est abstenu, bien entendu, d'étaler les misères de la spécialité. Si on devait juger de l'état réel des choses par les échantillons exposés, tout serait universellement pour le mieux. Il y a cependant un premier point qui décèle un grand changement dans la sériciculture, c'est l'uniformité, pour ainsi dire, des caractères des cocons d'Europe, depuis l'emploi de graines d'une même origine. Les différents types, connus sous la dénomination de races et qui chacun avaient quelque particularité variant souvent avec les localités d'un même pays, se sont plus ou moins effacés; il n'y a plus que les cocons exotiques purs de mélanges qui aient conservé leurs physionomies propres; ceux de l'Inde sont toujours jaunes, petits, ovoïdes, terminés en pointe à leurs deux extrémités; les japonais sont, en général, blancs, arrondis aux deux bouts et d'un grain serré. La Chine fournit divers types plus ou moins volumineux et se rapprochant, pour la forme, des anciens milanais si estimés. Les cocons de notre colonie de la Cochinchine tiennent le milieu, pour la forme et le volume, entre les petits cocons indiens et les chinois de volumes ordinaires. On estime qu'il en faut 15 kilog. pour 1 kilog. de soie; c'est un rapport beaucoup plus favorable que celui du rendement des cocons de l'Inde et un peu moins avantageux que la production des cocons normaux d'Europe, dont le rapport varie de 1 à 11, à 1 à 13. La production sériciole des possessions françaises est surtout remarquable par ses progrès rapides; elle était arrivée, dans ces dernières années, à 600 000 kilog., et est susceptible d'un grand accroissement. L'industrie de la soie, surtout dans les parties du pays voisines de la Chine, est naturellement populaire depuis longtemps; mais les fils qu'on y produisait jusqu'ici étaient communs et irréguliers; cette infériorité tenant à l'insuffisance des moyens, disparaît dans les produits exécutés par les colons français avec les appareils et les méthodes apportés d'Europe. Il n'en est donc pas là comme en Algérie, où il a fallu importer l'industrie qui n'y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

existait pas, et former le personnel propre à l'une des spécialités agricoles les plus délicates. Les Anamites étant familiarisés avec l'art du magnanier, les difficultés essentielles sont vaincues; il ne reste qu'à mieux transformer leurs matières premières par nos moyens perfectionnés; aussi les progrès dans les qualités sont-ils sensibles pour les gréges filées sur les lieux par nos procédés.

Du matériel des filatures et des moulinages.

« Le matériel classique, si simple dans ses principes et qui paraissait arrivé à un grand degré de perfectionnement, a des tendances marquées à se modifier dans certaines de ses parties, si on en juge par les modifications assez variées mises en évidence à l'Exposition.

« Les tours sont en général plus soignés dans tous leurs détails; le croiseur, le va-et-vient, le débrayage et les transmissions sont désormais exécutés avec la précision remarquée dans les machines industrielles parfaites. Les appareils exposés par les Italiens, par MM. Jouffret cadet et fils, de Vienne, par M. Burdet, de Lyon, témoignent de ces faits. M. Burdet a également modifié la bassine de la fileuse, de manière à pouvoir soumettre les cocons à une température aussi élevée que possible pendant le dévidage et à ne pas l'exposer à se débouillir comme cela arrive fréquemment. Il dispose dans l'intérieur de la bassine, sous le plateau percé de petits trous qui supporte les cocons, une grille dont les barreaux sont des petits tubes creux contenant de l'eau chaude; la vapeur qui s'échappe de ces tubes passe par les petits orifices de l'espèce d'écumoire sur lesquels reposent les cocons; ils reçoivent alors une température moite, suffisante pour les faire dévider, sans être en contact direct et trop prolongé avec l'eau.

« Le modèle d'un tour d'une filature de trois cents bassines, exécuté par MM. Jouffret pour les établissements de l'empereur du Japon, offre également une particularité digne d'être signalée.

« La soie, après s'être croisée à la sortie de la bassine comme d'habitude, au lieu de se rendre sur un grand cylindre, est enroulée humide sur un dévidoir de petit diamètre; on enlève ensuite la soie non séchée avec son récepteur, pour la redévider rapidement sur un asple, de manière à former l'écheveau des dimensions voulues. Pendant ce second dévidage, on noue les bouts rompus et on purge la matière. Par ce procédé, on évite le retrait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

énergique de la soie sur le tour et l'amoindrissement de ténacité qui en est le résultat; sous l'influence de la tension, l'apparence frisottée des écheveaux lorsqu'on les enlève humides disparaît également.

« Le moyen appliqué par nos constructeurs pour remplir les conditions rationnelles imposées par l'industrie japonaise nous a paru digne d'intérêt.

« Les services rendus par l'appareil de M. Limet pour cuire et préparer les cocons se confirment de plus en plus. Le procédé, comme toutes les choses nouvelles, même les meilleures, se propage sûrement, mais lentement. Ayant déjà eu l'honneur d'appeler l'attention de la Société sur cette invention (1), nous nous bornons à mentionner sa présence à l'Exposition. Le filage direct de la soie sur bobines paraîtrait prendre faveur, si on en jugeait par les divers modèles qui fonctionnaient sous les yeux du public. Les principes sur lesquels reposent ces systèmes sont très-simples : les uns envident sur de petits cylindres creux en cuivre, chauffés à la vapeur intérieurement; d'autres ventilent les fils avec de l'air chaud au moyen de ventilateurs convenablement disposés sur leur passage. On réunit parfois aussi les deux moyens, la ventilation et le séchage direct; quels que soient les procédés par lesquels ce résultat est obtenu, il n'est pas démontré qu'ils aient un avantage réel, surtout pour les belles soies, ordinairement purgées au dévidage, après le filage, et qui ne pourraient l'être dans le cas du transport direct des fils sur bobines qu'à la condition de faire tourner celles-ci lentement. Mais alors la faible production fait disparaître l'économie cherchée. Aussi s'est-on ingénié à tourner la difficulté en allant plus loin, et en s'efforçant d'opérer simultanément le filage, le doublage et la torsion. Les quelques dispositions de ce genre (sauf certains détails accessoires), sont la reproduction des moyens essentiels qui ont figuré dans la plupart des Expositions depuis plus de vingt années, sans avoir pu jusqu'ici faire un pas en avant. Le problème est séduisant théoriquement; et *à priori* les résultats laisseront cependant longtemps à désirer au point de vue pratique et eu égard à la complication et au peu de sûreté des moyens.

« M. Duseigneur-Kleber, dont la compétence, pour tout ce qui touche au travail de la soie, est bien connue, vient de réaliser, dans le moulinage, un progrès remarquable par sa simplicité et l'importance des résultats.

---

(1) Voy. *Bulletin* de 1872, 2e série, t. XIX, p. 359.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« On sait que le moulinage se compose de cinq opérations :

« 1° Dévidage de la grége pour transformer l'écheveau en bobines;

« 2° Purgeage du fil par son passage entre une pince en se rendant d'une bobine ou roquet sur un autre ;

« 3° Filage ou tordage, de 500 à 600 tours, de la grége purgée;

« 4° Doublage de deux de ces fils tordus;

« 5° Tordage, dans une direction inverse de la précédente, des deux fils réunis.

« On a souvent essayé de diminuer le nombre de ces transformations, mais jusqu'ici on n'avait pu réussir et on n'avait, non plus, jamais dépassé 2000 tours à la minute pour les organes tordeurs. Aux questions posées sur cette lenteur relative dans le travail de la matière la plus résistante, lorsque les fils de cotons les plus fins sont transformés à 7000 tours, les praticiens, même les plus renommés, répondaient qu'une vitesse dépassant 2000 tours altérait la soie. M. Duseigneur vient de démontrer le cas qu'il faut faire désormais de cette opinion admise comme un article de foi dans la spécialité. Il est parvenu à faire marcher couramment les roquets des moulins à 8600 tours dans les usines où son système fonctionne. Nous avons assisté à des expériences sur des gréges de 5 deniers, c'est-à-dire d'un titre bien au-dessus des gréges les plus fines qui sont de 8/9, et, malgré la vitesse de 8600 tours et la finesse des produits, les fils ne cassaient pas. Tout en atteignant ce résultat, M. Duseigneur a amélioré l'opération la plus délicate du moulinage, celle du doublage, qu'il réalise simultanément avec la torsion. La conséquence de ses innovations est une simplification, une économie de dépenses et de place dans le matériel, une amélioration dans les produits, et enfin une augmentation de travail et une diminution des frais généraux dans le rapport de 2000 à 8600 ou de 2 à 8,6.

« Les détails ingénieux au moyen desquels M. Duseigneur fait servir tous les anciens moulins existants et leur donne l'activité à laquelle leurs propriétaires n'auraient osé prétendre n'entraînent qu'à une dépense insignifiante ; vous pourrez bientôt en juger, Messieurs, M. Duseigneur devant saisir la Société de son invention. Nous nous bornerons donc pour le moment à l'indication des résultats.

« Enfin, pour terminer cette première partie de notre travail concernant les fils, nous mentionnerons un assortiment de machines à filer les déchets de soie, exposé par la maison Stehelin, de Bitschwiller-Thann, et dont la propagation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a contribué pour sa part aux progrès réalisés, depuis un certain temps, dans les fils de soie, dits *chape* et *fantaisie*, dont la consommation augmente chaque jour, et se développerait davantage encore si la matière première ne devenait de plus en plus rare.

«Nous vous avons entretenus un peu longuement de la soie, parce que c'était la seule substance filamenteuse dont les procédés et les moyens figuraient à l'Exposition. La seconde partie de ce travail que nous aurons l'honneur de vous présenter ultérieurement comprendra un plus grand nombre de spécialités. »

SIDÉRURGIE.

NOTE SUR L'ACIER SPÉCIAL DE R. MUSHET, PAR M. L. GRUNER,

Membre du Conseil (1).

« On se sert depuis quelque temps, avec grand succès, dans les ateliers du chemin de fer de l'Ouest, pour tourner les bandages de roues en acier, de crochets faits avec l'acier *spécial* de R. Mushet. Ce métal est fabriqué par la *Titanic forest steel Works Company*, dont le siége est à Coleford (Gloucestershire), et le dépôt à Paris, rue de la Folie-Méricourt, 82. Cet acier se vend jusqu'à 3 francs et même 3f,50 le kilog. Il est d'une dureté extrême; sa cassure, d'un blanc argentin mat, à reflet velouté; à la loupe même, le grain paraît uni.

« On ne peut le forger qu'au rouge faible et en le réchauffant souvent; il éclate lorsqu'on essaye de le tremper à l'eau. Il est assez dur pour entamer l'acier ordinaire, même sans trempe. On peut cependant le tremper à l'huile, mais il faut, pour cela, chauffer uniformément la pièce entière, et non pas seulement le bout à tremper, puis la plonger lentement dans le bain d'huile. Un refroidissement trop brusque amène la rupture de la pièce.

« A cause de son extrême dureté, cet acier ne peut servir pour burins ou pièces devant recevoir un choc; il est également impropre à la fabrication des outils tranchants proprement dits, il s'ébrèche trop facilement. Par

(1) Communication faite dans la séance du 26 juillet 1872.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contre, il est fort recherché pour la confection de gros crochets à arêtes rectangulaires, servant au tournage des métaux durs, tels que les bandages en acier.

« A cause de ces qualités si spéciales, j'ai désiré en connaître la composition. Le nom de la Société qui le fabrique, les brevets nombreux (plus de treize), pris par MM. Mushet père et fils, pour la fabrication de l'acier titané, pouvaient faire croire que l'acier en question devait, en effet, au titane ses propriétés si particulières. J'avais cependant plus que des doutes à cet égard. *Berthier* et d'autres chimistes avaient vainement tenté de préparer des alliages de fer et de titane. Ce dernier tend toujours à se séparer sous forme d'azoto-carbure, ou à rester dans la scorie à l'état d'acide titanique.

« En cherchant à réduire, dans un creuset brasqué, à la plus haute température d'un feu de forge, du fer titané, soit seul, soit mélangé à divers fondants, je n'ai obtenu que des culots de fer ou de fonte plus ou moins malléable, et une scorie couverte, à l'extérieur, d'une pellicule cuivrée rouge, qui est l'azoto-carbure de Wöhler. Le fer ne retient pas au delà de 0,0015 de titane, et encore n'est-il pas certain que ces quinze dix-millièmes se trouvaient réellement unis au fer.

« Il y a quelques mois, M. Ponsard, dont tout le monde connaît les essais de réduction des minerais de fer au réverbère, a tenté aussi de fabriquer de la fonte avec le fer titané sableux des environs de Naples. En traitant ce minerai comme le fer oxydé ordinaire, il a bien obtenu une fonte blanche grenue, mais en même temps une scorie extrêmement corrosive, attaquant fortement la sole et les parois du fourneau.

« J'ai analysé deux échantillons différents de cette fonte présumée titanique. L'une était dure et passablement carburée ; l'autre, à demi-malléable, ressemblait beaucoup à certains aciers de forge, connus sous le nom d'aciers *sauvages*.

« J'ai trouvé

dans le métal dur.		dans le métal malléable.	
Silicium. . . .	0,005	. . . . .	0,005
Titane.	0,002	moins de. . .	0,002
Carbone. . . .	0,030	. . . . .	0,015

« Les deux étaient, d'ailleurs, passablement sulfurés. En tous cas on voit que, là aussi, le titane est faiblement réduit. Il est resté dans la scorie. Celle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui accompagnait le métal malléable était compacte, dense, noire et m'a donné :

Silice.	0,37
Acide titanique.	0,10
Chaux.	0,32
Alumine.	0,03
Protoxyde de fer.	0,18
	1,00

« Enfin on sait que, par les essais tentés dans plusieurs usines, le minerai titané, même chargé en faible proportion, provoque immédiatement une allure froide et la production d'une fonte blanche. Tous ces faits étaient de nature à faire douter de la réalité d'un acier *titané*, malgré le nom caractéristique de la Socéité qui fabrique cet acier spécial.

« J'ai donc soumis l'acier en question à l'analyse. M. Le Clère, ancien fabricant d'acier fondu, à Saint-Étienne, m'a procuré deux crochets provenant des ateliers de l'Ouest et fournis par la Société titanique de R. Mushet. Eh bien, cet acier ne contient pas de titane, ou s'il s'en trouve, ce sont des traces tout à fait indosables. Par contre, on y trouve 8 pour 100 de tungstène; c'est un véritable alliage de fer et de tungstène dont voici la composition :

Tungstène.	0,0798
Carbone.	0,0140
Silicium.	0,0024
Titane.	traces douteuses.

« Je n'y ai recherché ni le manganèse ni le soufre, mais il est évident que des proportions quelque peu appréciables de ces éléments, ajoutées aux doses déjà si fortes de tungstène et de carbone, rendraient le métal tout à fait aigre.

« Je ne puis, du reste, garantir la parfaite exactitude de la teneur en carbone; je ne l'ai dosé que par la méthode de M. Boussingault, celle du bichlorure de mercure, dont les résultats sont un peu incertains, dès que la quantité de tungstène est un peu forte, il en reste avec le carbone.

« L'acier au tungstène est connu depuis quinze à vingt ans. Les premiers essais de fabrication industrielle datent des années 1855 et 1856. Ils furent entrepris par le docteur Köller, de Vienne, dans l'usine de Reichmaring, en Autriche. Il en a été rendu compte dans le *Bulletin* de la Société (année 1860, 2e série, t. VII, p. 299).

« MM. Jacob et Köller prirent pour cet objet un brevet en France, le 29 janvier 1858. Sous la direction de ces deux chimistes, des essais furent tentés,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en 1860, par voie de puddlage, dans l'usine de MM. de Dietrich, à Mutterhausen, et, par voie de fusion dans des creusets, à la mine de wolfram de Puy-les-Vignes, près de Saint-Léonard (Haute-Vienne). M. Tresca a éprouvé ces aciers au Conservatoire des arts et métiers, et en a rendu compte dans le numéro des *Annales du Conservatoire* de janvier 1861.

« Dans une notice publiée sur l'acier, en 1862, de concert avec M. Lan, je fis connaître les propriétés de l'acier au tungstène. Je rappellerai spécialement ce fait, que le tungstène augmente aussi bien la *ténacité* que la *dureté* de l'acier, dès que l'on ne dépasse pas la proportion de 3 pour 100, mais que, au delà de cette proportion, la dureté continue à croître, tandis que la ténacité tend à diminuer. Le métal devient alors *aigre*, il n'a plus autant de *corps*. Ainsi, un barreau d'acier de Puy-les-Vignes, tenant 6 pour 100 de tungstène, était cassant comme du verre. Or voici un acier à 8 pour 100 de tungstène qui est également extra-dur, mais qui a pourtant encore assez de *corps* pour pouvoir servir à la confection des crochets de tours de fortes dimensions, ayant les arêtes coupées à angle droit. Ce doit être un acier extra-pur, fait avec du fer première qualité, sinon une proportion aussi forte de tungstène rendrait certainement le métal tout à fait *aigre*.

« Ainsi donc, l'acier Mushet, de la *Société titanique*, est un acier au *tungstène* et non au *titane*. Serait-ce pour donner le change et pour dérouter les concurrents que la Société de Coleford a conservé le nom de *Titanic Company?* Je ne sais; mais, en tout cas, l'acier au titane me paraît un mythe. J'ajouterai, au reste, que R. Mushet a pris également quelques brevets pour la fabrication de l'acier au tungstène. Le premier n'est que de deux mois postérieur à celui de MM. Jacob et Köller; il est du mois de mars 1859. Dans ce brevet R. Mushet indique plusieurs modes de fabrication, en se servant du fer doux, du fer cémenté, ou de la fonte spéculaire et en ajoutant à ces matières du wolfram *réduit*, ou un mélange de charbon et de wolfram naturel.

« J'ignore le procédé adopté dans l'usine de Coleford; mais, comme je viens de le dire, ce ne peut être qu'à l'aide de matières premières tout à fait pures. De plus, pour arriver à un dosage en carbone bien déterminé, on ne peut avoir recours à un mélange de charbon et de matières plus ou moins oxydées. Il est, par suite, plus que probable que l'acier en question s'obtient en fondant au creuset un mélange de wolfram réduit et d'acier cémenté fait avec les premières marques de Suède.

« Je dirai, en terminant, que, depuis 1862, plusieurs personnes se sont occupées de l'étude et de la fabrication de l'acier au wolfram, mais, en géné-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ral, on s'est borné à 1 ou 2 pour 100 de tungstène; on n'avait jamais atteint jusque-là, dans l'acier proprement dit, l'énorme proportion de 8 pour 100.

« MM. les commandants Caron et Le Guen ont particulièrement étudié ces alliages. M. Le Guen a constaté l'accroissement de résistance vive et de dureté que le tungstène communique aux rails. Mais ces rails, fabriqués en 1868 à Terre-Noire, ne contenaient, d'après une analyse faite à l'École des mines, que 1/2 pour 100 de tungstène.

« En 1865, la maison Petin et Gaudet a fourni à la Compagnie de Paris-Lyon-Marseille 40 tonnes de ressorts en acier wolframisé. Nous y avons trouvé 1 pour 100 de tungstène, ce qui est aussi la proportion signalée par M. Boussingault dans un acier de M. Holtzer, de Firminy. Les ressorts de MM. Petin et Gaudet ont bien résisté, mais n'ont pas présenté, sur les aciers ordinaires, une supériorité bien apparente.

« Depuis lors, M. Micolon, de Saint-Étienne, a fabriqué, pendant plusieurs années, de l'acier au wolfram dans son usine de Maisons-Alfort. Il refondait au creuset des déchets d'acier provenant des manufactures d'armes, et les améliorait par des additions de wolfram réduit. La teneur en tungstène y est de 1 à 2 pour 100. Enfin, M. Mazeline fils, le successeur de M. Micolon, applique encore ce mode de fabrication. »

ARTS CHIMIQUES.

SUR LA COMPOSITION NORMALE DU VERRE. — ANALYSE D'UN MÉMOIRE DE M. H. E. BENRATH (1).

Par M. H. DE FONTENAY (de Baccarat),
Ancien Élève de l'École Centrale des arts et manufactures.

Les verres sont-ils des composés définis, comme l'annonçait M. Dumas il y a plus de quarante ans, ou bien ne doit-on les considérer que comme de simples mélanges de diverses substances déterminées?

La raison pour laquelle cette importante question n'a point encore été résolue provient, d'après l'auteur, de ce qu'elle n'a point été placée sur son véritable terrain. Au lieu de chercher, comme on l'a fait jusqu'à présent, une *composition moyenne* pour

(1) *Die Normal-Zusammensetzung bleifreien Glases, und die Abweichungen von derselben in der Pras eis*, von Benrath. (Aachen, 1868. — Druck von Georgi.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les verres du commerce, il faut, au contraire, s'efforcer de déterminer ce que devrait être leur *composition normale*. En un mot, quelle serait la composition du verre qui, pour les divers emplois de la pratique, présenterait la plus grande résistance, serait du meilleur usage, et, abstraction faite de ce que l'on est en droit d'attendre des progrès de l'avenir, pourrait être, dès à présent, considéré comme du « verre normal. »

Beaucoup d'ouvrages ont été publiés sur la verrerie, tant en Allemagne qu'en France et en Angleterre (1). Çà et là on reconnaît les efforts de leurs auteurs pour arriver à établir la composition moyenne d'une espèce déterminée de verre, mais comme dans les essais comparatifs on n'a tenu aucun compte de la *qualité* des échantillons examinés, la tentative, vu les écarts énormes qui se présentent dans les compositions vitrifiables des diverses fabriques, devait nécessairement échouer.

L'auteur a cherché à éviter cet écueil dans ses recherches sur la composition du verre, en s'astreignant à faire un choix de matière rigoureux, de manière à n'asseoir son jugement que sur la comparaison des verres reconnus comme réellement bons.

On peut s'assurer de la valeur intrinsèque des divers produits commerciaux qui sont du ressort de la chimie industrielle soit par des essais qui déterminent combien ils renferment de matières utiles, soit par l'examen de leurs propriétés physiques, qui, lorsqu'il s'agit du fer, par exemple, permettent de constater la présence des éléments utiles ou nuisibles; mais pour le verre il n'en est point ainsi, c'est ce qui a obligé M. Benrath à rejeter tous les verres de provenance douteuse, pour concentrer son attention sur ceux qui sortent des fabriques les plus renommées, telles que celles de Munsterbusch (près Aix-la-Chapelle), de la compagnie de Saint-Gobain, et des verreries de Birmingham.

Ces verres, comme on le verra plus bas dans le tableau des analyses, sont remarquables par leur forte teneur en chaux; ce sont, en même temps, ceux qui résistent le mieux à l'humidité et aux divers agents atmosphériques, condition essentielle pour les verres à glaces ou à vitres pour lesquels on a surtout à craindre l'altération du poli et de la surface.

Bien que, dans le plus grand nombre de fabriques, une proportion de chaux au delà de 5 à 6 pour 100 soit considérée comme anormale, il n'en est pas moins vrai que c'est à cette forte proportion de chaux que le verre doit sa propriété de mieux résister à l'action des agents de décomposition.

L'auteur cite à l'appui les observations de M. Peligot, les expériences directes de M. Pelouze et, en outre, deux analyses parallèles d'un verre antique en partie décomposé, faites par M. Hausman :

---

(1) Parmi ces ouvrages, l'auteur du mémoire allemand recommande surtout les « *Douze Leçons « sur l'art de la verrerie*, de M. Peligot, comme étant, de tous, le plus clair et le plus utile à « consulter pour les divers perfectionnements apportés à cette industrie. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	Partie intacte.	Partie décomposée.
Silice.	59,2	48,8
Alumine.	5,6	3,4
Chaux.	7,0	11,3
Magnésie.	1,0	6,8
Fer.	2,5	11,3
Soude.	21,7	0,0
Potasse.	3,0	0,0
Eau.	0,0	19,3

On est autorisé, d'après lui, à ne point considérer les verres très-pauvres en chaux, comme étant, à proprement parler, de bons verres.

Si, maintenant, on compare les verres de Venise, si estimés jadis et encore si appréciés à notre époque, les verres des meilleures fabriques de Bohême, le verre à glaces coulé de Munsterbusch, celui de Saint-Gobain et des frères Chance et comp., de Birmingham, on verra que tous ces verres, aussi différents par le lieu et l'époque de leur fabrication que par les usages auxquels ils sont destinés, présentent entre eux des analogies surprenantes et peuvent être ramenés à une composition fondamentale commune à tous. Par quelle formule représenter cette composition ?

M. Benrath, se basant sur un grand nombre d'analyses de ces diverses espèces de verre, dans le détail desquelles nous n'entrerons pas, s'est décidé à choisir la formule :

$$5\left\{\begin{matrix}Na\\K\end{matrix}\right\}O,\ 3\ SiO^2 + 7\ (CaO, 3\ SiO^2) \quad (1)$$

comme pouvant s'appliquer à l'expression de la formule chimique du *verre normal.*

Dans le tableau des analyses, il a ajouté au résultat direct le calcul de la teneur en « *verre normal* » de l'échantillon examiné. L'alumine est ajoutée à l'oxyde de fer.

Après avoir calculé la teneur en verre normal, s'il reste de la soude (ou de la potasse) en excès, on la considère comme combinée à la silice libre à l'état de trisilicate; si l'une de ces deux substances reste encore en excès, elle est comptée comme soude libre ou silice libre.

Pour mieux faire comprendre les tableaux, nous prendrons comme exemple l'analyse du verre à glaces de Munsterbusch, faite par Jäckel :

$SiO^2 = 72,31$	0,81 pour 100 Al^2O^3 + 0,95 pour 100 SiO^2 =	1,76 °/₀	argile.
$NaO = 11,42$	10,24 pour 100 NaO + 71,36 pour 100 SiO^2 =	94,55	verre normal.
$CaO = 14,96$	12,95 pour 100 CaO	1,18	soude.
$Al^2O^3 + FeO^3 = 0,81$		2,01	chaux.
99,50		99,50	

(1) Les équivalents adoptés par l'auteur, dans ses recherches, sont :
$K = 39,2$; $Na = 23$; $Ca = 20$; $Mg = 12$; $Al = 13,7$; $Si = 14$; $O = 8$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les analyses des verres anciens et modernes mentionnées plus haut, on trouve une teneur en chaux relativement élevée, et l'on peut dire, en résumé, que le rapport entre la chaux d'une part, et la potasse (ou la soude) correspondante d'autre part, est compris entre les limites de :

1° Deux équivalents des deux bases,

2° Trois équivalents de chaux pour deux de soude (ou potasse).

Si deux verres se comportent de la même manière extérieurement, et que l'un se montre plus riche en chaux, ce dernier est à préférer, car il sera beaucoup plus résistant aux agents chimiques.

Si l'on accepte comme normale la composition exprimée par la formule ci-dessus, les verres paraissent bons en tant qu'ils renferment de 87,5 à 94,5 pour 100 de verre normal, tout écart tendant à le rendre plus mou, plus facilement fusible.

A côté des verres présentant une composition qui se rapproche de la formule que l'auteur considère comme normale, il en est dans le commerce, et même en plus grand nombre, qui se distinguent par leur faible teneur en chaux.

Comment les fabriques ont-elles été amenées dans cette voie que les anciennes verreries françaises, vénitiennes et bohémiennes avaient constamment évitée? C'est ce que l'auteur explique, d'une manière assez vraisemblable, en montrant comment on dut substituer successivement aux salins de potasse la soude naturelle, la soude d'Alicante, etc., et enfin la soude artificielle tirée du sel de Glauber. Ignorant la véritable composition de leurs produits, les verriers employèrent toujours les mêmes proportions. Lorsqu'on fit les premiers essais de substitution d'un sel à un autre, le verre se laissant facilement fondre et affiner, on jugea inutile de faire de nouvelles tentatives, et il resta bien acquis que l'on opérait pour le mieux et comme les anciens.

Prenons comme exemple l'analyse d'un verre blanc français faite par M. Pelouze :

Silice.	77,3
Soude.	16,3
Chaux.	6,4
Alumine et fer.	traces.
	100,0

Supposons qu'au lieu de la soude artificielle (renfermant 50 pour 100 de soude caustique) on ait employé, pour faire ce verre, un poids égal de soude d'Alicante (renfermant environ 39 pour 100 de soude caustique, d'après Girardin), la composition de ce verre serait à peu près celle-ci :

Silice.	76,70
Soude.	12,00
Chaux.	11,30
	100,00

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce serait un produit tout à fait analogue aux anciens verres vénitiens et bohémiens.

Jusqu'en 1857, au moins, les fabriques anglaises ont ignoré la cause des plaintes nombreuses qui leur étaient adressées; leurs produits devenaient ternes, se couvraient d'efflorescences et l'importation étrangère croissait de jour en jour.

D'après Daglish, de nombreux essais furent alors tentés pour obtenir un verre de meilleure qualité et, dans la plupart des cas, les résultats se montrèrent très-satisfaisants.

Comme on l'a dit déjà, le verre riche en chaux doit être préféré, à tout point de vue, par le consommateur, mais il est évident que le producteur a des raisons pour continuer à fondre du verre pauvre en chaux aussi longtemps que la concurrence ou le goût du public ne l'obligeront point à en cesser la fabrication.

Voici, d'ailleurs, un tableau comparatif de ces deux espèces de verre :

Verre pauvre en chaux.	*Verre riche en chaux.*
Fond et s'affine complétement et facilement.	Exige une plus haute température pour la fusion et l'affinage.
Attaque les creusets moins que le verre riche en chaux.	Attaque plus vivement les creusets, mais indirectement à cause de la plus haute température qu'exige le fonte.
Il est mou et se laisse facilement rayer et polir, mais aussi le poli s'altère plus rapidement.	Dur, se polit lentement, mais prend un poli meilleur et plus durable.
Il est cassant.	Résiste beaucoup mieux à l'influence de l'eau et des autres agents chimiques, ainsi qu'aux brusques changements de température. Il est élastique.

D'après certains auteurs, le verre riche en chaux se dévitrifie plus facilement. La question est controversée. L'auteur cite les essais de M. Pelouze (*Comptes rendus de l'Académie,* t. LXIV), et la réponse de M. Bontemps, qui attribue la principale cause de dévitrification non pas à la silice, mais à la chaux. Cette dernière assertion est réfutée à son tour par M. Clémandot : « Si le verre renferme trop de chaux, il peut se dévitrifier, il est vrai, mais un excès de silice ou d'oxyde de plomb produit tout aussi bien la dévitrification. »

D'après M. Benrath, ce dernier point de vue est le vrai, et il y aurait grand intérêt à chercher à établir quel est le maximum de silice et de chaux que l'on peut sans danger introduire dans le verre.

En résumé :

1° A l'exception du verre ordinaire à bouteilles et des verres à une seule base, re-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

connus comme mauvais, le verre non plombeux se rapproche, dans sa composition, en partie de la formule :

$$5 \left\{ \begin{matrix} Na \\ K \end{matrix} \right\} 0,3\,Si\,O^3 + 7\,(Ca\,O, 3\,Si\,O^2)$$

d'une part, et, d'autre part, de la suivante :

$$5\,(2\,Na\,O, 7\,Si\,O^3) + 2\,(Ca\,O, 7\,Si\,O^2).$$

De ces deux sortes de verre, la première est fabriquée principalement à Venise, en Bohême et en Allemagne, la seconde en France et en Angleterre.

2° Le verre riche en chaux est plus apte à répondre aux justes exigences du public qui réclame la plus grande dureté possible, de l'élasticité et de la force de résistance aux agents chimiques.

3° La première de ces formules donne, d'après les essais tentés jusqu'ici, le maximum de valeur pour la silice et la chaux dans un *bon verre*. On ne saurait néanmoins dépasser cette proportion d'une manière un peu notable sans s'exposer à la dévitrification, soit dans le four à fondre quand on le refroidit pendant le travail, soit dans le four à étendre ou à recuire.

Il résulte de tout ce qui a précédé jusqu'ici que M. Benrath considère le verre comme un composé défini, plus ou moins pur il est vrai, comme le sont tous les produits commerciaux dont la valeur croît en raison de leur richesse et de leur pureté. Le tableau des analyses montre, d'ailleurs, que les meilleurs verres ne sont autre chose que du verre normal rendu un peu plus fusible par un léger excès de fondant, et qu'ils tendent à se rapprocher d'un type unique vers lequel on doit s'efforcer de ramener tous les verres dont on veut améliorer la qualité.

Voici le résultat de quelques expériences pour éprouver la résistance aux agents chimiques de différents verres :

Les verres n^{os} 1, 28 et 29 du deuxième tableau, pulvérisés aussi uniformément que possible, furent abandonnés pendant quarante-huit heures sur le bain de sable avec trois fois leur volume d'acide chlorhydrique dilué; la dissolution fut ensuite filtrée, le résidu lavé à l'eau chaude et desséché à 100 degrés.

Verre n° 1 de Munsterbusch (Saint-Gobain).

Verre normal.	96,55	pour 100.
Argile.	0,65	—
Soude.	2,45	—
Chaux.	0,44	—
	99,99	—

Après l'expérience, on constata une perte de 1,52 pour 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Verre n° 28 de Ravenhead (Saint-Hellens).

Verre normal.	47,96	pour 100.
Argile.	1,62	—
Silicate de soude.	51,16	—
Soude en excès.	0,08	—
	100,82	—

La perte de poids fut de 3,04 pour 100.

Verre n° 29 de Munsterbusch (compagnie d'Aix-la-Chapelle).

Verre normal.	47,53	pour 100.
Argile.	3,57	—
Silicate de soude.	30,33	—
Silice en excès.	18,37	—
	99,80	—

La perte de poids fut de 1,84 pour 100.

On voit, par là, que le verre n° 1, riche en chaux, bien que n'étant point saturé de silice comme le verre n° 28, qui renferme peu de chaux, s'est montré néanmoins deux fois aussi résistant.

Le verre n° 29, de Munsterbusch, contient un grand excès de silice et, malgré cela, sa résistance aux agents chimiques est moindre que celle du verre n° 1, qui contient 96,55 pour 100 de verre normal.

Nous terminerons par l'exposé de la méthode d'analyse du verre adoptée par M. Benrath, renvoyant, pour tous les autres détails, au mémoire original.

On prend de 1^{gr},2 à 1^{gr},5 de poussière de verre aussi fine que possible. On la mélange avec du carbonate de soude pulvérisé et on fond le tout avec la lampe à émailleur.

On traite par l'acide chlorhydrique, on évapore, on calcine, on reprend par l'eau acidulée, on filtre et on lave.

Le résidu calciné est de la silice pure.

On prend une deuxième portion de verre pulvérisé, que l'on décompose par l'acide fluorhydrique liquide. On traite ensuite par l'acide sulfurique concentré, et, quand on a chassé l'excès d'acide, on calcine faiblement.

Le mélange des sulfates est repris par l'eau faiblement acidulée par l'acide chlorhydrique; on sépare, par l'ammoniaque, l'alumine, l'oxyde de fer et le manganèse, et on filtre. Quand il s'agit d'un verre riche en chaux, on reprend par l'acide chlorhydrique, et les eaux de filtration sont réunies aux précédentes. On calcine ce qui reste sur le filtre et on le pèse à l'état de « $Al^2O^3 + Fe^2O^3$. » La séparation des deux bases est sans intérêt pour le sujet dont nous nous occupons.

Les eaux de filtration sont ensuite traitées par l'oxalate d'ammoniaque. On laisse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

digérer douze heures dans un endroit chaud, on filtre, et on calcine fortement, puis on pèse la chaux à l'état de $Ca\,O$.

Après avoir ainsi séparé la chaux, on évapore dans une capsule de platine, on humecte avec quelques gouttes d'acide sulfurique et on calcine ; on ajoute un petit morceau de carbonate d'ammoniaque et on calcine de nouveau, puis on pèse.

On reprend par le moins d'eau possible en ajoutant quelques gouttes d'acide chlorhydrique, on traite ensuite par l'alcool et le chlorure de platine. Au bout de douze heures, si on n'a pas de précipité, on déduit la quantité de soude de celle fournie, par le calcul, du sulfate; si on a un précipité, c'est du chlorure double de platine et de potassium que l'on pèse, et on dose la soude par différence.

Pour les essais rapides on se contente de traiter par un carbonate alcalin 1,5 de verre pulvérisé, on détermine l'alumine, l'oxyde de fer, la silice et la chaux, puis la soude par différence.

Nota. — On peut analyser exactement le verre sans avoir recours à l'acide fluorhydrique en opérant de la manière suivante :

On mélange la poussière de verre avec 1 fois 1/2 à 2 fois son poids de minium. Le tout est chauffé, dans un petit creuset de platine, sur la lampe à gaz ou à alcool à double courant d'air. La fusion se fait facilement; on plonge le creuset encore chaud dans une capsule pleine d'eau froide et on en détache un culot de verre tribasique, facilement attaquable par l'acide nitrique. Après avoir évaporé à siccité au bain-marie et laissé séjourner la capsule sur le bain longtemps encore après complète dessiccation, on reprend par l'eau et quelques gouttes d'acide et on filtre. On lave longtemps à l'eau bouillante la silice restée sur le filtre, et dans la liqueur filtrée on dose à la manière ordinaire l'alumine, le fer, la chaux et les alcalis, après s'être débarrassé préalablement du plomb par un courant d'hydrogène sulfuré.

Comme on pourrait craindre qu'une petite quantité de minium ne fût réduite par le contact des gaz de la flamme, on fera bien de découper au centre d'une feuille de clinquant un cercle d'un diamètre un peu inférieur à celui de la capsule, dans lequel on la fera entrer à frottement doux. Grâce à cette précaution, les gaz réducteurs de la flamme ne sauraient pénétrer dans la capsule qui, ainsi, n'est jamais attaquée.

H. DE F.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TAB. I. — *TABLEAU comparatif de la composition de différentes espèces de verre.*

NUMÉROS.	NATURE ET PROVENANCE DES VERRES ANALYSÉS.	AUTEURS.	COMPOSITION CENTÉSIMALE. SILICE.	SOUDE.	POTASSE.	CHAUX.	$Al^2O^3 + Fe^2O^3$.
1	Composition moyenne du verre à glaces de Saint-Gobain. . .	Peligot. . . .	73,00	11,50	»	15,50	»
2	Bon verre bombé blanc français.	Pelouze. . .	72,10	12,4	»	15,50	»
3	Verre à glaces coulé de Munsterbusch (Stolberg, Aix-la-Chapelle).	Jaeckel. . . .	72,31	11,42	»	14,96	0,81
4	Verre à vitres soufflé français.	Peligot. . . .	71,90	13,10	»	13,60	1,40
5	— — vénitien.	Berthier. . .	68,60	8,10	6,90	11,00 (2,10)	1,20 (0,30)
6	— — anglais (Chance, à Birmingham).	Couper. . . .	71,40	15,00	»	12,40	0,60
7	— — français.	Peligot. . . .	69,60	15,20	»	13,40	1,80
8	— — —	Dumas. . . .	69,65	15,22	»	13,31	1,84
9	— — —	Dumas. . . .	69,25	11,30	»	17,25	2,20
10	— — —	Dumas. . . .	68,55	12,88	»	16,17	2,40
11	— — allemand.	Dumas. . . .	62,80	»	22,10	12,50	2,60
12	Cristal de Bohême. — Coupe de la verrerie de Neufeld (Bohême).	Berthier. . .	71,70	2,50	12,70	10,30 (0,43)	0,70 (0,30)
13	Verre blanc de Bohême. — (Tube difficilement fusible.) . . .	Stein.	73,13	3,07	11,49	10,43 (0,26)	0,30 (0,13)
14	Verre bombé mi-blanc d'Épinac (Saône-et-Loire).	Berthier. . .	69,60	3,00	8,00	13,00 (0,60)	3,60 (1,60)
15	Verre à vitres français.	Dumas. . . .	68,00	10,10	»	14,30	7,60
16	Verre de Bohême (moyenne de plusieurs analyses).	Peligot. . . .	75,00	»	13,00	9,00 (2,20)	3,00 (0,70)
17	Verre bombé mi-blanc de Sèvres.	Berthier. . .	62,00	16,40	»	13,60 (2,20)	2,40 (0,70)
18	Verre à glaces de Bohême.	Peligot. . . .	67,70	»	21,00	9,90	1,40
19	Bon verre à bouteilles de couleur verdâtre.	Warrington.	59,00	10,00	1,70	19,90 (0,50)	1,20 (7,00)
20	Verre à vitres anglais.	Richardson.	66,37	14,23	»	11,86	8,15
21	Verre bombé mi-blanc de Saint-Étienne.	Berthier. . .	62,50	»	10,50	16,20	4,50 (3,70)
22	Cristal de Bohême (taillé).	Dumas. . . .	69,40	»	11,80	9,20	9,60
23	— de Neufeld, en Bohême (taillé).	Gras.	71,60	»	11,00	10,00 (2,30)	6,50
24	— de Bohême.	Peligot. . . .	77,00	»	14,00	8,00	1,00
25	Verre bombé mi-blanc, très-estimé, de Sauvigny (Allier). . .	Berthier. . .	71,60	»	10,60	10,00	3,00 (1,80)
26	Cristal de Bohême (taillé).	Peligot. . . .	76,00	»	15,00	8,00	1,00
27	Verre à bouteilles, allemand, de Blechbach.	Schüler. . .	65,57	4,86	2,72	23,42	3,34 (2,81)
28	Verre à bouteilles, français, attaqué par le vin.	Warrington.	49,00	2,00	7,25	27,55	4,10 (10,10)
29	Verre à bouteilles, français, de Clichy.	Dumas. . . .	56,84	0,40	8,69	21,15 (6,37)	3,54 (2,50)
30	Verre à vitres se ternissant facilement.	Vogel et Reischauer.	64,04	4,94	20,64	7,80	1,69
31	— des bains de Pompéi.	Claudet. . .	69,43	17,31	»	7,24	4,70
32	Verre blanc français (glocke).	Berthier. . .	72,00	17,00	»	6,40	4,50
33	Verre coulé à glaces de Londres (Thames-Plate-Glass-Comp.).	Mayer et	78,68	12,54	»	6,09	2,68
34	— — British PL-GL-Comp. Saint-Hellens.		77,36	13,06	3,01	5,31	0,91
35	— — Londres et Manchester PL-GL-Comp.	Brazier. . .	77,90	12,35	1,72	4,85	3,59

SOURCES D'OU L'ON A TIRÉ LES DIVERSES ANALYSES.	$5(NaO,3SiO^2)+7(CaO,3SiO^2)$.	$5(KO,3SiO^2)+7(CaO,3SiO^2)$.	$Al^2O^3,2SiO^2$.	$NaO,3SiO^2$.	$KO,3SiO^2$.	$CaO,3SiO^2$.	SiO^2.	NaO.	KO.	CaO.	OXYDE DE FER.	RAPPORT DE L'ALCALI A LA CHAUX en poids.	VERRE NORMAL 0/0 + ARGILE.
Ann. du Conservat., t. II. .	96,73	»	»	»	»	»	»	1,03	»	2,25	»	2,206	96,7
Compt. rend., 1855, t. XLIII.	95,52	»	»	»	»	»	»	2,19	»	2,29	»	1,045	95,5
Dingler's, 1861, vol. CLX. .	94,55	»	1,76	»	»	»	»	1,11	»	2,01	»	1,730	96,3
Ann. du Conserv., 1862, t. II.	93,10	»	3,00	»	»	»	»	3,10	»	0,80	»	0,222	96,1
Ann. Chim. Phys., 1830. . .	91,39		2,60	»	»	»	»	3,01	»	(1,50)	0,30	0,845	94,0
Mussprat Techn. Ch., t. II.	90,53	»	1,30	3,09	»	»	»	4,48	»	»	»	»	91,8
Ann. du Conservat., 1862. .	89,50	»	3,90	»	»	»	»	5,50	»	1,10	»	0,199	93,4
Ann. Chim. Phys., t. XLIV.	89,48	»	3,94	»	»	»	»	5,53	»	1,05	»	0,189	93,4
Id.	88,36	»	4,77	»	»	»	»	1,73	»	5,14	»	2,971	93,1
Id.	87,12	»	5,20	»	»	»	»	3,44	»	4,24	»	1,233	92,3
Id.	»	84,23	5,64	»	»	»	»	»	9,00	1,67	»	0,147	89,9
Id.	»	79,45	1,52	10,63		»	6,38	»	»	»	»	»	81,0
Stein-Glassfabrication. . . .	»	83,41	0,65	8,00	»	»	6,72	»	»	»	0,13	»	84,0
Ann. Chim. Phys., t. XLIV.	»	79,09	7,80	»	»	10,18	»	»	»	0,93	1,60	»	86,9
Id.	78,35	»	16,47	»	»	»	»	1,61	»	3,57	»	2,217	94,8
Ann. du Conserv., 1862, t. II.	»	77,50	6,51	»	6,27	»	9,72	»	»	»	»	»	84,0
Ann. Chim. Phys., t. XLIV.	77,34	»	6,03	»	»	»	»	8,02	»	8,09	0,70	1,009	83,3
Ann. de Liebig, vol. XXX. .	»	76,32	3,03	»	17,56	»	»	»	3,04	»	»	»	79,3
Journ. d'Erdman, v. XXXVI.	76,32	»	2,60	»	»	»	»	2,63	1,70	11,63 (0,50)	7,00	3,290	78,9
Mussprat Techn. Ch., vol. II.	75,32	»	17,69	»	»	»	»	6,07	»	1,54	»	0,253	93,0
Ann. Chim. Phys., t. XLIV.	»	73,15	11,32	»	»	3,48	»	»	»	5,75	3,70	»	84,5
Id.	»	70,70	20,81	»	2,33	»	6,16	»	»	»	»	»	91,5
Liebig's Ann., 1847.	»	70,56	14,08	»	»	16,56	0,73	»	»	»	»	»	84,6
Ann. du Conservat., t. II. . .	»	68,89	2,17	»	12,70	»	16,24	»	»	»	»	»	71,0
Ann. Chim. Phys., t. XLIV.	»	68,16	6,50	»	»	4,88	15,66	»	»	»	1,80	»	74,7
Compt. rendus, t. XXII. . .	»	61,67	2,17	»	15,73	»	20,43	»	»	»	»	»	63,8
Stein-Glassfabrication. . . .	61,48		7,24	»	»	20,15	»	»	»	11,22	2,81	»	68,7
Erdman Journ., vol. XXXVI.	»	61,05	8,89	»	»	»	»	0,43	»	19,53	10,10	45,40	69,9
Ann. Chim. Phys., t. XLIV.	»	60,19	7,89	»	»	8,14	»	0,40	»	20,42	2,50	51,00	68,0
Dingler's Journal, vol. CLII.	»	60,17	3,66	»	29,11	»	»	4,94	1,23	»	»	»	63,8
Compt. rendus, t. LIV. . . .	58,85	»	10,18	32,34	»	»	»	3,31	»	»	»	»	63,0
Ann. Chim. Phys., t. XLIV.	46,73	»	9,75	43,32	»	»	»	1,10	»	»	»	»	56,5
	44,47	»	7,37	30,13	»	»	18,20	»	»	»	»	»	51,8
Dingler's Journ., v. CXLIV.	38,75	»	1,97	34,62	8,74	»	15,56	»	»	»	»	»	40,7
	35,42	»	7,78	33,22	5,00	»	18,99	»	»	»	»	»	43,2

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TAB. II. — *TABLEAU des analyses de M. Benrath.*

NUMÉROS.	NATURE ET LIEUX DE PRODUCTION DES VERRES ANALYSÉS.	POIDS SPÉCIFIQUE.	COMPOSITION CENTÉSIMALE. SiO^2.	NaO.	KO.	CaO.	$Al^2O^3 + Fe^2O^3$.	$5(NaO,3SiO^2)+7(CaO,3SiO^2)$.	$5(KO,3SiO^2)+7(CaO,3SiO^2)$.	$Al^2O^3, 2SiO^2$.	$NaO, 3SiO^2$.	$KO, 3SiO^2$.	SiO^2.	$CaO, 3SiO^2$.	NaO.	KO.	CaO.	RAPPORT DE L'ALCALI A CaO.	% VERRE NORMAL + ARGILE.
1	Verre à glaces coulé de Munsterbusch (Saint-Gobain).	2,526	73,17	12,80	»	13,67	0,39	96,55	»	0,65	»	»	»	»	2,35	»	0,44	0,195	97,2
2	Verre à vitres soufflé (J. J. Gerard, à Charleroi).	2,538	73,31	13,00	»	13,24	0,83	95,85	»	1,80	»	»	»	»	2,62	»	0,11	0,043	97,7
3	Composition de Stolberg publiée par Jäckel.	»	72,29	12,14	»	15,57	»	95,79	»	»	»	»	»	»	1,76	»	2,45	1,392	95,8
4	Verre à vitres (première sorte) coulé, de Munsterbusch (Saint-Gobain).	2,537	72,80	12,36	»	14,10	0,73	95,34	»	1,85	»	»	»	»	1,93	»	0,04	0,020	97,2
5	Composition moyenne du verre à glaces de Munsterbusch.	2,535	72,12	12,23	»	14,82	0,50	94,90	»	1,10	»	»	»	»	1,95	»	1,82	0,933	96,0
6	Verre à glaces coulé, d'Amelung et fils, à Dorpat.	2,498	74,05	10,95	»	12,96	1,87	94,62	»	4,05	0,62	»	»	»	0,54	»	»	»	98,7
7	Verre à glaces coulé, de Munsterbusch (Saint-Gobain).	2,542	71,88	11,96	»	15,40	0,90	93,85	»	1,95	»	»	»	»	1,79	»	2,55	1,424	95,8
8	Verre à vitres soufflé (deuxième sorte), de Chance, Brothers, et comp., à Birmingham.	2,526	72,90	12,45	»	13,26	1,93	93,62	»	4,18	»	»	»	»	2,31	»	0,43	0,186	97,8
9	Verre à glaces coulé, d'Amelung et fils, à Dorpat.	2,548	71,92	13,38	»	13,55	1,44	93,07	»	3,12	»	»	»	»	3,31	»	0,80	0,241	96,1
10	Verre à vitres soufflé de la verrerie de Stolberg.	2,524	71,56	12,97	»	13,27	1,29	92,83	»	2,79	»	»	»	»	2,92	»	0,55	1,289	95,6
11	Verre à glaces coulé, de Munsterbusch (Saint-Gobain).	2,545	70,63	11,84	»	16,09	0,80	92,08	»	1,73	»	»	»	»	1,87	»	3,48	1,869	93,8
12	Verre à vitres coulé (deuxième sorte), de Munsterbusch (Saint-Gobain).	2,534	71,50	13,05	»	13,29	2,08	91,52	»	4,51	»	»	»	»	3,14	»	0,75	0,239	96,0
13	Verre à vitres soufflé (première sorte), de Chance, à Birmingham.	2,530	70,71	13,25	»	13,38	1,92	90,72	»	4,16	»	»	»	»	3,42	»	0,96	0,280	94,8
14	Verre à glaces coulé, d'Amelung et fils, à Dorpat.	2,537	71,05	12,23	»	14,36	2,33	90,54	»	5,05	»	»	»	»	2,44	»	1,97	0,807	95,5
15	Verre à glaces au commencement de la période de fusion* (Amelung, à Dorpat).	2,543	70,63	13,91	»	12,79	2,67	89,46	»	5,78	»	»	»	»	4,22	»	0,54	0,128	95,2
16	Idem*.	2,589	67,52	13,01	»	17,84	2,02	86,34	»	4,38	»	»	»	»	3,69	»	6,01	1,629	90,7
17	Idem*.	2,586	66,81	13,88	»	17,39	1,91	85,57	»	4,14	»	»	»	»	4,12	»	5,67	1,376	89,7
18	Tube à combustion de Warenbrunn, Quilitz, et comp., à Semlitz.	2,467	74,06	11,46	3,92	9,71	0,98	72,32		2,12	24,82	»	0,96	»	»	»	»	»	74,4
19	Verre à boire de Nortjö, près de Tawastchus (Finlande).	2,399	74,37	3,42	12,71	9,02	0,71	»	69,58	1,54	13,35	5,38	10,38	»	»	»	»	»	71,1
20	Coupe de Joh, Rüting et comp., à Saint-Pétersbourg.	2,488	74,66	10,36	4,32	9,13	0,78	68,18		1,69	23,18	»	0,20	»	»	»	»	»	69,9
21	Fiole de verre d'une verrerie du Rhein.	2,491	72,07	18,45	»	8,96	0,54	65,41	»	1,17	28,98	»	»	»	3,95	»	»	»	66,6
22	Entonnoir en verre de la verrerie de Gatschina (Saint-Petersbourg).	2,477	74,50	12,21	3,50	8,61	1,12	64,06		2,52	30,09	»	3,27	»	»	»	»	»	66,8
23	Aquarium des frères Sulowjeff, à Saint-Pétersbourg.	2,478	75,94	15,61	»	8,01	0,90	58,48	»	1,95	36,22	»	3,81	»	»	»	»	»	60,4
24	Verre à vitres soufflé, de Widder, à Gatschina.	2,505	69,87	21,60	»	8,00	0,49	58,41	»	1,06	33,25	»	»	»	6,75	»	»	»	59,5
25	Vase à précipité de la compagnie anonyme d'Herbath.	2,442	78,50	13,25	»	7,71	0,12	56,29	»	0,06	30,17	»	13,44	»	»	»	»	»	56,5
26	Fiole blanche d'une verrerie du Rhein.	2,471	72,47	19,70	»	7,16	0,65	51,27	»	1,41	44,39	»	»	»	2,67	»	»	»	52,7
27	Verre à glaces soufflé, ancien, d'Amelung et fils, à Dorpat.	2,608	62,29	6,78	21,12	6,50	3,25	»	50,14	7,04	»	34,59	»	»	6,78	1,39	»	»	57,1
28	Verre à glaces coulé de Ravenhead (Saint-Hellens).	2,464	75,00	18,65	»	6,57	0,75	47,96	»	1,62	52,16	»	»	»	0,08	»	»	»	49,6
29	Verre à glaces coulé de Munsterbusch (compagnie d'Aix-la-Chapelle).	2,456	78,72	12,99	»	6,51	1,65	47,53	»	3,57	30,33	»	18,37	»	»	»	»	»	51,1
30	Verre à vitres (pour les vaisseaux), coulé; Londres, Plate-Gl-comp.	2,448	76,27	16,38	»	6,09	0,63	44,46	»	1,37	45,12	»	7,79	»	»	»	»	»	45,8
31	Verre à vitres soufflé de la fabrique de Pernau (Livonie).	2,608	64,42	15,76	10,50	5,81	3,50	»	44,83	7,58	29,09	10,17	»	»	8,31	»	»	»	52,4
32	Chope de la verrerie de Malzow (Russie).	2,425	73,90	6,90	12,55	5,65	0,90	»	43,68	1,95	48,09	»	5,28	»	»	»	»	»	45,6

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SIDÉRURGIE.

SUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA FABRICATION DU FER DANS L'OUEST DES ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE, PAR M. T. GUILFORD SMITH DE PHILADELPHIE (1).

Les besoins de la colonisation, dans le nord de l'Amérique, ont de bonne heure obligé les habitants à s'occuper de la fabrication du fer. En remontant dans l'histoire du pays on trouve, à cet égard, des notes concernant certains fourneaux où se faisait le traitement métallurgique, dont la trace a complétement disparu ou dont l'existence est encore attestée par des amas de matériaux. A cette époque, évidemment, le combustible employé était le charbon de bois, et, comme il y avait des forêts partout, le fourneau était toujours placé près du gisement de minerai qui devait l'alimenter.

A mesure que les forêts s'appauvrirent, le charbon de bois devint plus cher et la fabrication du fer alla en décroissant; bientôt même on abandonna complétement plusieurs fourneaux pour en construire d'autres dans des régions où le combustible était encore abondant, si bien que peu à peu la fabrication du fer au bois finit par se réfugier dans les districts boisés. C'est ainsi qu'aujourd'hui elle est uniquement reléguée dans l'extrême nord-ouest, le Michigan, par exemple, ou dans le sud et le sud-ouest, c'est-à-dire dans l'Alabama et le Tennessee qui renferment en même temps de vastes gisements de minerais de fer.

Tant que le fer au bois a maintenu sa suprématie sur les marchés, les maîtres de forges ont été tenus en éveil au sujet du combustible végétal que le développement de la colonisation rendait chaque jour plus rare et plus cher. Mais, à partir de 1837, la question changea de face. De cette époque, en effet, datent les premiers essais de traitement à l'anthracite cru, essais entrepris à Manch-Chunk, dans la vallée Lehigh, en Pensylvanie, et qui ont donné des résultats satisfaisants.

C'est à M. David Thomas, de Colasangua, l'honorable président actuel de la Société américaine des ingénieurs des mines, qu'est due cette révolution dans la métallurgie du fer aux États-Unis, révolution qui n'a pas tardé à gagner les autres districts. Depuis lors, la région de Lehigh à elle seule ne renferme pas moins de trente-huit hauts fourneaux à l'anthracite produisant 378 000 tonnes de fonte, auxquelles il faudra bientôt ajouter 27 000 autres tonnes que doivent fournir trois nouveaux fourneaux en construction; c'est plus que ne fabriquaient les États-Unis en 1840. A cette époque, la production totale de l'Union n'était encore que de 285 000 tonnes, tandis qu'en 1870 elle atteignait presque le chiffre de 2 000 000.

(1) Extrait d'un mémoire lu dans une séance de l'*Iron and steel Institute*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque M. David Thomas construisit, en 1840, le premier haut fourneau de son système, on était loin de prévoir ce que deviendrait dans l'avenir la vallée Lehigh, aujourd'hui couverte de houillères, de hauts fourneaux et de laminoirs depuis la région supérieure des eaux, où l'on exploite le combustible minéral jusqu'à la région inférieure, où se trouvent les gisements de minerai de fer. Mais ce n'est pas sur ce seul point de la Pensylvanie que la métallurgie du fer s'est développée en même temps; il faut encore citer les vallées Schuylkill et Susquehanna, si bien qu'on peut dire que les trois plus importants lieux d'extraction de l'anthracite de cet État ont été le théâtre de la révolution qui s'est opérée dans l'industrie sidérurgique des États-Unis.

Il ne faudrait pas croire cependant que le développement de cette industrie s'est produit sans difficultés. Sans remonter bien loin, il y a dix ans à peine, les maîtres de forges et les exploitants de houillères étaient loin de prospérer, surtout les premiers; car, il faut bien le reconnaître, le haut fourneau et la mine sont tellement solidaires l'un de l'autre, que l'un ne peut guère souffrir sans que l'autre ne souffre pareillement. La cause de ce malaise provenait surtout des continuelles hésitations de l'Administration gouvernementale qui, par ses mesures alternatives de liberté ou de protection douanière, a laissé pendant longtemps le capital et le travail dans l'attente d'une solution définitive et a enlevé ainsi aux établissements sidérurgiques les gages de stabilité si nécessaires à leur prospérité.

Pendant vingt ans, c'est-à-dire jusqu'en 1860, la fabrication du fer a donc marché assez lentement; mais elle a eu le temps de prendre racine, et les obstacles qu'elle a rencontrés à son début lui ont donné une expérience qui lui permettra peut-être de soutenir plus facilement sa prospérité actuelle. L'intervention du combustible minéral datant, comme on l'a vu plus haut, de 1840, il n'est pas sans intérêt de consigner ici la marche qu'elle a suivie.

C'est dans la région orientale de la Pensylvanie que cette intervention a fait son apparition; cette région est arrosée par les rivières Lehigh et Schuylkill qui traversent les gisements houillers et se jettent dans la Delaware.

L'industrie du fer à la houille s'est ensuite établie un peu plus vers l'ouest, sur les bords du Susquehanna qui coule dans l'Atlantique; puis elle s'est étendue jusqu'à la vallée Juniata, mais on peut dire qu'elle ne s'est réellement installée d'une manière complète dans l'ouest que lorsque les monts Alleghany ont été traversés.

Bientôt elle a gagné Pittsburg, qui est devenue depuis lors le centre le plus important de la fabrication du fer et de l'acier aux États-Unis. Cette grande cité, qui emprunte son nom à l'un des hommes d'État les plus célèbres de l'Angleterre, est, au point de vue de l'histoire de son développement, analogue à celle de Middlesborough, avec cette différence cependant que sa position au confluent de deux grands cours d'eau, l'Alleghany et le Monongahela, en avait fait déjà un entrepôt de premier ordre pour le commerce, avant que l'industrie du fer ne vînt ajouter à sa prospérité; ces deux grandes rivières conduisent, on le sait, au golfe du Mexique par l'intermédiaire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'Ohio et du Mississipi. C'est à Pittsburg que la fabrication de l'acier a établi d'une manière permanente ses premières usines; c'est là qu'aujourd'hui encore viennent d'être créés les premiers établissements où l'on fabrique le bronze phosphoreux (1), ce nouvel alliage qui, pour certains usages, semble devoir rivaliser avec l'acier.

Pendant quelque temps l'industrie du fer est restée stationnaire à Pittsburg, jusqu'au jour où le coke est venu prendre la place de l'anthracite dans les hauts fourneaux. Mais une nouvelle révolution n'allait pas tarder à se faire, qui a donné à cette industrie de l'Ouest une nouvelle impulsion. Non loin de Pittsburg, en effet, dans le comté de Clanin (Pensylvanie), à Youngstown et Zanesville (Ohio), puis, plus loin, dans l'Indiana, on a découvert une houille spéciale dite *block-coal* qui, employée à l'état cru, a permis d'obtenir de la fonte de qualité supérieure, excellente surtout pour la fabrication de l'acier Bessemer.

Jusqu'ici toutes les localités où se trouvent les hauts fourneaux avaient heureusement fourni presque tout le minerai de fer qui leur était nécessaire; mais, depuis qu'on s'est montré plus difficile sur la qualité, les maîtres de forges n'ont pas reculé, pour en obtenir de plus pur, devant le surcroît de dépense que devaient leur imposer les transports, assurés qu'ils étaient de trouver une ample compensation dans la supériorité des produits obtenus avec la houille *block-coal*.

Dans un Mémoire sur les richesses minérales et le développement des voies ferrées, le Dr Foster de Chicago, parlant de cette espèce de houille, fait remarquer que le nom de *block* qu'on lui a donné et qu'il serait, sans doute, difficile de lui enlever aujourd'hui qu'il s'est implanté dans le langage usuel du pays, n'a aucune signification scientifique et pourrait peut-être trouver sa justification dans quelques-uns des caractères physiques de la matière. « Deux systèmes de joints, dit-il, traversant la « couche dans deux directions perpendiculaires, la divisent naturellement en masses « quadrangulaires de 2 ou 3 pieds de long (0m,60 ou 0m,90) sur 1 pied (0m,30) et « plus de large, de telle sorte qu'il devient facile au mineur, par un simple havage en « dessous, de détacher des blocs de houille sans recourir à la poudre, et c'est ainsi « qu'il peut abattre facilement trois tonnes dans un seul jour. Les faces de chaque bloc « sont lisses, d'une couleur noire à reflets bleuâtres et souvent mouchetées par de « l'argile réfractaire. Si on divise la masse longitudinalement suivant son clivage, on « voit qu'elle est formée de fragments légèrement agglutinés qui se brisent facilement « sous les doigts. Jeté sur un foyer, ce charbon prend feu tout d'un coup en crépitant « et donne une flamme jaune brillante. Ce n'est donc pas une houille collante, et sa « facilité à se déliter favorise l'accès de l'air nécessaire à la combustion. Il ne contient « aucune trace de soufre, donne une cendre floconneuse blanche ou d'un gris « blanchâtre et, avec un fort tirage, ne produit pas de mâchefer. Des analyses faites

(1) On sait que la constatation de l'effet utile du phosphore sur le bronze a été faite par MM. G. Montefiore-Lévi et Künzel. (Voy. *Bulletin* de 1871, 2e série, t. XVIII, p. 471.) (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« avec soin ont démontré qu'il contient de 57 à 62 pour 100 de carbone fixe. « Employé au haut fourneau, il s'y comporte aussi bien que le charbon de bois, dont « il a toutes les qualités réductrices; il en faut 2,5 tonnes par tonne de fonte produite. « D'ailleurs, il est un fait qui prouve en sa faveur, c'est que le fer puddlé qu'on « fabrique à Indianopolis, avec cette fonte, est employé à Pittsburg pour fabriquer « des canons de fusil. »

On comprend, d'après cela, l'influence que la découverte de la houille *block-coal* devait exercer sur l'avenir métallurgique des districts de l'Ouest. Grâce à elle, les établissements de Zanesville (Ohio), en traitant les minerais locaux mélangés aux riches minerais magnétiques du lac Supérieur, ont pris une importance remarquable; puis bientôt, dans le but de se rapprocher de ces derniers minerais, on a construit plus avant dans l'Ouest, à Cleveland sur le lac Erié, de nouveaux hauts fourneaux dont le nombre s'est augmenté d'année en année.

Ainsi, en 1860, il y avait, d'après les documents officiels, 76 hauts fourneaux répartis dans l'Ohio, l'Indiana, le Michigan, l'Illinois, le Wisconsin et le Kentucky, avec des forges renfermant 24 laminoirs pour rails, tôles et plaques de chaudières; le capital affecté à ces établissements était de 3 370 000 dollars (18 198 000 fr.), le nombre de bras de 2 804, le total des salaires de 1 094 160 dollars (5 908 465 fr.) et la production de 85 723 tonnes, dont 40 000 de rails.

En 1870, trois usines de ces mêmes États absorbaient à elles seules un capital supérieur au précédent, employant 2 800 ouvriers, coûtant 1 556 000 dollars (8 402 400 fr.), et produisaient 100 000 tonnes de rails, 90 000 de fonte et 10 000 de plaques et de fer en barre.

Voici des chiffres plus éloquents encore, et qui se rapportent au district du lac Supérieur; on va voir avec quelle rapidité s'y est développée l'industrie du fer :

En 1856 on a extrait 7 000 tonnes de minerai seulement, d'une valeur de 28 000 dollars (151 200 fr.); point de traitement.

En 1860, extraction du minerai, 116 908 tonnes, production de la fonte 5 600; valeur des deux 736 496 dollars (3 977 000 fr.).

En 1870, extraction du minerai, 856 471 tonnes, production de la fonte 49298; valeur des deux 6 300 170 dollars (34 020 900 fr.).

Les valeurs totalisées, depuis 1866, du minerai et de la fonte représentent la somme de 29 069 883 dollars (156 977 360 fr.).

En 1870, l'extraction provenait de seize mines, dont les produits ont alimenté différents marchés du pays, surtout ceux du Cleveland et de l'Ohio d'où il est envoyé, par chemin de fer, aux houillères des vallées de Mohoming et Shenango. Il y a, dans l'Ohio et la Pensylvanie, 100 fourneaux qui consomment ce minerai; dans le Nord-Ouest presque tous les hauts fourneaux au bois n'en emploient pas d'autre.

En quittant le Cleveland, il faut aller jusqu'à Saint-Louis pour retrouver le grand mouvement métallurgique que nous esquissons. Cincinnati et Louisville n'y ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

encore pris qu'une part très-faible, mais qui ne tardera pas à se développer avec l'achèvement des chemins de fer en construction. Les États de l'Ohio, d'Indiana, de l'Illinois et ceux de Wisconsin et de Michigan qui les bornent au Nord, possédant déjà 1 700 milles (environ 2 735 kilomètres) de chemins de fer en exploitation, sans compter ceux qui sont actuellement en construction, on comprend que l'entretien de ces seules lignes exigera la création rapide de nouvelles usines, dont l'avenir sera d'autant mieux assuré que leurs produits trouveront, par les voies d'eau, un facile accès dans d'autres États. Ainsi, Indianopolis, qui est un centre important de croisement des voies ferrées, a déjà de nombreux laminoirs, et un peu plus loin à l'Ouest, à Brazil (Indiana), là même où fut faite la première découverte de la houille *block-coal,* il y a cinq hauts fourneaux en feu.

A Terre-Haute, un peu plus à l'Ouest encore, il y a un haut fourneau et des laminoirs à rail qui travaillent fructueusement. Saint-Louis, de son côté, a vu s'élever une série d'usines métallurgiques de première importance, avec des laminoirs qui sont en voie, par leur situation spéciale, de devenir bientôt les plus importants de tous les États-Unis. On y compte là 15 hauts fourneaux, dont l'alimentation est rendue facile par le voisinage du terrain houiller de l'Indiana et des gisements de minerai de la célèbre *Montagne de fer* de Missouri dont l'extraction a fourni, en 1868, 105 000 tonnes; en 1869, 195 000; en 1870, 316 000 et, en 1871, près de 500 000.

La fabrication de l'acier Bessemer s'est développée dans les mêmes proportions. Établie d'abord à Troy, sur l'Hudson, puis à New-York, elle a successivement gagné différents États et a pénétré dernièrement jusqu'à Milwankee, dans le Wisconsin.

En résumé, de l'Atlantique au Mississipi, l'industrie sidérurgique s'est largement développée en peu d'années et pourra se développer encore à mesure que les champs d'exploitation de la houille et du minerai s'étendront.

On compte, dans tous les États-Unis, plus de 60 000 milles de chemins de fer (96 540 kilomètres); ce chiffre représente une augmentation de 10 pour 100 pour les dix dernières années. 700 hauts fourneaux et 300 laminoirs, employant une population de 140 000 ouvriers, fournissent à peine aux exigences d'un pareil réseau, ainsi qu'aux autres besoins de l'industrie, car il faut encore importer de l'étranger plus de 500 000 tonnes de rails et 826 000 tonnes de fer et d'acier, chiffres qui témoignent du progrès de la civilisation moderne.

Disons, en terminant, que les compagnies de chemins de fer prêtent un concours énergique au développement de l'industrie sidérurgique, non-seulement en aidant de leurs capitaux les industriels qui veulent établir des usines sur le parcours de leurs lignes, mais en concédant même les terrains houillers que ces lignes traversent dans différentes régions de l'Ouest, à la seule condition d'y fonder des usines métallurgiques.

(M.)

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

72e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XX. — Mars 1873.

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 27 DÉCEMBRE 1872.

Bureau.

Année de l'entrée du 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 (O. ✻), inspecteur général des ponts et chaussées, rue Royale-Saint-Honoré, 13.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1830. — AMÉDÉE-DURAND (✱), ingénieur-mécanicien, membre de la Société centrale d'agriculture de France, rue de l'Abbaye-Saint-Germain, 10.

Secrétaire général.

1845. — Le baron CHARLES DUPIN (G. O. ✱), de l'Académie des sciences, rue du Bac, 118.

Secrétaires adjoints.

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.

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 référendaire 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.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comité des arts mécaniques.

Année de l'entrée au Conseil.

Membres titulaires.

1830. — Amédée-Durand (✱), ingénieur-mécanicien, membre de la Société centrale d'agriculture de France, rue de l'Abbaye-Saint-Germain, 10.
1847. — Baude (O. ✱), inspecteur général des ponts et chaussées, rue Royale-Saint-Honoré, 13.
1847. — Alcan (✱), ingénieur civil, 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.
1855. — Phillips (✱), de l'Académie des sciences, ingénieur des mines, avenue Montaigne, 48.
1869. — Farcot père (✱), ingénieur-mécanicien, à Saint-Ouen (Seine); à Paris, rue Fontaine-Saint-Georges, 34.

Membres adjoints.

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.
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.

1830. — Bussy (O. ✱), de l'Académie des sciences, place Saint-Michel, 3.
1831. — Chevallier (O. ✱), de l'Académie de médecine, professeur à l'École de pharmacie, rue du Faubourg-Saint-Denis, 188.
1840. — Frémy (O. ✱), de l'Académie des sciences, rue Cuvier, 33.
1844. — Cahours (O. ✱), de l'Académie des sciences, quai Conti, 11.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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

1847. — LEBLANC (Félix) (✻), répétiteur à l'École polytechnique et à l'École centrale, rue de la Vieille-Estrapade, 9.

1868. — DEBRAY (✻), essayeur au Bureau de garantie, rue d'Assas, 76.

1851. — BARRAL (O. ✻), ancien élève de l'École polytechnique, 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).

Membres adjoints.

1851. — JACQUELAIN, licencié ès-sciences physiques, préparateur à l'École centrale, 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.

1869. — BOUIS (✻), essayeur à la Monnaie, quai Conti, 11.

1872. — TROOST (✻), maître de conférence à l'École normale supérieure, rue Saint-Florentin, 16.

1872. — GRUNER (O. ✻), inspecteur général des mines, rue d'Assas, 90.

Comité des arts économiques.

Membres titulaires.

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

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.

N. . . . . .

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Membres adjoints.

1866. — WOLFF (✻), manufacturier, rue Rochechouart, 22.
1869. — PALIARD (✻), architecte en chef de la Préfecture de police, avenue des Lacs, 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, professeur à l'École de pharmacie, rue de Rennes, 129.
1866. — BELLA (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).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comité de commerce.

Membres titulaires.

Année de l'entrée au Conseil.

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 (✻), ancien administrateur de la Compagnie générale des omnibus, grande rue de Passy, 84.
1868. — Wolowski (O. ✻), membre de l'Institut, professeur au Conservatoire des arts et métiers, 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) (✻), Ministre des finances.
1873. — Le vicomte de Chabannes (G. O. ✻), vice-amiral, rue Pasquier, 24.
1873. — Magnier (E.) (✻), négociant, rue de Châteaudun, 2.

MEMBRES HONORAIRES.

1828. — Darblay aîné (O. ✻), membre de la Société centrale d'agriculture de France, rue de Lille, 74.
1840. — Calla (✻), ingénieur-mécanicien, rue des Marronniers, 8, à Passy.
1840. — Le Chatelier (O. ✻), inspecteur général des mines, rue Madame, 33.
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).
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

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par M.* TRESCA, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un* APPAREIL *servant à enfoncer les tubes des puits instantanés, par* M. DONNET, *à Lyon.*

Messieurs, notre regretté collègue Victor Bois avait été chargé, par le comité des arts mécaniques, du rapport à faire sur l'appareil locomobile construit par M. Donnet pour l'enfoncement dans le sol, et jusqu'à une profondeur qui atteint quelquefois 12 et 15 mètres, des tubes en fer destinés à servir de conduits à l'eau souterraine appelée par une petite pompe à la surface. Ces conduits, désignés sous le nom de *puits instantanés,* ont, pendant plusieurs années, occupé l'attention publique.

J'ai repris dernièrement chez M. Bois les pièces relatives à cet appareil dont le Conseil prendra certainement connaissance avec l'intérêt qu'il mérite.

L'enfoncement de pareils tubes dans le sol paraît être en usage depuis longtemps dans certaines localités, ainsi que l'addition de la pompe, et les pompes dites de Norton, fondées sur l'emploi de ces tubes, seraient ainsi dans le domaine public.

M. Donnet a cependant, sous ce rapport, le mérite d'avoir donné une explication rationnelle de la facilité de leur débit, en même temps qu'il a eu à expliquer le fonctionnement de ses puits fermés sur lesquels nous avons déjà, à la suite d'expériences décisives, exprimé notre opinion dans le *Bulletin* de la Société d'encouragement (1).

Nous n'avons pas, en ce moment, à revenir sur ce sujet; nous n'avons pas non plus à montrer que les puits à tubes acquièrent, comme application, une importance d'autant plus sérieuse que le diamètre de ces tubes peut être plus grand, et il nous suffit de cette indication préliminaire pour faire comprendre l'utilité de l'appareil dont l'examen doit faire l'objet de ce rapport.

L'enfoncement d'un tube de 30 millimètres de diamètre, dans un terrain d'alluvion d'homogénéité suffisante, jusqu'à une nappe d'eau inférieure, est,

(1) Voyez *Bulletin* de 1868, 2e série, t. XV, p. 709, et de 1870, t. XVII, p. 93.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par lui-même, un fait industriel intéressant; il est exécuté à bras d'homme et au maillet, dans des localités où les arts mécaniques sont peu développés, et M. Donnet nous apprend que cette opération, qui exigera des efforts plus considérables pour des tubes d'un plus grand diamètre, devient alors plus sûre, par cela même que le tube offre une roideur plus grande. Quand le tube est d'un grand diamètre, il peut facilement servir de corps de pompe, et rien n'empêche alors de descendre dans ce tube le piston à une profondeur plus ou moins grande, lorsque le niveau de la nappe l'exige.

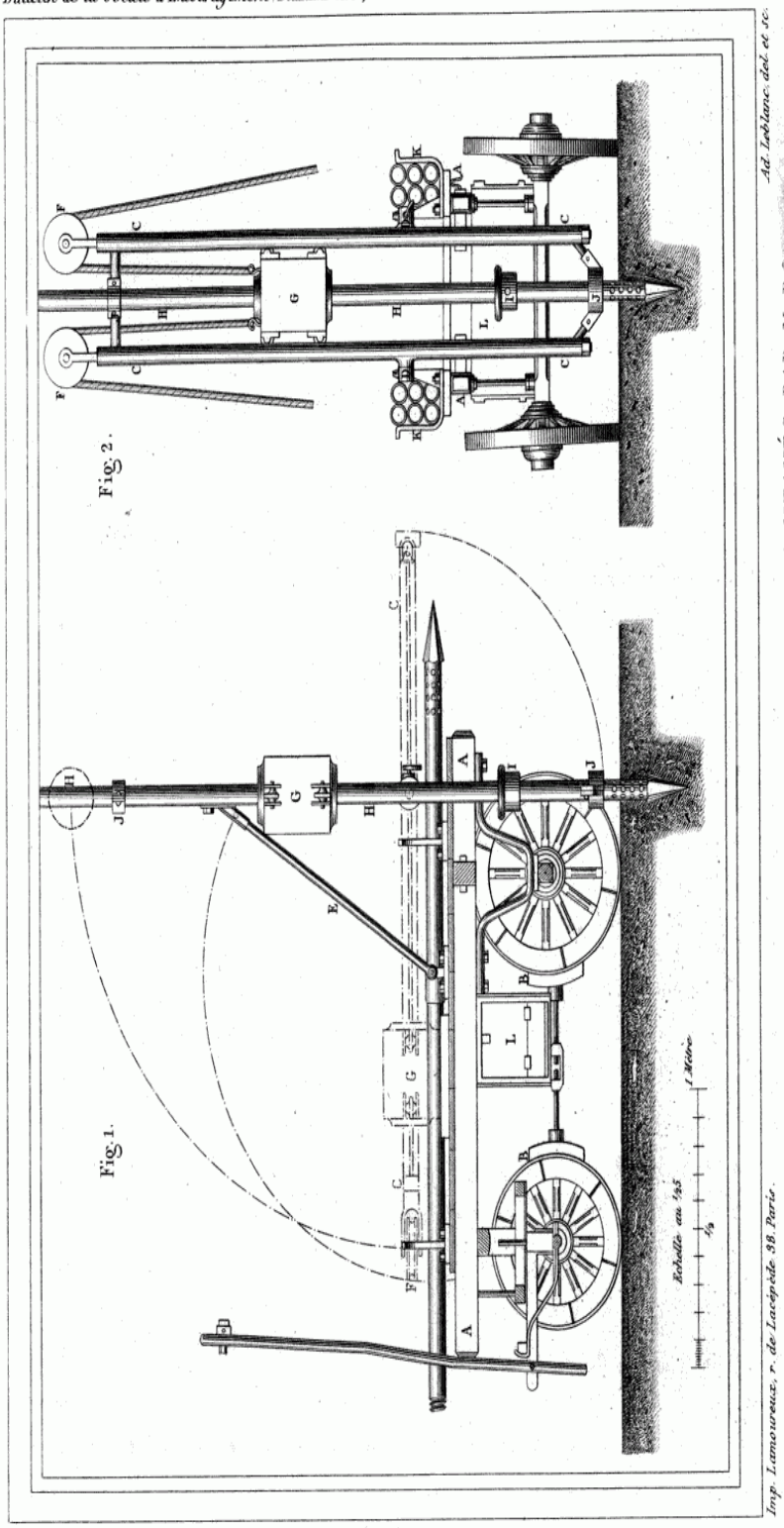
La machine qu'il a disposée réussit très-bien sur des tubes de 40, 50 et même 70 millimètres de diamètre, à la seule condition que le premier tube soit armé d'une pointe aciérée, au-dessus de laquelle le tube est percé d'un grand nombre de trous formant crépine, que le tube soit bien guidé dans son mouvement vertical et que l'on puisse disposer d'un mouton du poids de 100 à 120 kilogrammes.

Il y a loin de ces conditions à celles auxquelles on a pu satisfaire avec un simple trépied reposant sur le sol, et le domaine de ces applications si intéressantes pour l'agriculture et pour l'alimentation elle-même se trouve largement accru par l'emploi du nouvel appareil, plus puissant, plus facilement transportable, d'une rapidité et d'une sûreté d'action beaucoup plus complètes.

Il se compose d'un petit véhicule, dont les roues peuvent être immobilisées par des freins appropriés. Les organes de la sonnette, qui en forment la partie principale, et qui pour le transport sont rabattus sur le tablier, étant relevés autour d'une articulation, sont immédiatement prêts à fonctionner. Chaque tube, couronné par un manchon, est guidé dans son mouvement de descente et reçoit l'action bien concentrique du mouton, relevé par des tiraudes symétriques manœuvrées par un ou plusieurs hommes. Ce mouton, qui bat sur le renflement formé par le manchon, glisse autour de la portion supérieure du tube, et celui-ci est maintenu entre deux guides placés respectivement près du sol, et au point le plus élevé de la machine, de manière qu'il ne puisse se prêter à aucune déviation. L'appareil mécanique tout entier pèse 550 kilogrammes; le véhicule porte tous les outils nécessaires à la manœuvre, et peut être transporté partout sans difficulté.

Quand un tube est enfoncé, on le raccorde au suivant par un manchon, et l'on bat sur le nouveau tube dans les mêmes conditions que précédemment.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



APPAREIL POUR ENFONCER LES TUBES DES PUITS INSTANTANÉS, PAR M. [illegible]

Ad. Leblanc, del. et sc.

Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38. Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'appareil est bien combiné et bien construit; son emploi étendra rapidement l'usage des puits instantanés dans toutes les localités qui se prêtent à cette application. M. Donnet a fait une chose utile en construisant son appareil, et il fera une œuvre plus utile encore en cherchant à en propager l'emploi.

Nous vous proposons, Messieurs, de remercier M. Donnet de sa communication, et d'ordonner l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin* avec le dessin de sa sonnette portative.

Signé TRESCA, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 28 *juin* 1872.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 487 REPRÉSENTANT L'APPAREIL IMAGINÉ PAR M. DONNET POUR ENFONCER LES TUBES DES PUITS INSTANTANÉS.

Fig. 1. Section longitudinale suivant l'axe du chariot porteur de l'appareil.

Fig. 2. Vue de bout du côté où a lieu l'enfoncement des tubes.

Dans ces deux figures, l'appareil est représenté en fonction.

A, chariot composé d'un tablier porté sur quatre roues.

B, freins servant à immobiliser les roues du chariot, quand l'appareil est mis en place pour fonctionner.

C, C, montants jumeaux de la sonnette, pouvant se rabattre horizontalement avec le mouton sur le tablier du chariot lorsqu'on transporte tout le système; la figure 1 indique, en lignes ponctuées, la position qu'ils occupent lorsqu'ils sont couchés.

D, D, tourillons autour desquels tournent les montants C, C pour se rabattre.

E, E, jambes de force servant à maintenir les montants C, C, lorsqu'ils sont relevés; se rabattant également sur le chariot en tournant autour de leur extrémité inférieure, elles s'assujettissent contre les montants au moyen de pattes à écrous.

F, F, poulies fixées à l'extrémité supérieure de chaque montant C, et recevant les tiraudes qui servent à relever le mouton.

G, mouton opérant sa chute entre les montants C, C; il est percé, de haut en bas, en forme de manchon, pour laisser passer le tube à enfoncer. Des galets placés sur deux de ses faces opposées, et roulant dans des rainures internes des montants, facilitent l'opération du relevage.

H, tube à enfoncer; sa partie inférieure est percée de trous formant crépine, et armée, en outre, d'une pointe aciérée destinée à faciliter la pénétration dans le sol.

I, manchon monté sur le tube H et recevant l'action du mouton.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J, J, colliers fixés en haut et en bas des montants C, C, et dans lesquels passe le tube H, de manière qu'il ne puisse dévier.

K, K, provision de tubes couchés de chaque côté du chariot.

L, boîte à outils placée sous le tablier du chariot.

(M.)

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. le comte DU MONCEL, *au nom du comité des arts économiques, sur les* SELS EXCITATEURS *pour les piles à bichromate de potasse, présentés par* MM. VOISIN *et* DRONIER, *rue Saint-Fargeau, 41, à Paris.*

Messieurs, depuis le rapport que j'ai eu l'honneur de soumettre à la Société d'encouragement sur les piles à bichromate de potasse en général, et sur celles de MM. Chutaux et Delaurier en particulier (1), plusieurs perfectionnements, au point de vue pratique, leur ont été apportés. Déjà, au mois de novembre 1871, M. Chutaux, pour éviter l'inconvénient qui peut résulter de l'emploi d'un liquide préparé dans des proportions déterminées et d'un transport toujours difficile, avait cherché à obtenir un sel solide de bichromate acidulé dans des conditions telles, que, pour préparer la solution excitatrice, on n'eût d'autre soin à prendre que de jeter dans l'eau une quantité assez grande de ce sel pour être en excès dans la solution. Il y était arrivé jusqu'à un certain point, en faisant chauffer et évaporer, presque à siccité, un mélange à poids égaux d'eau, d'acide sulfurique et de bichromate de potasse; mais le produit de cette dessiccation, n'ayant pas été constitué dans les conditions voulues pour fournir une véritable combinaison chimique, n'avait produit que des résultats notablement inférieurs à ceux que l'on obtenait avec les solutions acides. MM. Voisin et Dronier, en traitant la question au point de vue des équivalents chimiques et en combinant les produits entrant dans la composition de leur sel excitateur, de manière à utiliser complétement l'oxygène de l'acide chromique, sont arrivés à des résultats beaucoup plus satisfaisants, comme on pourra en juger par les résultats des expériences que nous allons rapporter.

(1) Voy. *Bulletin* de 1871, 2e série, t. XVIII, p. 113.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les sels que MM. Voisin et Dronier m'ont remis étaient, dans l'origine, de quatre espèces; mais après mûr examen, et surtout d'après les expériences dont je leur ai communiqué les résultats, ils s'en sont tenus à un seul qui constitue aujourd'hui leur fabrication courante et qui a pour formule :

$$NaO.SO^3 + 7\,(SO^3.HO) + KO.2CrO^3.$$

Dans ce sel, il entre, comme on le voit par la formule précédente, un produit, le sulfate de soude, qui ne joue aucun rôle, ou, du moins, qu'un très-faible rôle dans l'action chimique destinée à produire le dégagement électrique, mais dont la présence est nécessaire pour donner lieu, avec le bichromate et l'acide sulfurique, à un de ces composés *solides* d'acides sulfurique et chromique, découverts par Gay-Lussac et pouvant seuls fournir la solution immédiate du problème que MM. Voisin et Dronier s'étaient proposé.

Ce sel, en effet, peut être, en quelque sorte, considéré comme un *porte-acide*, et, quand il est entré en combinaison à l'état solide avec sept équivalents d'acide sulfurique et un équivalent de bichromate de potasse, le produit se trouve dédoublé au contact de l'eau et les acides sulfurique et chromique deviennent alors libres, comme si la solution était faite directement avec de l'acide sulfurique.

On peut voir, d'après la formule de composition de ce sel, qu'il renferme le nombre d'équivalents d'acide sulfurique nécessaire pour pouvoir employer tout l'oxygène utilisable de l'acide chromique, de façon à avoir, après épuisement complet de la pile, un sulfate double de potasse et de chrome, qui n'est pas de l'alun de chrome, puisque l'oxyde de chrome, qui se forme alors à l'électrode négative, est du protoxyde de chrome et non du sesquioxyde. Le liquide, en effet, après un certain temps de travail de la pile, devient verdâtre d'abord, puis de plus en plus bleu, sans laisser se déposer de cristaux violets d'alun de chrome, et les charbons ne sont jamais recouverts d'aucun dépôt de sel de chrome. MM. Voisin et Dronier pensent qu'après la fabrication de leur sel sa formule devient :

$$(KO.2SO^3) + (NaO.2SO^3) + 2\,(CrO^3.2SO^3) + 7HO.$$

Les proportions indiquées par MM. Voisin et Dronier, pour la solution de ces sels, sont de 20 grammes de sel pour 100 grammes d'eau, c'est-à-dire que le sel doit entrer dans la solution pour un cinquième du poids de l'eau. Il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en résulte que les différents éléments constituants de cette solution y sont représentés dans les proportions suivantes :

Eau.	83,33
Acide sulfurique.	9,83
Bichromate.	4,50
Sulfate de soude.	2,33
	99,99

Toutefois ces proportions doivent varier, suivant le service qu'on demande à la pile. Si l'effet produit doit être durable, c'est-à-dire si la pile doit agir pendant longtemps d'une manière plus ou moins continue, on a avantage à ne pas employer des solutions trop riches en sel, car la force électro-motrice moyenne n'en est pas pour cela augmentée, comme je l'ai reconnu moi-même, et, d'après les recherches de MM. Voisin et Dronier, la consommation du zinc et l'affaiblissement de la solution en bichromate sont plus considérables, dans un temps donné, avec les solutions riches qu'avec les solutions pauvres. Mais, si l'on demande à la pile une action immédiate plus énergique, il est certain que les solutions les plus riches en bichromate et en acide sont celles qui fournissent le plus d'effet, ainsi que je l'ai constaté par des expériences directes.

On pourrait peut-être attribuer les effets contradictoires, dont nous venons de parler, à l'action de l'alun de chrome qui, du moment où son effet polarisateur est produit, peut agir efficacement, et dans le même sens que le bichromate, par rapport au développement de la force électro-motrice qui est créée. Ce sel, en effet, peut développer lui-même, ainsi que je l'ai constaté, une force électro-motrice très-voisine de celle de l'élément de Daniell dans les premiers moments de son action, et cette force résulte de la désoxydation partielle du sesquioxyde de chrome du sulfate de chrome contenu dans l'alun ou de la transformation de ce sel en sulfate double de potasse et de chrome. Or, il résulte de cette double réaction que le premier effet de bichromate étant produit, ce qui a lieu dans les premiers instants de l'action de la pile, celle-ci reste dans des conditions à peu près invariables, qu'elle ait été primitivement chargée avec une plus ou moins grande quantité de bichromate; seulement, il y aura eu une plus grande consommation de bichromate dans un cas que dans l'autre, consommation qui aura eu pour effet de fournir, au premier moment, une plus grande action électrique et, par suite, une plus grande usure du zinc. De plus, si la solution est combinée de manière à mieux utiliser l'oxygène de l'acide chromique, comme cela a lieu avec la solution de MM. Voisin et Dronier, on peut comprendre facilement qu'on devra retrouver dans les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résidus de cette solution, au bout d'un temps donné, plus de bichromate que dans une solution où l'oxygène de l'acide chromique sera plus vite absorbé.

Quoi qu'il en soit, il résulte des expériences nombreuses que j'ai entreprises sur les piles à bichromate, expériences dont les résultats sont consignés dans un rapport volumineux que j'avais fait pour l'Administration des lignes télégraphiques et que je joins au présent rapport comme documents à l'appui, que les piles à sable de Chutaux, au bout d'un mois de service, développent une force électro-motrice plus grande avec la solution saline de MM. Voisin et Dronier qu'avec la solution à bichromate acidulé, qui est pourtant plus riche en bichromate et en acide sulfurique. En même temps, la constance en est plus grande, surtout quand la pile n'est pas très-bien entretenue de liquide, et on y trouve une plus grande homogénéité de composition dans le liquide.

La valeur de la force électro-motrice d'une pile à sable de Chutaux, excitée avec la solution de MM. Voisin et Dronier, peut être représentée par 1,97, la force électro-motrice de la pile de Daniell étant 1, et la résistance moyenne est d'environ 900 mètres de fil télégraphique de 4 millimètres, pour une résistance de circuit extérieur de 12 kilomètres par élément. Avec une pareille résistance de circuit extérieur, et en supposant la pile bien entretenue de liquide, c'est-à-dire avec un écoulement de 64 centimètres par jour, l'intensité et la force électro-motrice de la pile ont pu rester constantes pendant neuf jours de suite, le circuit étant fermé d'une manière continue; c'est un très-beau résultat.

Le prix d'entretien d'une pareille pile, d'après les valeurs courantes des éléments qui entrent dans sa confection, et en admettant que les liquides passent quatre fois de suite à travers la pile, ce qui peut être fait sans aucun inconvénient en raison de l'action utile de l'alun de chrome, peut être évalué à 1 fr. 28 par an et par élément, pour un travail intermittent n'entraînant qu'une fermeture de circuit de 6 heures par jour et le circuit comportant une résistance de 12 kilomètres par élément; dans ce prix, la dépense du zinc entre pour 36 centimes. Mais, s'il s'agit d'un travail plus considérable et d'un circuit de faible résistance, la dépense peut être portée jusqu'à 4 fr. 26, celle du zinc s'élevant alors à 58 centimes. Du reste, cette dépense en zinc, même quand la pile ne fonctionne pas, est représentée, au minimum, par 200 grammes par an, et c'est la solution de MM. Voisin et Dronier qui en consomme le moins.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quoi qu'il en soit, voici comment MM. Voisin et Dronier préparent leur sel. Ils commencent par dissoudre à chaud le sulfate de soude dans l'acide sulfurique, et ils y ajoutent ensuite lentement le bichromate. Le refroidissement entraîne la solidification de la masse, et ils la coulent, avant ce refroidissement, dans des moules disposés de manière qu'elle puisse en être facilement retirée. Cette masse est ensuite divisée en menus fragments ou pulvérisée, et elle se présente alors avec une couleur d'un rouge vermillon plus ou moins intense. Cette fabrication, toutefois, exige certains tours de main et certaines connaissances chimiques spéciales à ce genre de produits, sans lesquels on ne peut obtenir une bonne réussite. Le plus souvent, en effet, on obtient, au lieu d'un sel solide, une espèce de pâte sirupeuse, dont la composition n'est jamais homogène et qui ne réunit pas les avantages dont nous avons précédemment parlé.

Je n'insisterai pas, Messieurs, sur les détails des expériences que j'ai entreprises pour étudier l'action du liquide excitateur de MM. Voisin et Dronier dans les piles à sable de Chutaux; ils ont été longuement développés et discutés dans le travail dont j'ai parlé et qui a été publié par MM. Voisin et Dronier. Je dirai seulement, pour terminer ce rapport, que la pile au bichromate de potasse réunit en elle quatre systèmes de réactions chimiques agissant dans un même sens, et une cinquième malheureusement assez énergique qui agit en sens contraire. Cette dernière est celle qui a pour résultat la formation de l'alun de chrome à l'électrode négative, par suite de l'oxydation (aux dépens de l'acide chromique) du chrome déposé à cette électrode et de sa combinaison avec l'acide sulfurique et le sulfate de potasse résultant de la réduction du bichromate.

Les quatre autres réactions sont : 1° l'oxydation du zinc; 2° la réduction du bichromate par l'hydrogène provenant de cette oxydation; 3° la transformation du sulfate de sesquioxyde de chrome en sulfate de protoxyde; 4° la réduction partielle du sulfate de potasse. On comprend, d'après cela, pourquoi les effets de cette pile sont si complexes et quelquefois même contradictoires.

En raison du perfectionnement important que MM. Voisin et Dronier ont apporté aux piles à bichromate de potasse, en rendant leur action plus constante et leur chargement facile au moyen de la dissolution d'un sel solide dont la composition comporte l'utilisation complète de l'acide chromique du bichromate, votre comité des arts économiques vous prie, Messieurs, de décider que des remercîments soient adressés à MM. Voisin et Dronier pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leur intéressante communication et que le présent rapport soit inséré au *Bulletin*.

Signé TH. DU MONCEL, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 8 novembre 1872.

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. SALVETAT, *au nom du comité des arts chimiques, sur les* COULEURS VITRIFIABLES *en tube, broyées à l'eau ou à l'essence, présentées par* M. LACROIX, *chimiste, à Paris, 4, rue Parmentier.*

Messieurs, M. Lacroix, membre de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, vous a soumis de nombreux spécimens de sa fabrication; elle consiste dans la préparation des couleurs employées sur porcelaine, sur faïence, sur verre et sur cristaux.

On sait que généralement les couleurs, qu'elles soient vitrifiables ou non, sont vendues sous forme de poudre réduite après une porphyrisation complète à l'état de poussière impalpable. Avant le commencement de l'année, les couleurs vitrifiables ne souffraient aucune exception à cette règle, et celles dont se servent les décorateurs céramiques étaient toutes livrées au consommateur à l'état de poussière broyée et séchée.

Le broyage final n'est devenu nécessaire que depuis une dizaine d'années devant la concurrence étrangère qui put livrer, au même prix que les couleurs simplement pulvérisées, les mêmes matières tout à fait porphyrisées. Cette dernière préparation s'exécute actuellement pour toutes les couleurs que la clientèle réclame, et c'est un perfectionnement important; le broyage peut se faire à la main ou mécaniquement et, dans tous les cas, il exige une grande propreté.

Vous connaissez, par un rapport ancien déjà, l'installation de M. Lacroix; nous n'avons donc pas à y revenir; nous vous entretiendrons seulement de la transformation des couleurs sèches en pâtes plus ou moins fermes, aqueuses ou huileuses suivant les cas.

Il nous semble inutile d'insister sur les avantages que retirent les peintres ou les architectes de la préparation généralement adoptée pour les couleurs à l'huile, qu'on vend enfermées dans des vessies ou des tubes métalliques

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un volume déterminé, ou pour les couleurs à l'aquarelle qui sont livrées au commerce sous forme de pains ou de pastilles; on évite ainsi toute peine aux artistes dont le temps est généralement précieux, soit pendant l'exécution de leurs travaux, soit encore pendant les loisirs consacrés à l'étude.

Dans la peinture vitrifiable, il est un autre inconvénient auquel il est bon de parer; c'est le contact avec l'essence de térébenthine qui sert de délayant, qu'il est utile d'employer pendant le dernier broyage en grand excès; elle se volatilise alors dans l'atelier et vicie l'atmosphère, en y répandant une odeur souvent très-forte d'essence insupportable aux personnes nerveuses.

A la date du 22 septembre 1871, M. E. Dumas prit un brevet d'invention pour la substitution des couleurs vitrifiables en poudre, habituellement employées par l'industrie pour la peinture sur faïence ou le verre, qui se mélangent au moment de l'application avec des essences volatiles et odorantes à toutes couleurs vitrifiables qui seront livrées à la consommation sous forme de pâtes molles contenues dans des tubes en étain ou des vessies, comme les couleurs préparées pour la peinture à l'huile, ou des pâtes dures ou tablettes ou bâtons comme pour l'aquarelle, et ayant pour base de préparation un mucilage soluble dans l'eau.

M. Lacroix, de son côté, s'est trouvé conduit à faire usage des tubes en étain pour la préparation des couleurs vitrifiables additionnées, pour l'emploi, d'essence maigre de térébenthine, d'essence grasse ou d'essence de lavande suivant les procédés ordinaires; il s'est fait breveter à la date du 25 janvier 1872.

M. E. Dumas a cédé la licence de son brevet à M. Lacroix, mieux placé que lui-même pour en tirer parti.

C'est l'ensemble de ces préparations, sans essences ou avec essences, sur lesquelles M. Lacroix appelle aujourd'hui l'attention de la Société.

Ici la qualité des couleurs ne saurait être mise en cause; mais il faut admettre que tout au moins les qualités ne seront pas altérées, que le broyage sera bien fait, et que les mixtures auxquelles on aura recours n'introduiront aucun principe nuisible.

Si, depuis longtemps, l'usage des couleurs en tubes pour la peinture à l'huile ou en pains pour la peinture à l'aquarelle s'est imposé dans les ateliers, c'est que la couleur se montre de suite avec ses qualités de ton, de broyage, d'empâtement recherchées de l'artiste; la gerçure dans la peinture à l'huile ne se décèle, d'ailleurs, qu'au bout d'un temps parfois très-long et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut être attribuée tout autant à des préparations défectueuses qu'à des méthodes de superpositions vicieuses.

Dans la peinture vitrifiable, au contraire, les altérations dans la couleur ne se peuvent faire reconnaître qu'après la cuisson et souvent elles se manifestent par des accidents quelquefois irréparables; il y a donc à craindre dans l'adoption de ces sortes de couleurs, de la part des artistes, quelques hésitations.

Nul doute, cependant, que, dans une multitude de cas, les couleurs en tubes ne rendent de grands services dans les ateliers, dans les écoles, entre les mains même de gens du monde qui, désirant utiliser leurs loisirs, ajoutent, aux méthodes et moyens d'employer leur temps, la peinture en couleurs vitrifiables.

M. Lacroix adopte, pour les différents usages et les destinations variées de ses produits, des formes simples; les tubes se vendent séparément, de grande ou de petite dimension; une étiquette blanche indique le nom de la couleur, un papier coloré sert pour en faire distinguer la nuance à première vue; les assortiments plus ou moins complets sont vendus dans des boîtes plus ou moins grandes, plus ou moins soignées; ils sont isolés ou accompagnés, au goût du consommateur, de tous ou des principaux ustensiles et accessoires dont le peintre fait usage, pinceaux, putois, couteau à palette en acier, en corne, en ivoire.

On se sert de ces tubes comme des tubes ordinaires; après avoir dévissé le haut du tube qui ferme le tout, on comprime la partie cylindrique par une légère pression pour faire sortir la quantité jugée nécessaire, et, si pendant le travail la couleur s'épaissit, on y ajoute de l'essence distillée pour la ramener au point convenable, ou de l'eau dans le cas de mixture telle que le miel ou la colle de peau.

Votre comité des arts chimiques a pensé que, sous la forme variée adoptée par M. Lacroix, l'invention qui lui est soumise est très-intéressante et qu'il peut être utile de la faire connaître par la voie du *Bulletin*.

En conséquence, il a l'honneur de vous proposer de remercier M. Lacroix de sa communication et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé SALVETAT, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 22 *novembre* 1872.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INSTRUMENTS DE PRÉCISION.

RAPPORT *fait par* M. DE LA GOURNERIE, *au nom du comité des arts économiques, sur un* DOUBLE DÉCIMÈTRE PERFECTIONNÉ, *présenté par* M. CASTELNAU, *rue de Rennes,* 156, *à Paris.*

Messieurs, M. Castelnau, qui s'est déjà fait connaître avantageusement à la Société (1), vous a présenté un double décimètre perfectionné.

Cousinery a consacré au double décimètre quelques pages pleines d'intérêt dans son ouvrage sur *le calcul par le trait*, publié en 1839. Il a montré, notamment, qu'à l'aide des divisions correspondantes des échelles établies sur les deux bords parallèles, on peut mener des perpendiculaires et des parallèles à des droites données, mesurer des perpendiculaires sans les tracer, et, par suite, résoudre rapidement un grand nombre de problèmes de géométrie élémentaire. L'instrument que le savant ingénieur recommande est en corne moulée ou mieux en écaille blonde; sa largeur est exactement de 4 centimètres. Il porte au verso une série de lignes parallèles distantes entre elles d'un millimètre, d'où résulte une échelle transversale qui occupe toute la longueur de l'instrument. Cette échelle sert à mesurer les droites recouvertes.

Le double décimètre de Cousinery a été peu remarqué. Je ne crois pas que les dessinateurs en aient fait usage. Celui que M. Castelnau vous a présenté est en bois, et, par suite, ne se prête pas aux opérations où la transparence est nécessaire. Sa largeur a été portée à 6 centimètres, afin que les droites qui passent par les divisions correspondantes des échelles se trouvent déterminées avec plus d'exactitude. Ces droites sont tracées de centimètre en centimètre sur toute la largeur de la règle.

L'instrument porte une ligne de foi sur son milieu; il est taillé carrément à l'une de ses extrémités; de sorte qu'on peut le faire glisser sur la feuille de dessin en l'appuyant contre une règle. L'autre extrémité porte un rapporteur évidé qui sert à mesurer les angles et à décrire des arcs de cercle.

Une échelle de réduction est placée sur le verso.

(1) M. Castelnau a reçu une médaille de platine, en 1867, pour un ouvrage didactique de géométrie élémentaire. (Voy. *Bulletin* de 1867, 2e série, t. XIV, p. 94 et 309.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le double décimètre de M. Castelnau permet à un élève de tracer, d'une manière régulière et suffisamment exacte, toutes les figures de la géométrie élémentaire. Il dispense de l'étui de mathématique pour les premières études. Nous le croyons destiné à rendre des services à l'enseignement. Cet instrument paraît aussi devoir être utile pour certains dessins de l'architecture et de l'arpentage qui n'exigent pas une grande exactitude.

Votre comité des arts économiques a l'honneur de vous proposer de remercier M. Castelnau de sa communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé J. DE LA GOURNERIE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 13 *décembre* 1872.

ARTS CHIMIQUES.

NOTE SUR LA PRÉSENCE DU PHOSPHORE DANS LES CENDRES DE LA HOUILLE,

Par MM. LE CHATELIER, inspecteur général des Mines, membre du Conseil, et LÉON DURAND-CLAYE, ingénieur des Ponts et Chaussées (1).

Les auteurs qui traitent de la chimie minérale, de la métallurgie ou de la géologie se bornent, en général, ou tout au moins en France, à donner la proportion des cendres de la houille, ou leur composition sommaire. Nous avons pensé qu'il y aurait intérêt à rechercher si l'acide phosphorique s'y trouve en quantité notable; les progrès de la métallurgie qui ont conduit à fabriquer l'acier, sur une énorme échelle, dans le convertisseur Bessemer et dans le four Siemens, nécessitent la production de fontes très-pures contenant au plus cinq à six dix-millièmes de phosphore. En outre, l'agriculture apprend à connaître, chaque jour davantage, la nécessité de restituer au sol les éléments minéraux de la fertilisation et notamment l'acide phosphorique; les cendres de houille sont généralement recherchées par les cultivateurs, et

---

(1) Communication faite dans la séance du 24 janvier 1873.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il importait de constater si, indépendamment de leur action mécanique ou physique, elles ne jouaient pas, dans le sol, un rôle chimique de quelque importance.

M. Berthier, dans son *traité des essais par la voie sèche*, mentionne seulement que l'*on trouve quelquefois dans la houille des rognons de sulfate de chaux*. M. Rivot, dans sa *Docimastie*, après avoir énuméré les substances qui forment la composition habituelle des cendres de houille, ajoute : « *plus rarement elles* « *renferment un peu d'arséniates et de phosphates de chaux et d'oxydes de* « *fer.* »

MM. Regnault et de Marsilly, qui ont inséré dans les Annales des mines des Mémoires très-importants sur les combustibles minéraux, n'ont pas donné la composition élémentaire des cendres.

M. le Dr Percy, dans son traité de métallurgie, t. I, donne, sans commentaires, plusieurs analyses de cendres de houille, que nous reproduisons et qui dénotent la présence de l'acide phosphorique en quantités très-notables.

Les nos 1 à 4 sont des houilles de Dowlais, 5 de Pontypool, 6 d'Ebbwale, et 7 du comité de Fife, en Écosse; pour les trois derniers numéros, les quantités de cendres dans la houille ne sont pas indiquées :

	1	2	3	4	5	6	7
Silice	35,73	24,18	37,61	39,64	40,90	53,00	37,60
Alumine	41,11	20,82	38,48	39,20	44,78	35,01	52,00
Sesquioxyde de fer	11,15	26,00	14,78	11,84			
Chaux	2,75	9,38	2,53	1,81	12,00	3,94	3,73
Magnésie	2,65	9,74	2,71	2,58	traces	2,20	1,10
Oxyde de manganèse	»	»	»	»	»	»	»
Acide sulfurique	4,45	8,37	0,29	traces	2,22	4,89	4,14
Acide phosphorique	0,99	0,21	2,00	3,01	0,75	0,88	0,88
Sulfure de fer (Fe S)	»	0,38	»	»	»	»	»
Total	98,83	99,08	98,40	98,08	99,75	99,92	99,45
Proportion des cendres	1,20 %	2,00 %	3,32 %	7,18 %	»	»	»

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces résultats isolés, les seuls venus tout d'abord à notre connaissance, avaient suffi pour nous montrer toute l'importance du sujet qui avait fixé notre attention. Nous nous sommes procuré des échantillons de houilles provenant de deux bassins houillers français, très-distincts par leur nature géologique et par leur position géographique, et l'un de nous a procédé à l'examen de la composition des cendres au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées.

Le premier de ces deux bassins a fourni trois échantillons :

N° 1. Houille en morceaux choisis;

N° 2. Houille menue lavée;

N° 3. Coke de houille lavée.

Le second bassin a fourni cinq échantillons, n^os^ 4 à 8, obtenus chacun par la pulvérisation d'une tonne de charbon tout venant, de façon à obtenir des moyennes.

	1	2	3
Silice	47,30	48,85	47,10
Alumine	27,30	44,90	43,35
Peroxyde de fer	10,00		
Chaux	6,30	1,40	1,15
Magnésie	0,90	0,70	0,30
Acide phosphorique	1,00	0,20	0,75
Acide sulfurique	1,10	0,95	1,15
Produits non dosés	6,10	3,00	6,20
	100,00	100,00	100,00
Proportion des cendres	2,90 %	4,91 %	11,91 %

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	4	5	6	7	8
Résidu insoluble dans les acides.	73,10	81,10	91,80	64,40	81,10
Peroxyde de fer.	2,20	3,90	2,40	8,30	3,60
Chaux.	12,90	7,70	2,20	14,30	7,90
Magnésie.	1,37	0,90	1,26	0,95	1,44
Soufre.	1,93	2,30	0,73	2,55	1,64
Acide phosphorique.	1,35	1,12	0,74	1,50	1,28
Produits non dosés.	7,15	2,98	0,87	8,00	3,04
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Proportion des cendres. . . .	5,30 %	6,17 %	13,27 %	9,71 %	5,80 %

Nous nous proposions de compléter ces recherches par l'examen de quelques nouveaux échantillons, lorsque M. l'ingénieur en chef des mines Delesse nous a communiqué une nouvelle série d'analyses de cendres de houille, relevées par lui dans un ouvrage américain récemment arrivé en France, *Geological Survey of Ohio. — Report of Progress in* 1870. — *Columbia,* 1871.

Nous reproduisons ces analyses complètes :

	1	2	3	4	5
Silice.	58,75	55,10	49,10	44,60	37,40
Sesquioxyde de fer.	2,09	13,33	3,68	7,40	9,73
Alumine.	35,30	27,10	38,60	41,10	40,77
Chaux.	1,20	1,85	4,53	3,61	6,27
Magnésie.	0,68	0,27	0,16	1,28	1,60
Potasse et soude.	1,08	1,00	1,10	1,82	1,29
Acide phosphorique.	0,13	0,41	2,23	0,29	0,51
Acide sulfurique.	0,24	0,58	0,07	0,58	1,99
Soufre combiné.	0,41	0,22	0,14	0,03	0,08
Chlore.	traces	traces	traces	»	»
	99,88	99,86	99,61	100,71	99,64
Proportion des cendres. . . .	5,15 %	7,94 %	3,34 %	2,37 %	7,67 %

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Hervé Mangon nous a enfin signalé un certain nombre d'analyses extraites du « *Rapport sur la houille employée dans la navigation à vapeur, par Sir H. de la Bèche et le Dr L. Playfair.* » Voici, pour les cendres des houilles de sept provenances distinctes, en Angleterre, les teneurs en acides sulfurique et phosphorique :

POUR 100 DE CENDRES.	1	2	3	4	5	6	7
Acide phosphorique.	0,75	0,74	0,63	0,88	0,88	1,18	0,40
Acide sulfurique.	2,22	7,23	4,12	4,59	4,14	8,38	3,84

En présence de résultats aussi nombreux, aussi variés et aussi constants, il ne nous a pas paru nécessaire de continuer le travail d'inventaire que nous avions commencé; il reste suffisamment établi que c'est à tort qu'on néglige aussi généralement de rechercher l'acide phosphorique dans les cendres de la houille, et nous nous bornons à signaler le fait aux intéressés.

Cette substance, aussi nuisible dans la fabrication de la fonte qu'utile dans l'agriculture, se trouve dans la houille et dans le coke, en proportions telles que le plus souvent on ne peut pas en négliger l'influence.

Si l'on suppose une houille contenant 8 pour 100 de cendres, par exemple, et rendant 65 pour 100 de coke, la cendre contenant 1 1/2 pour 100 d'acide phosphorique, 1200 kil. de coke nécessaires pour produire une tonne de fonte contiendront 2k,21 d'acide phosphorique ou 0k,966 de phosphore qui s'ajouteront dans la fonte à celui que fournissent le minerai et la castine; du fait du coke, la fonte contiendrait plus de 0,0009 de phosphore et pourrait devenir impropre à la fabrication de l'acier. On sait, en effet, que tout le phosphore contenu dans le lit de fusion d'un haut fourneau passe dans la fonte.

D'autre part, une tonne de cendres, provenant de cette même houille, contiendra 15 kil. d'acide phosphorique, lequel, compté à 0 fr. 35 le kilog., comme on le fait ordinairement pour les phosphates minéraux, représente pour l'agriculteur une valeur de 5 fr. 25. Si l'on ajoute à la teneur en phosphate celle en sulfate de chaux, en alcalis, etc., la propriété de fixer les engrais solubles, de diviser les terres fortes, on n'hésitera pas à reconnaître que la cendre de houille formera, dans beaucoup de cas, un amendement précieux, comme on le sait d'ailleurs, mais sans avoir peut-être suffisam-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment analysé les causes de son action. Nous n'insisterons pas sur ce point; nous nous bornerons à citer la réponse faite, par l'un des directeurs de houillières à qui nous avons demandé des échantillons, à l'envoi des analyses qui le concernaient : « Vous savez certainement que les cendres de houille sont « employées en agriculture; les nôtres ont d'excellents effets sur les prés dont « la sole se gâte. Elles la rétablissent et l'améliorent visiblement. Nous vous « en devons l'explication que nous avions inutilement cherchée jusqu'ici. « C'est évidemment le phosphore. »

ART DES MINES.

NOTES DE VOYAGE EN GALICIE. — LES GRANDES SALINES DE POLOGNE; LES GISEMENTS DE GYPSE, DE SOUFRE ET DE PÉTROLE, PAR M. ÉMILE HEURTEAU,

Ingénieur au corps des mines.

Introduction.

Les grandes salines de Pologne et de Transylvanie jouissent, depuis plusieurs siècles, d'une réputation légendaire. Le développement grandiose des travaux, l'immensité des chambres taillées dans la roche de sel, l'aspect fantastique des voûtes reflétant sur leurs mille facettes les lumières des torches, ont, depuis longtemps, attiré à Wieliska de nombreux, et souvent d'illustres visiteurs, dont l'imagination, frappée par une mise en scène ingénieuse, s'est répandue en merveilleux récits. Au point de vue scientifique et industriel, la description de ces dépôts salins, des terrains qui les renferment, et des méthodes d'exploitation en usage, a été faite souvent et avec détails. Il n'y aurait pas lieu d'y revenir, si des faits récents n'étaient venus donner à l'étude de ces gisements un nouvel intérêt. La découverte des sources de pétrole sur le versant septentrional des Carpathes, au voisinage du sel, a donné naissance à une industrie qui a pris, en quelques années, un prodigieux développement. Plus récemment encore, l'existence des sels de potasse et de magnésie a été constatée dans l'une des salines de cette région, à Kaluez, et l'on sait quel puissant intérêt l'agriculture et l'industrie attachent à la découverte de ces sels alcalins. C'en est assez pour attirer de nouveau, sur ces contrées peu connues, l'attention du monde industriel.

Nous avons eu l'occasion de visiter, en 1869, le plus grand nombre de ces exploitations salines qui s'étendent, sur le versant septentrional des Carpathes et au pied de leurs derniers escarpements, depuis Cracovie jusqu'en Bukowine et en Transylvanie. Les nombreuses salines qui s'échelonnent sur cette longue ligne, les gisements de sels alcalins que l'on vient de découvrir à leur contact, les sources de pétrole qui jaillissent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans leur voisinage, les exploitations de gypse, de soufre et d'eaux minérales qui leur sont étroitement liées, semblent former un système complet. Ce vaste champ d'études, ouvert aux recherches industrielles comme aux spéculations scientifiques, est bien loin aujourd'hui d'être entièrement exploré; à peine est-il reconnu sur quelques points; les lois générales suivant lesquelles est constitué cet ensemble sont encore presque entièrement ignorées, et il serait téméraire d'en entreprendre aujourd'hui une étude complète et rationnelle. Nous nous bornerons donc à faire connaître l'état actuel des travaux et des recherches dans les principaux centres d'exploitation de cette région, en les décrivant sommairement tels que nous les avons visités en 1869.

Comme nous l'avons dit plus haut, les salines s'alignent au pied des Carpathes, depuis les environs de Cracovie jusqu'en Bukowine; auprès d'elles sont groupés les gisements de pétrole, de gypse, de sels alcalins. Nous parcourrons sommairement, en même temps que leur constitution et leur caractère géologique, l'état industriel de leur exploitation et les méthodes qui y sont en usage. Nous verrons enfin si de cette suite d'observations nous pouvons dégager quelques idées générales sur l'origine de ces gisements, sur leur nature et sur les lois qui président à leur répartition.

Nous suivrons, dans cette description, l'ordre géographique. Nous étudierons d'abord les grandes exploitations des environs de Cracovie, Wieliska, Bochnia et Szwoszowice; puis nous suivrons le pied des Carpathes pour visiter les salines de la Galicie orientale : Barijelaw, Stebnik et Kalucz.

I.

Environs de Cracovie. — Wieliska. — Bochnia. — Szwoszowice.

Sur la rive droite de la Vistule, au sud et au sud-est de Cracovie, s'étend une bande de terrain tertiaire, courant du nord-ouest au sud-est, large de 12 kilomètres environ, et occupée par une série de collines rosées, couvertes d'alluvions fertiles. Ce lambeau tertiaire, formé de couches argileuses plongeant vers le sud, repose au nord sur le calcaire corallien dont les premières couches apparaissent aux portes de Cracovie; au sud il vient buter contre les premiers escarpements des grès des Carpathes, au pied desquels s'étend une bande étroite de formation néocomienne.

Les terrains qui forment ce bassin sont presque partout cachés par une épaisse couche alluvienne de leuss, sous laquelle ils affleurent au jour à Bochnia, à Padgarze et à Szwoszowice. Les rares fossiles que l'on y rencontre ont permis à M. Zeuschner de les rapporter à la formation pliocène. C'est au milieu des argiles et des marnes qui les composent que l'on rencontre les puissants amas de sel exploités à Wieliska et à Bochnia. A la partie supérieure de cette formation appartiennent les amas de gypse, reconnus au-dessus du sel à Bochnia et Wieliska et exploités à Aadgarza, aux portes de Cracovie; enfin, ces couches de gypse, intercalées à la partie supérieure des argiles, sont accompagnées, à Szwoszowice, de masses de soufre natif qui y donnent lieu à une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exploitation considérable. Ces trois centres d'exploitation, Wieliska, Bochnia, Szwoszowice, forment un groupe intéressant; nous allons décrire et étudier chacun d'eux avec quelques détails.

1° *Wieliska.*

Des grandes salines de Pologne, les mines de Wieliska sont les plus illustres. Comme presque toutes celles du pays, elles appartiennent au Gouvernement autrichien; leur exploitation ressortit du Ministère des finances. Elles sont surtout connues par les récits des nombreux touristes, qu'ont émerveillés les vastes salles taillées dans le sel, les chapelles peuplées de statues sculptées dans la roche, les lacs souterrains qui s'engouffrent sous des voûtes immenses et mystérieuses. Deux fois par semaine, la mine est ouverte aux visiteurs que le chemin de fer amène de Cracovie; suivant les prix d'un tarif affiché à l'entrée des puits, ils peuvent se donner le plaisir de voir les feux d'artifice et les lueurs de Bengale éclairer les grandes salles de sel, et d'entendre un orchestre de musiciens réveiller les longs échos des voûtes. Laissons à d'autres le soin de narrer ces merveilles et dégageons-nous de cette fantasmagorie pour aborder l'examen du gîte et des conditions de son exploitation.

Après avoir traversé des alternances de sables, d'argiles jaunes plus ou moins sablonneuses, et de couches de gravier, on rencontre à Wieliska une puissante formation salifère, désignée par les Allemands sous le nom d'*Haselgebirge*. C'est une masse marneuse, d'un brun très-foncé, très-fortement chargée de sel, sillonnée par des veines irrégulières contournées d'anhydrite, et par des couches de marnes bariolées, ou d'argiles foncées miroitantes. On ne peut mieux donner l'idée de cette formation qu'en la comparant à une sorte de boue noire, prise en masse, fortement imprégnée de sel, et empâtant des fragments de sel plus ou moins pur ou mélangé d'argile.

On rencontre au sein de cette masse des fragments de lignite, et aussi quelques rares fossiles, qui, d'après le savant professeur de l'Université de Varsovie, M. Zeuschner, caractérisent la formation subapennine de l'époque pliocène (1). Toute cette formation salifère est très-inclinée plongeant au sud; au-dessus d'elle, au sud de Wieliska, apparaissent des amas de gypse, dont le prolongement est exploité à Padgarze, et que nous retrouverons lorsque nous décrirons les dépôts de soufre exploités à Szwoszowice.

Cette masse d'*Haselgebirge* est, tout entière, fortement imprégnée de sel; cependant on doit y distinguer plusieurs parties plus riches, où le sel s'est concentré de manière à former une roche de sel gemme presque pur. Ces amas de sel gemme ne forment pas,

---

(1) Voir le mémoire de M. Zeuschner : Uber die Verschiedenheit der Ensthesung der Salzablagerungen in den Carpathen und in Salzburger Alpen. — Jarhrbuch des K. K. Geologischen Reichsanstalt. — Année 1850, page 234.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à proprement parler, des couches régulières; ce sont simplement des dépôts condensés au milieu des bancs salifères et dont l'ensemble arrive parfois à former des sortes de couches continues. Ce sont ces masses de sel gemme isolées au milieu de la formation salifère que l'on exploite à Wieliska.

Ces amas de sel gemme forment trois variétés distinctes, qui diffèrent entre elles par leur nature minéralogique et par leur degré de pureté, ainsi que par les conditions de leur gisement. Ces trois variétés sont désignées à Wieliska sous les noms de *Grünsalz*, *Spizasalz* et *Schibikersalz*.

Le *Grünsalz* forme la variété la moins pure. Il se présente sous la forme d'une masse foncée à gros grains contenant, emprisonnées, de nombreuses parties d'argile. Cette variété se rencontre à la partie supérieure de l'Haselgebirge, dans le voisinage des sables diluviens qui recouvrent la formation. Elle forme d'immenses lentilles ellipsoïdales, disséminées irrégulièrement au milieu de la masse salifère. Chacune de ces lentilles cube plusieurs milliers de mètres cubes; leur exploitation a donné lieu à ces salles immenses dont les dimensions grandioses frappent l'imagination des visiteurs.

Au-dessous de ces lentilles de *Grünsalz* se trouvent les amas de *Spizasalz,* puis de *Schibikersalz,* non plus disséminés irrégulièrement au milieu de l'Haselgebirge, mais formant, par leur continuité, des couches à peu près régulières, dirigées du nord-ouest au sud-est, plongeant au sud-ouest et dont la puissance varie de 1 à 3 mètres et jusqu'à 4 mètres. Le *Spizasalz*, quelquefois nommé aussi *Anhydritersalz,* est encore un peu impur. Il contient des veines de marne et d'anhydrite qui sillonnent la couche et de petits grains de quartz interposés. Le *Schibikersalz,* qui vient au-dessous, est, au contraire, presque chimiquement pur, translucide et d'une blancheur parfaite. L'intervalle qui sépare ces deux formations est de 3 à 4 mètres. Il est occupé par des couches minces, assez régulières et alternées d'Haselgebirge, de sel plus ou moins pur et d'anhydrite. L'épaisseur de ces veines varie de $0^m,10$ à $0^m,30$; les galeries qui les traversent et sur les parois desquelles elles forment des bandes régulières permettent d'en étudier facilement la succession. Enfin, au-dessous du Schibikersalz on retrouve l'Haselgebirge, d'abord très-chargé de sel et sillonné par des veines de sel gemme, mais qui s'appauvrit d'une manière continue, jusqu'à ce qu'enfin le sel disparaisse. Dans cette partie, au mur de la couche de Schibikersalz, l'Haselgebirge et les veines de sel gemme elles-mêmes sont chargées de matières bitumineuses; leur cassure fraîche dégage une odeur empyreumatique; des fragments de lignite sont empâtés dans la masse.

En résumé, au cours de cette description sommaire, la formation salifère de Wieliska nous apparaît sous la forme d'une puissante masse argilo-marneuse, imprégnée de sel, soit cristallisé en gros grains, soit condensé en roche amorphe et formant, dans ce dernier cas, au milieu même des argiles salifères, des amas de sel gemme plus ou moins pur. Ces amas de sel gemme sont de deux sortes : 1° à la partie supérieure d'immenses lentilles de sel impur à gros grains, disséminées irrégulièrement au milieu de la masse salifère; c'est le *Grünsalz :* 2° aux horizons inférieurs des couches semi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

régulières et formant deux étages : celui du *Spizasalz* et celui du *Schibikersalz;* ce dernier est parfaitement pur. Au toit, au mur et dans l'entre-deux de ces couches, la masse est sillonnée par des veines contournées d'anhydrite alternant avec des veines de sel plus ou moins pur.

On a souvent distingué à Wieliska trois étages successifs, dont chacun présenterait la série complète formée par les lentilles de Grünsalz, surmontant une couche de Spizasalz, puis une couche de Schibikersalz. On peut voir; en effet, dans les plans et coupes de la mine, dont une partie a été publiée dans l'atlas géologique de Pûchs, que les travaux d'exploitation ont souvent rencontré le Schibikersalz au-dessus du Spizasalz et même au-dessus des lentilles de Grünsalz, et on a été ainsi conduit à considérer le gîte comme formé par la superposition des trois systèmes, dont chacun présenterait la succession régulière du Grünsalz, du Spizasalz et du Schibikersalz. Mais un examen attentif des plans et la visite consciencieuse de la mine ne nous ont pas permis d'adopter cette hypothèse. Il y a là un système unique : au milieu, des masses d'Haselgebirge sont superposées d'une manière régulière, mais brisées et rejetées par des dislocations postérieures du gîte de manière à présenter souvent, dans leur position relative, les anomalies les plus grandes.

Toute cette formation d'Haselgebirge, ainsi que les couches de sel et les veines d'anhydrite qu'elle renferme, est inclinée de 30 à 45 degrés sur l'horizon et plonge au sud. Si l'on descend de Wieliska vers le sud, on rencontre bientôt les premiers escarpements des Carpathes et l'on voit encore plonger au sud les assises des grès Carpathiques. Il en résulte que les argiles miocènes et pliocènes de Wieliska semblent au premier abord disparaître sous les grès carpathiques, qui appartiennent à la période éocène, et qui sont, par conséquent, plus anciens. Pour expliquer cette anomalie, il faut admettre l'existence d'une faille, qui se serait produite à la fin de la période éocène, entre Wieliska et les Carpathes, et dont la lèvre septentrionale se trouverait affaissée. Pendant tout le cours de cette étude, nous aurons à insister sur l'existence de cette ligne de fracture. Elle s'étend du nord-ouest au sud-est, en suivant le pied des Carpathes; et les dépôts salifères qui s'alignent près de leurs premiers escarpements semblent être venus combler le vide produit par cet affaissement. La considération de cette ligne de fracture a une importance capitale; nous devions la signaler dès le début.

Entre Wieliska et les Carpathes, la formation salifère a été enlevée par des érosions et cet espace est comblé par les alluvions. Des galeries de recherches poussées de ce côté, au toit de la formation salifère, dans l'espoir de trouver des sels de potasse, ont rencontré ces alluvions, formées de sables perméables, et les travaux ont été envahis par l'eau douce qui a inondé les ingénieurs de la mine.

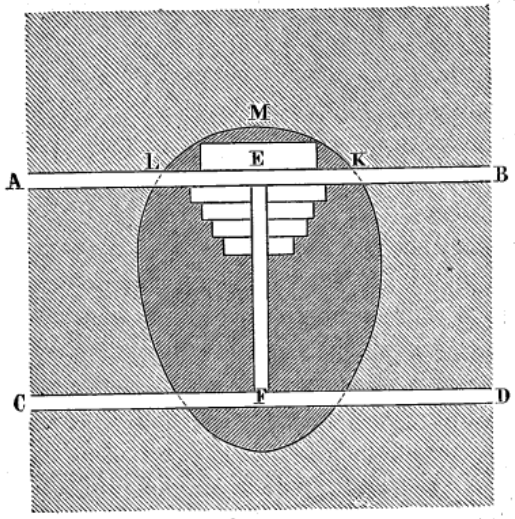
Il ne nous reste plus qu'à décrire brièvement le mode d'exploitation en usage et l'ensemble des travaux.

Le gisement salin de Wieliska est aujourd'hui traversé par sept étages de galeries.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce sont des galeries spacieuses, de section carrée sur 2 mètres de côté, pratiquées dans la masse argileuse sans le secours d'aucun boisage, et dont les parois mouchetées de gros grains de sel empâtés dans la masse ou zébrées par les bandes de sel et d'anhydrite qui la sillonnent brillent à la lumière des lampes. Ce réseau de galeries rencontre, d'une part, les lentilles de Grünsalz, de l'autre les couches de Spizasalz et de Schibikersalz. Les procédés d'abatage varient naturellement en raison de la nature différente de ces deux sortes de gisements.

Pour les lentilles de Grünsalz, l'abatage se fait en pratiquant d'immenses chambres dans ces lentilles mêmes. On opère de la manière suivante : soit une lentille rencontrée par deux galeries AB et CD (fig. ci-contre), d'étages différents. On commence par enlever la calotte LMK, en poussant de part et d'autre de AB, et sur toute la hauteur EM, de larges fronts de taille jusqu'à ce qu'on ait atteint les bords de la lentille. On obtient ainsi une sorte de chambre circulaire; une épaisseur de sel de 1 mètre environ, que l'on laisse au toit, suffit pour assurer la solidité. Cette calotte supérieure une fois enlevée, on fonce de haut en bas un puits vertical EF, autour duquel on s'étend en gradins de manière à enlever successivement une série de couronnes, pour chacune desquelles on procède comme pour la calotte supérieure. L'abatage se fait en taillant dans la roche de grands prismes verticaux de 2 mètres de largeur sur $0^m,50$ de profondeur, et sur une hauteur de 3 à 4 mètres. Les chantiers sont disposés en échelons, de telle sorte que, pour découper chacun de ces prismes, il suffit de faire une sous-cave et une entaille latérale, après quoi l'on peut, avec des coins et des leviers, le détacher et le pousser au vide. Le sel abattu tombe par le puits central dans la galerie inférieure CD qui sert de galerie de roulage. L'emploi de la poudre est proscrit comme donnant trop de menus; le sel doit être débité soit en blocs parallélipipédiques de $0^m,20$ à $0^m,30$ de côté, soit sous la forme d'ellipsoïdes tronqués de $0^m,80$ de hauteur sur $0^m,20$ à $0^m,30$ de diamètre; cette dernière forme est celle sous laquelle le sel doit être livré à la Russie avec qui le Gouvernement autrichien a conclu par traité un marché considérable; elle offre certains avantages pour la facilité du transport dans les waggons, mais elle a l'inconvénient de donner beaucoup



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus de menus que la première. Les menus et les poussières sont remontés au jour dans des sacs; mais ils ne sont pas comptés aux ouvriers, qui sont payés à la tâche d'après le nombre de blocs produits.

Tel est le mode d'abatage des grandes lentilles de *Grünsalz;* quant aux couches de *Schibikersalz* et de *Spizasalz,* on les exploite par de larges fronts de taille, dont on pousse l'avancement dans la couche suivant sa direction. De distance en distance, des plans inclinés, disposés suivant les lignes de plus grande pente de la couche, relient entre eux les différents étages; les chantiers d'abatage s'étendent en direction de part et d'autre de ces plans. Les couches n'ont généralement que de 1 à 2 mètres de puissance et elles sont alors abattues en une seule fois, si la puissance dépasse 2 mètres, en deux tranches que l'on enlève successivement en commençant par la tranche supérieure.

On se dispense de remblayer et il n'est pas besoin de boisage. Les vastes chambres cubant plusieurs milliers de mètres cubes, pratiquées dans les lentilles de Grünsalz, peuvent être, en général, sans danger, abandonnées à elles-mêmes; seulement, pour soutenir les points les plus faibles, on élève jusqu'au sommet de la voûte, soit de véritables charpentes de dimensions grandioses, soit d'immenses bûchers formés de rondins, longs de plusieurs mètres, et d'un fort équarrissage, entassés souvent jusqu'à plus de 80 mètres de hauteur. Il en est de même des chantiers d'abatage dans les couches. On les abandonne à eux-mêmes sans boisages ni remblais. Aux points faibles le toit est soutenu par des bûchers formés de rondins entassés sur toute la hauteur du front de taille; ces bûchers, ainsi disposés, ont l'avantage de bien répartir les pressions; les bois s'imprègnent de sel et se conservent ainsi indéfiniment.

La question de l'épuisement des eaux a pris, dans ces dernières années, à Wieliska, une importance capitale. Nous avons déjà dit comment, en recherchant des sels alcalins au mur de la formation saline, on était venu, il y a quelques années, buter contre des alluvions aquifères par lesquelles l'eau douce avait envahi les travaux. Les digues, par lesquelles on chercha à arrêter l'inondation, furent promptement tournées par les eaux qui dissolvaient et délayaient l'argile salifère au milieu de laquelle étaient percées les galeries; on dut alors abandonner aux eaux les deux étages inférieurs de la mine. Une machine d'épuisement de 250 chevaux, installée sur l'un des puits, avait permis, à la fin de l'année 1869, de dégager tout le sixième étage, et on espérait reconquérir bientôt le septième. Cette machine d'épuisement, construite sur les indications de M. Rittinger, est une machine verticale à traction directe et à double effet; une cataracte à huile règle l'admission de la vapeur. La marche de la machine est irrégulière, et l'absence de contre-poids des tiges et des pièces mobiles occasionne des chocs qui causent des interruptions fréquentes du travail.

L'eau puisée par la machine d'épuisement est presque saturée de sel; mais, faute d'appareils d'évaporation, on la laisse s'écouler dans le ruisseau voisin sans la recueillir, et cette richesse est gratuitement perdue. Nous trouvons là la trace de l'insouciance

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

routinière qui préside à l'exploitation des mines par le Ministère des finances autrichien, aussi bien dans les salines de Pologne que dans les mines métalliques de Hongrie. On comprend, d'ailleurs, qu'en présence des masses de sel gemme pur que l'on rencontre à Wieliska, et qui suffiront encore longtemps aux besoins de la consommation, on ne se soit préoccupé ni d'exploiter les argiles salifères au milieu desquelles se trouvent le sel, ni d'installer une usine d'évaporation pour extraire le sel des eaux d'épuisement. Grâce au monopole de la vente du sel que l'État se réserve, l'impôt qui pèse sur la consommation du sel en Autriche est tellement élevé que le prix de revient et les économies à réaliser sur son chiffre disparaissent devant l'élévation du prix de vente. Le prix de revient d'une tonne de sel est, à Wieliska, de 9 fr. 15; le prix de vente s'élève à 183 fr.

2° *Bochnia.*

Le bassin tertiaire au milieu duquel émergent les amas salins de Wieliska s'étend de l'ouest à l'est, au pied des Karpathes, entre leurs premiers escarpements et la Vistule. En suivant ce bassin vers l'est, on rencontre, à 32 kilomètres environ de Wieliska, la grande exploitation saline de Bochnia. Aucun sondage n'a été entrepris entre Wieliska et Bochnia ; on ne possède donc aucune donnée sur la question de la continuité possible de ces deux formations.

Le gisement salin exploité à Bochnia se compose, comme à Wieliska, d'une masse argilo-marneuse plus ou moins bitumineuse, fortement imprégnée de sel, et sillonnée par des veines d'anhydrite ; au milieu de cette masse, le sel gemme s'est concentré de manière à former des couches très-inclinées, irrégulières et discontinues. Cette formation d'*Haselgebirge* est très-inclinée sur l'horizon et plonge au sud; sa direction générale est du nord-ouest au sud-est. Son épaisseur est très-variable : aux horizons supérieurs, elle atteint, dans la partie moyenne, de 40 à 60 mètres de puissance; mais elle s'amincit sur les bords et n'est plus que de 6 à 10 mètres aux extrémités de l'exploitation ; aux horizons inférieurs, la puissance augmente beaucoup quand on se dirige vers l'ouest, et elle s'élève jusqu'à 200 et 300 mètres.

La formation salifère de Bochnia a été décrite en détail, par M. Anton Buch, dans le *Bulletin* de l'Institut géologique de Vienne, en 1851, et par M. Julius Drack dans l'*Ostreichische Zeitschrifft für Berg und Hüttenwesen,* en 1869. M. Buch donne même une coupe du gîte, très-sommaire et fort incomplète, mais qui est cependant la seule que possèdent les ingénieurs de la mine. La formation d'Haselgebirge y est représentée sous la forme d'une sorte de colonne verticale, sillonnée par des veines de sel très-irrégulières, presque verticales ou plongeant au sud. Ces veines de sel peuvent être considérées comme formant une série de couches parallèles, d'allure très-irrégulière et souvent interrompue; on en distingue trois principales. Le sel de ces couches est blanc ou grisâtre, parfois très-pur et translucide, ne contenant jamais d'impuretés apparentes ; il donne, par la dissolution, 97 pour 100 de sel et 3 pour 100

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de résidu insoluble formé d'argile et de gypse. On peut le considérer comme analogue au *Schibikersalz* de Wieliska ; quant au *Grünsalz* et au *Spizasalz,* ils ne sont pas représentés à Bochnia, soit que ces formations supérieures n'y aient jamais existé, soit qu'elles aient été enlevées par l'effet d'érosions postérieures.

Les galeries à travers-bancs, dépourvues de boisage, qui sillonnent le gîte, permettent, à qui les parcourt, de suivre, sur leurs parois, la succession des couches inclinées qu'elles traversent. Partant des argiles schisteuses noires et bitumineuses qui sont au mur de la formation, on rencontre d'abord une couche assez puissante d'argile salifère empâtant des blocs irréguliers de sel, puis on traverse une succession de couches de sel alternant avec des strates d'argile miroitante et de sable, des lits d'argile salifères, et enfin des veines d'anhydrite concrétionnée abondantes surtout au voisinage du mur. Près du toit, les argiles salifères sont chargées de sels magnésiens qui s'effleurissent à l'air sur les parois des galeries. Le nombre des couches de sel est considérable ; mais on en compte trois principales, susceptibles, dans presque tout leur développement, d'être exploitées avec fruit, c'est-à-dire ayant plus de 2 pieds d'épaisseur. La puissance moyenne de ces couches est de $1^{m},50$ à 2 mètres ; on les a suivies en direction, sur un développement de 2 kilomètres, et, en inclinaison, jusqu'à 600 mètres de profondeur.

Des recherches infructueuses ont été tentées au mur et au toit du gîte, dans l'espoir de retrouver soit les représentants du *Grünsalz* et du *Spizasalz,* soit des sels alcalins. Au toit, un travers-bancs a été poussé jusqu'à 120 mètres sans rencontrer autre chose que des alternances de marne, d'argile, de calcaire et de gypse. Au mur, après avoir traversé des couches très-bitumineuses et contenant quelques fragments de lignite, on a été arrêté par un dégagement de gaz explosibles hydrocarburés.

Il y a peu de chose à dire de la méthode d'exploitation en usage à Bochnia ; elle est très-primitive, et dans de mauvaises conditions économiques. L'extraction se fait par un très-grand nombre de puits sur chacun desquels est installé un manége à chevaux. De ces puits partent des galeries de niveau tracées au toit du gîte et suivant sa direction ; perpendiculairement à ces galeries de niveau, on mène une série de travers-bancs, distants entre eux de 100 mètres, qui, en traversant toute la formation, rencontrent successivement les diverses couches de sel. On abat chacune de ces couches par des travaux en descente, en aval du travers-bancs ; on descend en doubles gradins de manière à former de grandes chambres semi-circulaires ayant la hauteur de la couche, et tout autour desquelles sont disposés les chantiers d'abatage. L'abatage se fait, comme à Wieliska, en découpant avec le pic, et au moyen d'une sous-cave et d'une entaille latérale, des prismes verticaux que l'on pousse au vide avec des leviers. Le sel abattu est, comme à Wieliska, débité sur place en parallélipipèdes, puis on en remplit des sacs, que l'on remonte à dos d'homme jusqu'au travers-bancs, dans lequel il s'emmagasine, pour n'être remonté au jour que suivant les besoins de la consommation. Comme à Wieliska, on ne remblaye ni ne boise, mais on se contente de sou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tenir les points faibles par des tas de bois empilés en bûchers. Dans ces conditions d'exploitation, le prix de revient s'élève à 16f,50 par tonne, sur le pied d'une production annuelle de 16 à 17 000 tonnes.

3° *Szwoszowice.*

Au toit des dépôts salins de Wieliska et de Bochnia, nous avons signalé la présence du gypse, à la partie supérieure de l'étroit bassin tertiaire auquel appartiennent ces gisements. A l'extrémité occidentale de ce bassin tertiaire et sur la lisière méridionale, à 8 kilomètres au sud de Cracovie, près des sources sulfureuses thermales de Szwoszowice, cette formation de gypse prend un grand développement, et elle est accompagnée de dépôts de soufre natif qui ont donné lieu à une exploitation importante.

Le gypse de Szwoszowice est intercalé au milieu des argiles grises du bassin tertiaire; il se présente sous la forme d'une lentille allongée, ayant une épaisseur moyenne de 20 mètres dont le grand axe est dirigé de l'ouest à l'est, parallèlement à la direction générale du bassin, et dont les bords affleurent au nord, près de Szwoszowice, et au sud, à 3 kilomètres de distance, près de Wzowzowice. Ce gisement de gypse, et le soufre qui l'accompagne, ne sont connus que près de ces affleurements. A Wzowzowice, des installations considérables avaient été établies à grands frais pour l'exploitation et la distillation du soufre; mais, après quelques travaux de recherches poussées jusqu'à 24 mètres de profondeur, le gîte parut trop pauvre pour être exploité avec fruit; les travaux en ce point sont aujourd'hui complétement abandonnés. A Szwoszowice, au contraire, on a pu fonder une exploitation importante, que le Gouvernement autrichien a cédée depuis deux ans à une compagnie; et, bien que le gîte n'ait été suivi à partir des affleurements que jusqu'à une profondeur de 48 mètres, sur un développement en direction d'environ 1 kilomètre, bien qu'aucun sondage n'ait été entrepris entre Szwoszowice et Wzowzowice pour connaître le gisement et s'assurer de sa continuité, la visite des travaux d'exploitation de Szwoszowice nous permettra d'acquérir sur la nature de ce gisement et sur sa richesse quelques notions importantes.

La formation qui contient le gypse se compose, à Swoszowice, d'une masse marneuse, pulvérulente et d'aspect terreux, sillonnée par un réseau de gypse à texture cristalline, en veines minces de 1 ou 2 pouces d'épaisseur. Cette masse imprégnée de gypse est intercalée dans les argiles grises, et c'est au contact de ces argiles grises et de la formation gypsifère que l'on rencontre les amas de soufre; ce sont des sortes de lentilles ayant une épaisseur moyenne de 1 mètre à 2m,50 sur 20 mètres de diamètre, et qui sont formées de marnes argileuses dans lesquelles le soufre s'est concentré à l'état natif en petits grains amorphes dont la masse entière est imprégnée; quelquefois ces grains se rapprochent et ils forment alors, par leur réunion, des sortes de rognons aplatis;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

souvent ces rognons, eux-mêmes, se réunissent de manière à former une sorte de banc continu, séparé par des strates d'argile; parfois, enfin, le soufre apparaît cristallisé et formant des géodes qui tapissent les fentes de la marne, et l'on distingue alors des cristaux très-nets, affectant la forme de pyramides rhomboïdales.

Le savant professeur de Varsovie, M. Zeuschner, a décrit, dans les *Annales des Mines*, le gisement de soufre de Szwoszowice; il distingue cinq couches de soufre dont trois seulement seraient actuellement exploitées. Nous devons avouer que l'examen de la mine et les renseignements recueillis sur les lieux ne nous ont permis de constater rien de semblable. Nulle part nous n'avons vu apparence de couches continues, mais seulement des lentilles riches en soufre, situées, comme nous venons de le décrire, au contact du gypse et des argiles, et formant ainsi deux étages, l'un au-dessus, l'autre au-dessous de la grande lentille de gypse. Ces lentilles, riches en soufre, sont isolées les unes des autres; on peut, cependant, reconnaître qu'elles sont disposées suivant une loi régulière, et cette remarque, faite dans ces dernières années par les ingénieurs de la mine, leur a permis de donner aux travaux de recherche et d'exploitation de ces lentilles une direction rationnelle. La masse de gypse est ondulée suivant des plissements dirigés à 110° nord-est.

Au toit comme au mur, les dépôts de soufre se sont formés dans les concavités de ces plissements, et ils sont ainsi alignés suivant une série de lignes parallèles dirigées à 110° nord-est. Sur chacune de ces directions, les dépôts de soufre sont espacés à 60 mètres environ les uns des autres; et ils sont alignés, d'ailleurs, sur une seconde direction perpendiculaire à la première. La connaissance de ces directions a une importance capitale pour la bonne conduite de l'exploitation.

Du toit au mur, ces deux séries de lentilles sont reliées par le réseau de gypse qui sillonne toute la masse. Au milieu même de la formation émerge la source sulfureuse qui alimente l'établissement thermal de Szwoszowice; c'est la dernière trace des émanations sulfureuses qui ont donné naissance aux dépôts de soufre, et à la précipitation du gypse au milieu des marnes calcaires. Sa température est de 14 degrés Réaumur, supérieure de 9 degrés à celle des eaux de la mine.

Outre le soufre et le gypse, on a rencontré dans la mine de nombreux échantillons de chaux carbonatée, de baryte sulfatée et de quartz, cristallisés en géodes au milieu des marnes. Ils ont été décrits en grand détail par M. Ambroz, dans le *Bulletin* de l'Institut géologique de Vienne, en février 1868.

Nous ne dirons que peu de mots de l'exploitation du minerai et de la distillation du soufre.

Des galeries de traçage sont menées dans le gîte, de manière à rencontrer successivement les lentilles de soufre qui sont dépilées, puis remblayées complétement. Le roulage intérieur se fait avec des brouettes, et l'extraction par des seaux au moyen d'un treuil.

L'ouvrier est payé à la tâche, à raison de 4 francs par tonne de minerai; la poudre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et l'huile sont à ses frais. Il abat, par poste de 8 heures, 180 à 280 kilog. Pour le traçage des galeries, les ouvriers sont payés à la journée, à raison de 0f,66 par jour. On compte pour les frais spéciaux d'extraction d'une tonne de minerai :

	Fr.
Abatage.	4,00
Roulage et remblayage.	6,40
Extraction.	0,53
Total.	10,93

à quoi il faudrait ajouter les frais d'épuisement, ceux du traçage et de l'entretien des galeries, et les frais généraux.

Le minerai brut est d'abord soumis à un cassage et à un triage, par lequel on sépare 10 pour 100 de stérile; tout le reste passe à la fusion, et rend de 17 à 18 pour 100 de soufre. Ce minerai est d'abord soumis à une fonte crue, puis vient le raffinage d'une partie du soufre brut produit par cette première opération.

La fonte crue est une distillation dans des cylindres en fonte, disposés comme ceux des fours des usines à gaz. Le soufre brut et fondu est recueilli dans des réservoirs disposés sous le sol de l'usine; les vapeurs sont, de là, dirigées dans des salles où la fleur de soufre se dépose sur les parois. Le minerai, ainsi traité, ne rend pas plus de 11 pour 100 de soufre, ce qui correspond à un déchet de 30 pour 100 sur sa teneur primitive. Il faut, en outre, tenir compte de la fleur de soufre dont on recueille 5 à 6 tonnes par mois. Les frais de l'opération, par tonne de minerai, peuvent s'établir comme il suit :

	Fr.
Transport à l'usine.	1,10
Scheidage.	2,26
Frais de distillation.	4,76
Total par tonne.	8,12

On voit que cette méthode est fort imparfaite; les frais sont élevés et le déchet est considérable; des essais ont été faits pour substituer à ce mode d'opérer la distillation par l'emploi de la vapeur d'eau; le minerai, ainsi traité, a rendu 20 pour 100 au lieu du rendement actuel de 12 pour 100.

Une faible partie seulement du soufre brut est soumise au raffinage; c'est une seconde distillation, dans des alambics disposés dans un four à galerie.

L'usine de Szwoszowice traite annuellement 12 000 tonnes de minerai et produit 1120 tonnes de soufre brut, dont 30 à 35 tonnes seulement sont raffinées. Le prix de vente du soufre brut est de 183 francs, celui du soufre raffiné de 256 francs par tonne.

Nous avons fini de passer en revue le groupe des exploitations situées aux environs de Cracovie, à l'extrémité occidentale de la Galicie. Nous y avons rencontré, au mi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lieu des marnes argileuses qui bordent les Carpathes, le sel en amas cristallins plus ou moins purs, l'anhydrite en veines contournées sillonnant les niveaux inférieurs des gisements salins, le gypse situé au-dessus du sel entre les salines et les Carpathes, enfin le soufre au contact du gypse et des argiles. Nous allons maintenant nous transporter vers l'est, et parcourir un nouveau groupe très-nombreux de salines, dont nous visiterons en détail les plus importantes. Nous y trouverons, en même temps que le sel, le gypse et l'anhydrite, deux nouveaux éléments qui les accompagnent : le pétrole et les sels alcalins.

(*La fin prochainement.*)

INSTITUTION SCIENTIFIQUE.

DE L'UTILITÉ D'UNE INSTITUTION SCIENTIFIQUE PERMANENTE EN ALGÉRIE, PAR M. PAUL MARÈS (1).

Au moment où la France vient d'éprouver de si terribles revers et de perdre 1 500 000 habitants, il serait temps, enfin, de penser d'une manière sérieuse à mettre en œuvre tous les moyens propres à aider à la colonisation de l'Algérie.

« Tout vient d'ignorance, » a dit Montaigne : s'il est un sujet auquel ce mot puisse être appliqué avec une étonnante vérité, c'est bien à la question algérienne, et si ce problème est si difficile à résoudre, s'il est arrêté dans une ornière aussi profonde, c'est que personne en France, pas même les classes éclairées et instruites, celles auxquelles revient toujours forcément la direction des nations, ne connaissent l'Algérie. Les idées les plus erronées ont cours encore sur cette magnifique contrée où plusieurs millions de Français vivraient à l'aise et offriraient à la mère patrie, à quelques pas d'elle, une source inépuisable de richesses et de puissance.

Les hommes intelligents et instruits y sont nombreux ; rassemblés autour d'un point d'appui sérieux, ils formeraient rapidement un corps savant capable de rendre les plus grands services pour une investigation scientifique active de la colonie.

Le gouvernement avait été si bien pénétré, lors de la conquête, des avantages qu'on pourrait retirer d'une création de ce genre, que dès 1838, alors que nos armées solidement établies sur les côtes pénétraient dans l'intérieur, il forma une commission scientifique chargée d'étudier les diverses branches des sciences. Mais le zèle et le courage de nos savants durent échouer, en partie, devant les difficultés provenant d'un manque absolu de sécurité, et surtout d'une mauvaise direction. Cette commission a laissé néan-

(1) Mémoire lu à l'Académie des sciences le 2 décembre 1872.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moins de beaux et bons travaux, dont l'utilité prouve tout le bien qu'elle aurait pu faire. Le besoin d'une institution scientifique largement établie est indiqué par les efforts qui ont été faits en Algérie même.

Malgré le peu de densité de la population, malgré les occupations excessives de chacun et le peu de ressources dont on dispose, au milieu d'une contrée où l'on a encore à parer aux besoins matériels les plus urgents, il s'est néanmoins créé plusieurs sociétés pour l'agriculture, les sciences physiques et naturelles, la médecine, l'histoire, l'archéologie, dont le fonctionnement et les travaux indiquent assez la valeur et le nombre des hommes éclairés de la colonie. Mais ils ne produisent, généralement, que des notes ou des mémoires que l'insuffisance des moyens d'exploration ou d'étude rend souvent incomplets. Toutefois ce sont autant de matériaux précieux pour la connaissance scientifique du pays, et ils accusent une initiative laborieuse dont la science et la colonie tireraient de bien meilleurs résultats, si les hommes instruits, qui se livrent à ces études, voyaient leurs efforts appuyés sur une base solide et pouvant leur fournir des moyens efficaces de recherches. On verrait alors sortir des cartons, où elles sont enfermées, bien des notes précieuses que des explorateurs particuliers laissent se perdre, faute de temps ou de moyens de publication. On trouverait même au Ministère de la guerre bien des documents pleins d'intérêt, entre autres ceux qui furent recueillis lors de l'application du sénatus-consulte, en ce qui touche à toutes les questions se rattachant à la possession des terres, à leur transmission, à la généalogie des anciennes familles, aux races conquérantes ou conquises; documents qui, comme tant d'autres, n'ont pas reçu la publicité, parce qu'ils sortaient du cadre des préoccupations ordinaires de la Guerre.

Comme on devait bien naturellement s'y attendre, les travaux faits jusqu'ici portent généralement l'empreinte des besoins immédiats de la colonisation, ou sont le résultat d'une forte impulsion donnée par une direction puissante, bien plus que des recherches se rapportant aux sciences pures. Il est facile de s'en assurer par une analyse générale et succincte des progrès scientifiques accomplis en Algérie depuis quelques années.

Sciences mathématiques. — Géodésie.

Ainsi, dans les sciences mathématiques, la *géodésie* a été l'objet de travaux actifs et suivis, grâce à l'initiative puissante du Ministère de la guerre.

Des triangulations de premier, deuxième et troisième ordre, partant de trois bases mesurées avec un soin scrupuleux, couvrent aujourd'hui la côte et tout le Tell, dont la topographie est presque entièrement faite, levée aux 1/80 000, et dont les premières feuilles spécimen sont déjà gravées à cette échelle.

Du côté du Sud, d'importants levés ont été également exécutés jusqu'à la ligne de nos derniers avant-postes, Biskra, Laghouat et Géryville : sur les pays au delà, jusqu'à Ouargla, El-Goléa et les Areg ou grandes dunes de sables de la province d'Oran, on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

possède, aujourd'hui, des documents assez nombreux et assez exacts pour en donner la carte presque sans lacunes, et avec des points principaux établis d'après des observations astronomiques.

Navigation.

La *navigation* a repris les travaux du commandant Bérard, et a terminé un levé topographique des côtes à 1/25 000, en s'appuyant sur la géodésie de l'État-major.

Génie militaire.

Le *génie* militaire, avec l'aide puissante de l'armée, a rapidement établi un premier réseau de routes stratégiques : aujourd'hui, avec l'aide du génie civil, les plus grandes lignes sont achevées, deux voies ferrées relient Oran à Alger et Philippeville à Constantine.

Malheureusement les ponts ont été négligés sur un grand nombre de ruisseaux que les pluies torrentielles de l'hiver transforment, pendant des heures et souvent pendant bien des jours, en profonds et rapides cours d'eau interrompant le passage sur des points importants et fréquentés.

Génie civil.

L'achèvement des voies secondaires, les travaux d'art, l'établissement des barrages, des ports, de tous les grands ouvrages forains et urbains nécessaires à une nation civilisée et dont la création commence à peine, laissent aujourd'hui au génie civil et militaire une tâche qui sera rendue difficile par les besoins complexes de la colonie, par son climat, par sa topographie. La science ne saurait trop venir en aide à d'aussi rudes labeurs, en les facilitant par la connaissance préalable de bien des problèmes que la lecture de cette note peut laisser deviner.

Sciences physiques, chimiques et naturelles.

Toutes les études qui se rapportent à l'observation directe des phénomènes naturels trouvent, en Algérie, un des plus beaux champs de recherches que puisse rêver l'homme de science.

Le grand massif de l'Atlas, pris dans son ensemble, s'étend parallèlement à la côte qu'il occupe sur toute sa longueur, et présente entre la Méditerranée et le Sahara un développement moyen de 300 kilomètres; son versant nord, abrupt ou ondulé, commence, souvent, au bord même de la mer et s'élève assez rapidement, en s'éloignant du rivage.

Sa large croupe est occupée, tantôt par des plaines immenses dont le niveau se maintient entre 650 et 1 200 mètres d'altitude (1), tantôt par des massifs montagneux

(1) Hauts plateaux, steppes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont les pics élevés dépassent 2 000 mètres. Son flanc sud se termine, presque toujours, par des rides linéaires dont les assises rocheuses, aussi régulières que de grandes digues, plongent à pic dans les plaines sans limites du désert.

C'est cette disposition orographique qui donne à l'Algérie une si grande variété de climats et qui multiplie, à un point extraordinaire, les sujets d'étude; mais la proximité du grand Sahara d'un côté, et de l'autre celle de la mer, impriment au versant sud une empreinte générale désertique, et au versant nord une empreinte générale méditerranéenne, dont on retrouve constamment les traces.

On comprend combien, en Algérie, le rôle de chacune de ces influences peut donner un vif intérêt aux études des sciences physiques et naturelles; combien des observations concordantes, des recherches intelligemment combinées et bien faites, sur divers points de cette croupe immense de l'Atlas, pourraient produire des résultats curieux, et aider aux progrès scientifiques dans le nord de l'Afrique.

Physique du globe.

La *physique du globe* et la *météorologie* pourraient trouver des emplacements merveilleusement indiqués à tous les points de vue, pour leurs observations, et l'on y recueillerait, en même temps, des renseignements les plus précieux pour les travaux de même ordre qui se poursuivent dans les observatoires.

C'est, en effet, vers le Sahara algérien que vont se perdre beaucoup de grands ouragans partis du nord; c'est aussi vers le Sahara que beaucoup d'entre eux vont modifier la direction de leur course tournante, pour rentrer sur l'Europe par une nouvelle voie; on pourrait probablement saisir sur place les causes qui agissent sur ces grands météores, et élucider ainsi certains des problèmes les plus intéressants de la physique du globe.

Le régime général des températures, des vents, des pluies, des pressions barométriques n'est pas le même sur l'un ou l'autre versant de l'Atlas; certains de ces phénomènes s'y modifient même d'une manière complète, et présentent une marche entièrement différente.

L'électricité de l'atmosphère atteint parfois des tensions remarquables, et produit fréquemment, surtout dans le Sud, des effets dont l'étude serait très-facilitée par l'abondance avec laquelle ce fluide se décèle à l'observateur.

Les applications qui ressortiraient de tous ces faits pour l'agriculture, l'hygiène, la thérapeutique, etc., seraient nombreuses; les travaux déjà dirigés dans ce sens, quoique ayant à peine effleuré le sujet, en font cependant comprendre toute l'importance.

Le *Bulletin* de la Société météorologique de France contient, sur la météorologie de l'Algérie, des travaux qui donnent le résumé fidèle des observations faites jusque dans ces dernières années, sur différents points de la côte et de l'intérieur. La Société

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'agriculture d'Alger et la Société climatologique ont publié, à leur tour, de nombreuses observations.

Depuis quelques années, il a dû être établi, sous la direction de l'observatoire d'Alger, un réseau de stations munies de bons instruments; mais leurs relevés, pas plus que ceux de l'observatoire d'Alger, n'ont jamais été communiqués, et aucune publication n'en a fait connaître le texte ou les résumés en tableaux, malgré les nombreuses demandes qui ont été faites, à ce sujet, par diverses sociétés et divers savants.

Chimie.

La chimie n'a pas fait encore d'investigations sérieuses en Afrique. La plupart de ses travaux se sont bornés, autant que nous pouvons le savoir, à des analyses d'eaux, de terres, de roches et minerais, que le laboratoire des mines, à Alger, poursuit avec une louable persévérance; mais il n'existe aucun laboratoire d'études ou de recherches ouvert au public, ou seulement à des élèves, et son utilité serait immense.

Sous l'influence du climat actif de l'Algérie, surtout vers le sud, il se produit des réactions qu'il serait du plus haut intérêt de pouvoir étudier et de bien connaître. Des dépôts naturels d'alun, de soufre, de soude, de nitrate de potasse, de sel marin, de sulfate de chaux, etc., se rencontrent fréquemment; ce sont là autant de faits qui intéresseraient bien des questions pratiques de commerce, d'industrie, et dans lesquelles l'agriculture trouverait une large part.

Combien ne seraient pas intéressantes aussi les recherches chimiques sur les végétaux, les terres, les eaux, les roches diverses des collines et des montagnes, dont les sédiments arrivent tous les ans en si grandes quantités dans nos plaines et nos vallées, sous l'action des pluies, parfois diluviennes, de la saison d'hiver!

Géologie.

Les études géologiques ont fait des progrès depuis quelques années. Les premières recherches de MM. Rozet, de Verneuil, Fournel, Renou et Ville avaient donné une idée générale des terrains de l'Algérie.

Plus tard, différentes notes, quelques bons travaux monographiques ont commencé à faire connaître, d'une manière plus détaillée, les divers horizons stratigraphiques, ainsi qu'un grand nombre de fossiles; mais ces études n'embrassent pas encore toute l'Algérie, il s'en faut, et n'en font connaître que des contrées limitées.

Toutefois, les documents intéressants qu'elles fournissent sur l'ancien relief des côtes, sur des terrains dont la comparaison avec ceux de France permettrait peut-être de trouver une solution à de longues discussions sur la stratigraphie en Europe : la découverte des terrains dévoniens dans le Sud, permettant d'espérer le terrain houiller, le rôle immense des eaux lacustres et fluviatiles, que révèlent l'aspect du Sahara et l'observation des sédiments qui le recouvrent actuellement; enfin de nom-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

breux fossiles nouveaux qui augmentent surtout la faune crétacée, sont autant d'indications sommaires qui prouvent combien il serait intéressant et utile de pousser activement les études géologiques en Algérie.

Mines.

Elles favoriseraient les recherches minières, déjà si riches et si productives, dans l'Est surtout; mais il est encore une foule de points sur lesquels il n'a pas été fait d'investigations sérieuses; ce ne sont guère que les affleurements les plus superficiels qui ont été reconnus, et tout fait prévoir qu'on doit trouver encore un grand nombre de riches filons qui ont échappé, jusqu'ici, à des recherches qu'un personnel restreint et des difficultés sans nombre ont laissées trop incomplètes.

Botanique.

La *botanique* est une des sciences qui ont été le plus complétement étudiées. M. Durieu de Maisonneuve, chargé de cette section dans la commission scientifique de l'Algérie, reçut plus tard, comme adjoint, M. Cosson, qui a continué l'œuvre commencée, et y travaille depuis plusieurs années. En attendant, diverses notices de ce savant, celles qu'ont publiées les botanistes algériens, ainsi que plusieurs catalogues, nous ont fait connaître le plus grand nombre des plantes jusque dans les parties les plus désertiques, ainsi que leur distribution géographique et la plupart des espèces nouvelles.

Quand les recherches de physiologie végétale succéderont à ces premiers travaux, elles amèneront certainement la découverte de phénomènes curieux dans cette flore de graminées, de plantes ligneuses qui peuplent les parties les plus arides de notre Sahara; elles aideront, peut-être beaucoup, à la question du reboisement devenu désormais indispensable dans le Tell, et rendu aujourd'hui bien plus facile par l'introduction des espèces australiennes, si rustiques et en même temps si rapides dans leur croissance. Les *Eucalyptus*, les *Casuarina*, et certaines espèces d'*Acacia*, permettent d'espérer des boisements très-prompts et une richesse forestière dont les revenus commenceraient moins de dix années après leur plantation.

Vers le Sud, l'extension du boisement paraît entourée de difficultés qui semblent, de prime abord, devoir le rendre impossible; mais la présence de massifs étendus d'*Acacia arabica*, Wild., Benth., dans le sud de la Tunisie, au Touat, etc., laisse espérer que les ressources de la science, jointes à des efforts pratiques persévérants, pourraient arriver à résoudre ce grand problème dont les conséquences immédiates seraient d'augmenter les richesses de l'Algérie dans de larges proportions, en offrant de précieuses ressources au commerce de transit et à l'élève des bestiaux dans le Sud.

Zoologie.

Depuis la publication des travaux de la commission scientifique, parmi lesquels nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouvons de belles études anatomiques sur les mollusques et un volume complet d'entomologie donnant tous les insectes recueillis à cette époque, la zoologie n'a pas été poussée bien activement; il a paru néanmoins, dans ces dernières années, deux volumes sur la faune marine et malacologique de l'Algérie, par M. Wincauw, et les études de malacologie terrestre et fluviatile de M. Bourguignat, qui sont d'importants travaux. Nous devons aussi mentionner un grand nombre de notes, de recherches particulières qui ont fait l'objet de thèses, de publications diverses ou d'articles insérés dans le *Bulletin* de la Société climatologique d'Alger; parmi ces dernières, nous remarquons un bon catalogue des poissons d'eau douce et d'eau saumâtre du pays.

Mais la physiologie, la zootechnie, l'art vétérinaire n'ont encore fourni que des observations trop peu nombreuses et trop peu importantes pour des sujets aussi intéressants, dans un pays où les races et les épizooties présentent des différences remarquables avec celles de l'Europe.

Agriculture.

Selon la belle expression de Chaptal, l'agriculture est la source la plus pure de la prospérité publique, et c'est, en effet, dans le développement de l'agriculture qu'est tout le secret de la colonisation.

Aussi l'Algérie ne peut-elle progresser rapidement sans l'aide des sciences, car elle doit pouvoir glaner dans chacune d'elles pour subvenir à ses besoins agricoles nombreux et variés.

L'agriculture n'est pas dans les mêmes conditions en Algérie qu'en France, et l'agronome le plus habile de l'Europe s'y sent immédiatement dépaysé ; il l'est d'autant plus qu'aucune étude préparatoire, aucune tradition ne vient l'aider; tout est à faire sous le rapport scientifique et économique.

Les pluies sont abondantes près du littoral, elles tombent par intervalles pendant huit et même neuf mois de l'année et donnent une moyenne de 90 cent. environ. La température est très-douce dans des parties basses du Tell, et cette chaleur relative permet à la végétation de pousser dès les premières pluies de l'automne et pendant tous les mois d'hiver.

A la période humide succède un soleil ardent qui amène une sécheresse excessive, en rompant tout équilibre entre la tension de la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère et celle contenue dans le sol, et qui tue la végétation herbacée.

Il résulte de ces phénomènes une sorte de transposition des saisons que l'agriculteur européen ne saurait trop observer.

Dans les parties montagneuses et dans les plaines élevées des steppes de l'Atlas, le froid sévit avec force et la neige tombe en abondance; le souffle chaud et sec du siroco est assez fréquent en été et surtout en automne, aucun point n'est entièrement à l'abri de ses effets; il doit être considéré comme un des météores les plus remarquables de notre colonie, car son apparition produit presque toujours, lorsqu'il arrive à un cer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tain degré de force, des perturbations puissantes dans l'atmosphère et chez les êtres organisés.

Tous ces phénomènes, et nous n'en citons qu'une partie, sont autant de sujets d'étonnement pour l'agronome qui arrive avec les traditions françaises; ce sont autant de points d'interrogation que des études et des observations scientifiques bien dirigées élucideraient au moins en partie, en évitant ainsi, aux colons, des tâtonnements longs et coûteux, des observations souvent sans résultats, faute de connaissances suffisantes pour les étudier avec fruit.

La beauté générale du climat, la bonté des terres, l'action puissante du soleil sur leur fertilité, tout concourt à faire de ce pays une des plus riches contrées agricoles; son antique renommée peut se confirmer de nouveau.

Depuis l'occupation française, le commerce, qui était presque nul à la conquête, s'est élevé à 86 millions en 1851, et arrive aujourd'hui à 297 millions. Sur ce dernier chiffre, les exportations des produits figurent pour 72 455 122 fr., dont il faut attribuer 70 275 000 fr. aux produits seuls de l'agriculture algérienne. Et, pour arriver à ces résultats, la population européenne, à laquelle ils sont presque exclusivement dus, ne compte encore que 218 000 âmes, dont 122 000 Français (relevé de 1866).

Ces 218 000 Européens n'occupent encore actuellement que 700 000 hectares (1), sur 14 millions d'hectares que compte le Tell seul, c'est-à-dire la zone montagneuse colonisable par nous.

Ces chiffres ont une éloquence sur laquelle il est inutile d'insister. Le *Bulletin* de la Société d'agriculture d'Alger offre un recueil précieux que nous ne devons pas oublier de mentionner; les notes et les études nombreuses qu'il donne, depuis 1840, sur l'agriculture de la colonie et sur ses besoins, offrent déjà un ensemble de connaissances agricoles et économiques qui fourniraient d'excellents et sûrs documents à tous ceux qui s'intéressent au développement de l'Algérie; mais, malgré les efforts des membres de la Société d'agriculture et de ceux du Comice agricole, son jeune émule, on sent qu'il manque, souvent, à leurs travaux un appui scientifique qui aiderait puissamment aux progrès de l'observation et de la pratique.

Médecine.

La *médecine* est une des sciences qui ont été le mieux représentées; il était naturel qu'elle rencontrât un vaste champ d'études, dans un pays nouveau, sous des expositions diverses, au milieu des défrichements et des labeurs forcés d'un premier établissement.

Malgré les difficultés sans nombre auxquelles furent soumis tout d'abord les

(1) 700 000 hectares, y compris les 100 000 hectares de la compagnie générale algérienne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

membres du corps médical, ils publièrent de bonne heure des observations de tous genres, au milieu desquelles vinrent prendre place des travaux plus complets à mesure que la conquête s'affermissait.

C'est ainsi que nous possédons aujourd'hui de bonnes études locales de climatologie, de topographie médicale, des observations sur les épidémies, sur la médecine indigène et sur la thérapeutique.

Un grand nombre d'eaux thermales ont été analysées et étudiées : des statistiques intéressantes montrent avec quelle facilité la plupart des pays les plus malsains de l'Algérie peuvent s'assainir sous la double action de travaux d'écoulement et de cultures régulières. Enfin, on est facilement convaincu, dès la première inspection des chiffres, que, si la population européenne adulte vit bien, aujourd'hui, dans des lieux réputés les plus malsains il y a vingt ans, les enfants y croissent et y prospèrent avec une telle facilité, que le nombre des Européens a pu augmenter progressivement. En dix-huit mois, de **1861** à **1862**, l'excédant des naissances sur les décès a été de **3 927**, et, dans ces dernières années, elles donnent un chiffre de **146** pour **100** décès.

Toutefois, malgré un personnel médical instruit, actif et studieux, il reste encore immensément à faire : les travaux accomplis jusqu'à ce jour, peut-être plus nombreux que dans la plupart des autres sciences, permettent mieux aussi d'apprécier le nombre et l'importance des études qui s'offrent encore à l'activité des savants.

Géographie.

La géographie réunit déjà de nombreux documents, grâce à l'avancement des sciences accessoires : géodésie, topographie, etc.

La commission scientifique a publié d'excellentes recherches, auxquelles sont venues s'ajouter, depuis, celles de MM. Renou, Mac-Carthy, Prax, Duveyrier, et bien d'autres; mais le sujet est si vaste, qu'il devra forcément devenir l'objet d'études particulières.

Les bassins fermés des hauts plateaux et du Sahara (chott, Daya, sebkha), des cours d'eau souterrains de plusieurs centaines de kilomètres de longueur, le climat, les productions, les races autochthones ou conquérantes, les ruines de tout âge de nombreux ksours (villages fortifiés) que l'on trouve à chaque instant dans l'Atlas et le Sahara, et qui dévoilent des massacres féroces et fréquents de tribus à tribus, sont autant de faits qui prouvent tout l'intérêt que peut présenter la géographie algérienne à divers points de vue.

A l'agriculteur, elle devra montrer, par l'étude rapprochée et comparée des productions naturelles et du climat, que les cultures tropicales ne doivent pas être entreprises dans la région tellienne, si ce n'est sur des points très-limités; que l'on doit être très-sobre et très-prudent pour les établissements agricoles sur les hauts plateaux, à cause

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des froids vifs de l'hiver et tardifs du printemps, froids qui, dans cette contrée au sud du Tell, gèlent les vignes et les arbres fruitiers jusqu'aux mois d'avril, de mai et même de juin (1).

Aux historiens, elle montrerait l'antiquité des races autochthones, les contrées qu'elles habitent encore, celles que leurs conquérants ont occupées tour à tour. Nous pourrions tirer, de ces indications, les éléments d'une appréciation sérieuse du caractère de ces barbares fanatiques, chez la plupart desquels la guerre n'a d'autre mobile que l'instinct du pillage et du vol, et ne s'appuie presque jamais, comme on a pu le croire, sur un noble et pur sentiment de nationalité.

Enfin les Français apprendraient mieux à connaître la colonie : des éléments exacts de géographie physique algérienne répandus en France dans les écoles, en diffusant dans le peuple des notions claires et vraies, feraient tomber ces idées d'*aridité,* de *sables* sans limite, de *forêts de palmiers,* qui peuvent avoir une vérité relative quand elles s'appliquent au Sahara, mais dont les Algériens européens, qui ne connaissent généralement que le Tell, s'étonnent à bon droit.

Économie. — Statistique.

Pour que l'*économie* et la *statistique* prennent du corps, il faut que le pays soit déjà bien constitué ; mais leur utilité se fait sentir de bonne heure ; en effet, améliorer progressivement les moyens d'arriver au bien-être et à l'aisance par les meilleurs aménagements dans l'agriculture, dans l'industrie, dans le commerce, enseigner aux po-

---

(1) A Djelfa, par 1167 mètres d'altitude.

Le 29 janvier 1861, th = — 9° et plusieurs fois — 7° dans le mois.
17 mars — , th = — 7,6.
18 — — , th = — 3,5.
20 avril 1860, une forte gelée blanche et glace.
17 mai 1860, une forte gelée tue les feuilles des arbres.
19 juin 1855, une gelée endommage plusieurs plantes de la pépinière.

(*Ann. de la Soc. mét. de France,* t. XII, p. 174.)

A Batna, par 1 035 mètres d'altitude.

3 ans d'observation de 1855 à 1857, par M. Hénon, donnent tous les hivers — 4°, — 5°, — 6°, ce dernier chiffre n'est pas dépassé. Mais au mois de mai, une fois dans le mois, pendant les 3 ans, le thermomètre descend à — 8° et le temps devient très-mauvais à cette époque, aussi les fruits ne réussissent-ils pas.

A Géryville, par 1 300 mètres d'altitude.

A la fin de mai, en juin même, le pays est couvert de fortes gelées blanches. Dans la première quinzaine de mai, après des chaleurs comparables à celles de l'été, il gela de telle façon qu'une carafe d'eau était glacée dans une tente où couchaient trois personnes. Les pêches et les abricots presque mûrs furent complétement gelés et moururent.

(*Ann. de la Soc. mét. de France,* t. VIII, p. 34.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pulations les points sur lesquels elles doivent porter de préférence leurs soins et leur activité pour augmenter leurs ressources, ce sont autant de bienfaits qui découlent des faits eux-mêmes et du perfectionnement déjà avancé d'une nation ; ces sciences sont encore peu développées en Algérie, mais les rapports statistiques que nous possédons sont déjà assez régulièrement établis et nous ont permis d'en faire déjà usage dans ces notes mêmes.

Archéologie.

Les diverses races qui ont habité le nord de l'Afrique ont laissé de nombreuses traces ; des monuments préhistoriques, dont certains rappellent exactement les dolmens d'Europe, couvrent de grands espaces dans le Tell et le sud des trois provinces. Dans l'ouvrage de la commission scientifique, M. de Lamarre en a figuré ; plusieurs études ont été publiées dans les *Mémoires* de la Société archéologique de Constantine, dans le *Bulletin* de l'Académie d'Hippone, dans la *Revue archéologique* de Paris, en Allemagne même ; enfin, MM. Faidherbe et Bourguignat leur ont consacré chacun un ouvrage important. Jusqu'ici, on n'en a guère fouillé que dans la province de Constantine.

Les recherches faites dans les cavernes sont peu nombreuses ; elles ont, cependant, amené, dans la province de Constantine, au Djebel-Taya, et dans deux petites grottes à côté d'Alger, la découverte de silex taillés et de haches de l'âge de la pierre polie. On a encore trouvé divers autres instruments et des ossements d'animaux, dont plusieurs espèces nouvelles d'ours et l'*ursus spelæus* de nos cavernes.

Mais toutes ces fouilles ont à peine effleuré, dans deux provinces seulement, les grottes nombreuses et les monuments préhistoriques de toutes sortes que renferment nos possessions du nord de l'Afrique.

Il n'est pas douteux que des fouilles plus étendues, méthodiquement conduites, sur un champ aussi vaste, n'amènent les résultats les plus intéressants.

Des inscriptions de toutes sortes, et les restes bien conservés de nombreuses villes romaines, de barrages et de tous les travaux d'art qui peuvent donner complétement l'histoire de la civilisation romaine dans ces contrées, ont déjà fourni matière à de beaux travaux de la commission scientifique et à d'autres publiés dans les recueils des sociétés savantes de l'Algérie. Toutefois, malgré leur nombre, ils ne donnent seulement qu'une idée de tous ceux qui restent encore à étudier ou à découvrir.

Linguistique.

Ce que nous venons de dire indique suffisamment l'intérêt que doit présenter la linguistique : il est resté des types de races et des dialectes qui fournissent d'excellents matériaux pour retrouver le langage des peuples primitifs et en constater les migrations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces sujets ont été l'objet de recherches originales peu nombreuses, mais pleines d'intérêt, parmi lesquelles se distinguent celles de MM. Hanoteau et H. Duveyrier.

En résumé, cette note déjà longue, quoique nécessairement trop restreinte, suffit, cependant, pour nous montrer avec quelle rapidité et quel ensemble ont progressé et ont été appliquées, en Algérie, les sciences faisant l'objet des études de corps spéciaux.

La commission scientifique, malgré l'insuffisance des matériaux recueillis par elle au milieu de dangers et de difficultés sans nombre, a pu laisser d'excellents et utiles travaux par le seul fait de son organisation bien déterminée.

Ces enseignements de l'expérience nous paraissent prouver, d'une manière éloquente, la nécessité de la création d'un corps savant permanent en Algérie.

Les Algériens, en fondant des sociétés qui se sont livrées à des études nombreuses et variées, ont montré combien ils ont le sentiment de ce besoin : ils ont prouvé, en même temps, qu'ils sont dignes d'un appui sérieux et qu'ils peuvent fournir, dès aujourd'hui, un noyau suffisant d'hommes instruits et dévoués. Mais le peu de densité de la population européenne, la pénurie des ressources de cette contrée en voie de formation, font, au gouvernement de la mère patrie, un devoir d'aider une création que la colonie pourra soutenir, plus tard, elle-même.

Si la France veut que le progrès soit rapide, elle ne doit pas oublier que l'Algérie, en se peuplant d'hommes civilisés, doit s'aider aussi des moyens puissants dont la civilisation dispose aujourd'hui, et que c'est par les sciences seules et dans le pays même que ces moyens pourront être modifiés et utilement appropriés aux besoins particuliers d'une région nouvelle.

Le développement des arts industriels et agricoles ne peut être rapide et sûr qu'à la condition d'être guidé par les théories scientifiques, par les travaux élevés de l'esprit qui dispersent les préjugés de l'ignorance et fécondent les recherches pratiques des masses laborieuses.

Les pas de géant qu'ont faits l'industrie et l'agriculture dans ces derniers temps ne sont-ils pas dus aux travaux si remarquables et si actifs des sciences mathématiques, physiques, chimiques et naturelles ?

Ces considérations nous donnent la certitude que les sacrifices d'argent que ferait la mère patrie pour cette grande œuvre seraient largement compensés par le bien et les avantages qui en résulteraient presque immédiatement.

Cette institution, dont les études et les recherches feraient bien connaître l'Algérie, serait destinée à exercer une heureuse et sage influence sur son développement moral et matériel : les résultats des travaux théoriques et pratiques de toutes sortes qu'elle favoriserait et propagerait seraient destinés à populariser le goût des sciences au milieu de la jeune génération intelligente et bien préparée par les enseignements d'un bon collége : ce serait un point d'attraction scientifique pour les hommes studieux, pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les étrangers instruits qui déjà visitent Alger chaque hiver, et dont le nombre augmente tous les jours.

Ce corps savant, placé à l'entrée d'une contrée peu connue, deviendrait le pionnier le plus actif de l'Institut ; il tiendrait à honneur d'être une émanation de cet illustre corps savant, dont la puissance morale a encore grandi devant nos malheurs, et dont la prépondérance scientifique s'affirme plus que jamais.

Ces pages pourraient se résumer en ces quelques mots : le problème que la France cherche à résoudre en Algérie, c'est la colonisation ; l'industrie et l'agriculture peuvent seules la donner : le prompt et sûr développement de l'industrie et de l'agriculture a pour première base l'étude et la connaissance scientifique de la contrée où elles s'implantent.

NÉCROLOGIE.

M. GODARD-DESMAREST, MEMBRE DU CONSEIL DE LA SOCIÉTÉ (1).

Le Conseil de la Société d'encouragement, déjà si cruellement éprouvé au commencement de l'année 1872 par la mort de M. Combes, a fait, au mois d'octobre dernier, une nouvelle et douloureuse perte. M. Émile-Aristide Godard-Desmarest, membre de la commission des fonds, est mort, à Baccarat, dans sa soixante-dix-neuvième année, après une existence laborieusement et dignement remplie, au milieu même de cette belle industrie des cristaux à la prospérité de laquelle il a si largement contribué.

Industriel éminent, économiste érudit, philanthrope convaincu et pratique, dont la longue existence a été consacrée à la fondation et au développement d'institutions qui font aujourd'hui de l'établissement de Baccarat un modèle d'organisation ouvrière, M. Godard représente un de ces caractères élevés qui font époque dans une industrie et dont nous retracerons les traits principaux.

En 1822, une Société anonyme, dont M. Godard père était administrateur, venait d'acheter l'usine de Baccarat. On n'y occupait alors que 300 ouvriers, et la production annuelle ne représentait qu'un chiffre de 800 000 francs.

---

(1) Nous devons à l'obligeance de M. le comte de Chambrun, membre de l'Assemblée nationale, gendre de M. Godard, les renseignements qui nous ont servi à rédiger cette notice.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Qu'on juge du chemin parcouru ! Aujourd'hui la population ouvrière dépasse 2000 âmes et on fabrique, chaque année, pour 6 millions de cristaux qui sont vendus dans le monde entier.

A l'époque de la formation de la Société, M. Émile Godard-Desmarest avait 28 ans. Ayant fait de brillantes études et s'étant adjoint à son père dans l'administration de l'usine, il se consacra tout entier aux études industrielles, et c'est ainsi qu'il put lui succéder en 1842 et continuer, avec les mêmes traditions d'habileté, une gestion qui devait élever Baccarat à un degré de prospérité inconnu jusqu'ici. Peu d'usines, en effet, présentent une succession aussi continue de progrès, et il suffit, pour les justifier, de rappeler que, aux Expositions de 1823, 1827, 1834, 1839, 1844 et 1849, cet établissement obtint la médaille d'or ; c'est à celle de 1844 que M. Émile Godard fut nommé chevalier de la Légion d'honneur.

L'administration active de M. Émile Godard a eu deux périodes. La première, commencée en 1842, a cessé en 1851, pour faire place à celle de M. Toussaint, appelé naturellement à cette situation par les services distingués qu'il avait rendus depuis 1821 dans la direction. La seconde date de la mort de M. Toussaint, en 1858, et s'est continuée pendant dix années consécutives. C'est entre ces deux périodes que la cristallerie de Baccarat a reçu la médaille d'honneur à l'Exposition universelle de 1855.

Depuis longtemps les hommes d'élite qui dirigeaient cette grande industrie, et à la tête desquels marchait M. Émile Godard, avaient compris qu'une des conditions indispensables du succès, dans une fabrication qui dépend entièrement de l'adresse individuelle et de l'intelligence du travailleur, réside dans la moralité et la stabilité de la classe ouvrière.

Aussi, à une époque où les études économiques et sociales n'avaient encore produit en France aucune des applications qui sont devenues si nombreuses dans ces dernières années, avait-on déjà créé, à Baccarat, des caisses de secours mutuels, administrées par les ouvriers eux-mêmes. La première de ces institutions remonte à 1835, et ce qui prouve avec quelle sagesse et quelle prévoyance les bases en furent posées, c'est qu'après trente-sept années d'un fonctionnement non interrompu elle est encore gérée par ses premiers statuts. Plus tard, d'autres institutions du même genre ont suivi, si bien qu'aujourd'hui chaque catégorie d'ouvriers de l'établissement possède et administre elle-même des caisses de retraite, de malades et d'orphelins.

Hâtons-nous de le dire, dans toutes ces fondations la part de M. E. Godard

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a été grande; aussi la population ouvrière de Baccarat lui est-elle redevable d'un bien-être et d'une moralité qu'il est rare de rencontrer au même degré dans toutes les agglomérations nombreuses d'ouvriers. Grâce à cette tutélaire organisation, les idées de désordre n'ont jamais eu cours dans ce centre manufacturier et, pendant les crises de 1830 et de 1848, on a vu toute cette population laborieuse se grouper autour de ses chefs et les aider puissamment à traverser ces moments difficiles.

Parmi les œuvres de bienfaisance à la fondation desquelles M. Godard a contribué d'une manière plus directe, il convient de citer celle à laquelle il attachait un intérêt tout spécial; c'est un ouvroir où des religieuses enseignent gratuitement aux jeunes filles la couture et tous les travaux d'aiguille que doit connaître une mère de famille. Le rôle de la femme dans le ménage de l'ouvrier est prépondérant et, si élevé que soit le salaire du mari, il ne suffira pas à donner l'aisance et à préparer l'avenir si la femme n'apporte son contingent d'ordre, d'économie, de travail personnel et si elle n'est pas préparée de bonne heure à diriger un ménage, à soigner des enfants sans recourir, pour les mille soins de chaque jour, à des mains étrangères. C'est là ce qu'avait si bien compris M. Godard en créant son ouvroir; il le considérait comme une de ses œuvres les plus utiles, et témoignait de sa sollicitude par les fréquentes visites qu'il y faisait.

En 1868, M. Émile Godard, cédant aux fatigues de l'âge, quitta pour la seconde fois l'administration active de l'usine pour la transmettre à M. Michaut, gendre de M. Toussaint. L'année précédente, la carrière de M. Godard avait été dignement couronnée à l'Exposition universelle du Champ de Mars; le Gouvernement l'avait nommé officier de la Légion d'honneur en même temps que le Jury décernait un grand prix à l'établissement de Baccarat.

Tout en résignant ses importantes fonctions, M. Godard ne s'était pas entièrement séparé de l'œuvre qu'il avait vue grandir. Continuant à vivre au milieu des ouvriers et des ateliers, et comprenant que son concours pouvait leur être encore utile, il avait accepté les fonctions de maire de Baccarat tout en représentant le canton au Conseil général de la Meurthe. C'est pendant les loisirs que lui faisaient ses fonctions de magistrat qu'il reprit les études économiques auxquelles il s'était livré de 1852 à 1858, et qu'il publia successivement deux brochures, qui ne sont que des fragments d'un grand travail auquel malheureusement il n'a pu porter la dernière main. Ces brochures ont pour titre : *Considérations sur le commerce exté-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rieur de la France et *Des effets de l'abondance de l'or sur les monnaies françaises;* elles témoignent des fortes études qu'avait faites leur auteur.

Les événements de 1870 devaient, hélas! porter un rude coup à M. Godard. Le 16 septembre de cette douloureuse année, l'autorité allemande lui envoyait, à la mairie, l'ordre de se faire le collecteur des impôts pour toute la circonscription cantonale. « J'administre une ville et non point un « canton, répondit M. Godard; je ne sortirai pas des attributions que m'a « conférées la loi française. » Il n'en fallait pas davantage pour appeler sur ce digne vieillard la persécution d'un implacable ennemi. Arrêté immédiatement, M. Godard, malgré ses 77 ans, fut emmené à Nancy, et emprisonné avec sept autres otages appartenant au même conseil municipal. Une rançon de 20 000 francs lui rendit la liberté; mais le coup était porté, et la santé de M. Godard, fortement ébranlée par le chagrin, ne devait plus se relever.

Parmi les discours qui ont été lus sur sa tombe, il est intéressant de reproduire celui qu'a prononcé l'un des plus anciens verriers, M. Blascheck :

« Messieurs, je viens, au nom de tous mes camarades de tout âge et de tous grades, « rendre un dernier hommage à l'homme de bien qui fut le chef et l'ami de trois gé- « nérations d'ouvriers à Baccarat.

« Il nous a donné, pendant un demi-siècle, l'exemple du travail, de la bienveillance « et de la fraternité.

« Cet exemple a porté ses fruits; j'en appelle à cette immense affluence qui se presse « recueillie et contristée autour de cette tombe, et qui exprime mieux que ma faible « parole quelle est la douleur commune.

« Votre âme, monsieur Godard, va près de ceux que vous avez aimés, et qui vous « ont précédé dans un monde meilleur; mais votre souvenir restera vivant parmi nous « à Baccarat, et, d'âge en âge, dans l'atelier, on redira, en les associant, les noms de « Godard et de Toussaint, les vrais fondateurs de notre grande famille.

« Vous avez vécu simplement au milieu de nous; vous avez élevé au faîte de la « renommée le nom de Baccarat, et, quand l'heure du repos a sonné, nous vous avons « tous vu assidu à suivre nos travaux et résolu à ne vous séparer de nous que lorsque « l'exigerait l'impitoyable destin.

« Ce jour de la cruelle séparation est venu; nous vous apportons tous le tribut de « nos regrets et de notre douleur.

« Adieu, monsieur Godard, au nom de tous les ouvriers de Baccarat, adieu ! »

On voit, par les paroles qui précèdent, quelle estime et quelle vénération la population ouvrière de Baccarat portait à M. Godard. A une époque aussi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

troublée que celle que nous traversons, il est consolant de voir de tels exemples d'amour de l'humanité d'une part et de reconnaissance de l'autre.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Fabrication de l'alun, par M. Spence, de Newton-Heath (Angleterre). — M. Spence emploie, comme principale matière, un minéral nommé *phosphate de Rodondo,* qu'il tire d'outre-mer, et qui se compose de phosphate d'alumine mêlé d'un peu de fer. Ce minéral, finement pulvérisé et mis avec du charbon dans un four à chaux, est porté à la température rouge, puis traité dans des chaudières de plomb par de l'acide sulfurique à 1,6 de densité. On active la dissolution en faisant passer un courant de vapeur dans le liquide. La quantité de l'acide dépend de celle de l'alumine contenue dans le minerai. Lorsque la réaction est achevée, on étend la dissolution jusqu'à ce que sa pesanteur spécifique ne soit plus que 1,45, et on la porte dans des vases en plomb fermés où l'on fait passer un courant de gaz ammoniac, obtenu par la distillation des eaux ammoniacales des usines à gaz. Pour 1 000 kilog. de minerai, il faut, selon la richesse en alumine, de 2 700 à 4 100 litres de ces eaux. Lorsque la dissolution d'alumine a reçu une quantité suffisante d'alcali, on la laisse reposer, on la décante dans des chaudières en plomb, on l'évapore et on la fait cristalliser. Les eaux mères, qui ne contiennent plus guère que de l'acide phosphorique et un peu de sulfate d'alumine, de sulfate de fer, et de sulfate ou de phosphate d'ammoniaque, peuvent être évaporées et converties en engrais. (*Comptes rendus de la Société allemande de chimie, à Berlin.*)

Sur la méthode de M. Whitworth pour le moulage de l'acier par pression hydraulique, par M. Bessemer. — Dans un rapport sur les progrès de l'industrie du fer et de l'acier, lu récemment à l'*Iron and steel Institute*, à Londres, M. Bessemer a signalé la méthode de M. Whitworth pour couler l'acier sous une pression hydraulique, comme une des plus importantes améliorations dans cette fabrication. Il a fait, notamment, les remarques suivantes : la coulée, sans soufflures, de fortes masses d'acier a, pendant longtemps, présenté de grandes difficultés, principalement parce que la température très-élevée de l'acier fondu donne lieu à l'absorption d'une certaine quantité d'oxygène qui produit une élévation de température, au moment même où la surface extérieure commence à se solidifier. Cet excès de température se dissipe ensuite, mais en laissant l'acier fondu très-poreux. Une autre difficulté résulte de la structure cristalline que la masse prend durant son refroidissement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tant que cette masse reste dans son état cristallin, l'acier n'est que très-peu cohérent, et ne présente, à la traction, que la moitié à peine de la résistance de l'acier martelé ou laminé. Il n'est, d'ailleurs, que très-peu flexible, ne se laisse que très-peu ployer sans se casser, et ne possède qu'une extensibilité fort limitée. Au contraire, s'il est soumis à une forte pression pendant son passage de l'état fluide à l'état solide, les cristaux, qui autrement resteraient presque isolés les uns des autres, se trouvent, grâce à l'élévation de la température et à la compression qu'ils éprouvent, si intimement liés ou même soudés, que la masse prend une cohésion considérable, vraisemblablement supérieure à celle que pourrait faire obtenir un martelage subséquent. Déjà, en 1856, j'ai (M. Bessemer) décrit une méthode pour couler l'acier dans des moules en fer, sous une pression hydraulique, et j'ai pu ainsi faire pénétrer une tige dans le corps d'un piston encore demi-fluide. A peu près dans le même temps, j'ai eu la pensée d'empêcher le dégagement des gaz de l'acier en fusion, par la résistance de l'air soumis à une forte pression dans une capacité creuse bien close, contenant le moule de la pièce de fonte, mais d'autres affaires m'ont empêché de poursuivre mes recherches dans cette direction. Il y a peu d'années, M. Whitworth, auquel la formation des soufflures opposait des difficultés considérables dans la fabrication de ses canons d'acier, a eu, de son côté, indépendamment de moi, la pensée de faire exercer sur l'acier encore fluide, une pression hydraulique, au moyen d'un piston introduit dans le moule. Ses essais ont réussi, et l'acier ainsi obtenu et désigné sous le nom de *métal de Whitworth* ne laisse apercevoir aucune soufflure, même dans les grosses pièces. L'importance d'un procédé qui permet d'obtenir, par la fusion, des pièces d'un métal malléable et plus tenace que le fer forgé est complétement évidente, mais l'établissement des moules de toutes formes présente, encore aujourd'hui, des difficultés. Pour les pièces compliquées, par exemple pour les essieux des locomotives, il serait très-difficile d'empêcher les déchirures dans les coudes, et même impossible de répartir également la pression du piston dans les courbures du moule pendant la solidification de l'acier. Il est vrai que cette répartition n'éprouve aucune difficulté pendant que le métal est très-fluide, mais alors la pression n'est pas encore utile. L'application du procédé présente d'ailleurs de grandes difficultés sous d'autres rapports; ainsi les moules doivent posséder une force de résistance extraordinaire, et n'être revêtus intérieurement que d'une couche très-mince de terre, lorsque cette couche ne doit pas être déchirée par la pression, ce qui nuirait à la forme de la pièce coulée; d'un autre côté, un moule de fonte revêtu d'une couche mince d'une matière qui cède sous la pression ne peut qu'être défavorable pour l'uniformité du retrait de la pièce, qui doit même être exposée aux ruptures. Toutes ces difficultés pourraient cependant être évitées, si l'on moulait, comme à l'ordinaire, dans un châssis, et que l'on enfermât le tout dans une très-forte enveloppe; l'ouverture par laquelle on verserait le métal liquide devrait pouvoir être aussitôt fermée par une vis. On pourrait alors, en déterminant la combustion d'un mélange de poudre d'anthracite et de salpêtre, produire graduellement une pression

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

artificielle aussi forte qu'on le jugerait à propos, et qui agirait dans tous les sens sur la masse fondue, en dispensant d'opérer la pression sur un point. (*Dingler's polytechnisches Journal.*)

Imperméabilisation des tissus en lin et en coton, par M. Grüne. — M. Grüne prépare, pour l'apprêt des étoffes, une composition ou un parement qui résiste à l'eau et au lavage, et qui se compose d'une solution de gomme ou de gélatine, à laquelle il ajoute depuis 1/50 jusqu'à 1/10 de bichromate de potasse. Il en imbibe les étoffes, qu'il sèche ensuite et qu'il expose pendant quelque temps à la lumière. Ce parement devient si solide et adhère si fortement à l'étoffe que l'on ne connaît presque aucun moyen de l'en séparer ensuite. On peut, par ce même moyen, rendre imperméables à l'eau les tissus de lin et de coton. Lorsque ce parement est assez concentré pour fermer complétement les interstices, les tissus deviennent aussi imperméables à l'air. Pour les étoffes grossières, pour les prélarts, par exemple, on ajoute à l'enduit des substances épaississantes, comme de la craie, du sulfate de baryte, de l'argile, de la silice, etc. Les couches d'huile siccative adhèrent assez bien aux étoffes ainsi préparées. On peut enfin, par l'emploi d'une solution de gélatine et de chromate, préparer facilement des tissus imperméables doubles, que le lavage ne peut ensuite séparer. (*Musterzeitung* et *Dingler's polytechnisches Journal.*)

Nouvelle garniture pour les boîtes à étoupe, par M. Girdwood. — M. Girdwood emploie pour garniture dans les boîtes à étoupe des anneaux tressés en fil de cuivre. Les tresses sont roulées jusqu'à ce qu'elles représentent une épaisseur suffisante, puis pressées carrément, amenées à la forme convenable et disposées en anneaux. Ces garnitures possèdent beaucoup d'élasticité et peuvent être employées pour la vapeur surchauffée, ainsi que dans les machines à haute pression. (*Deutsche Industriezeitung.*)

(V.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 10 janvier 1873.

Présidence de M. *Dumas,* président.

Nécrologie. — M. le *Président* annonce à la Société la perte qu'elle vient de faire de M. *Clerget*, l'un de ses membres les plus anciens et les plus dévoués du Conseil. Tout le monde, dans cette enceinte, dit-il, se rappelle le zèle de M. *Clerget* pour les applications de la science, ses travaux scientifiques, son activité, les excellents Rapports

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur divers sujets dont il a enrichi notre *Bulletin* pendant vingt ans, et surtout la bienveillance avec laquelle il accueillait et encourageait les chefs d'industrie, les inventeurs et les ouvriers dont il avait à examiner les travaux. M. *Clerget* laisse parmi nous les plus profonds regrets; l'expression en sera consignée au procès-verbal de cette séance et le Conseil en fera transmettre le témoignage à sa famille.

CORRESPONDANCE. — M. le *Consul général* d'Autriche-Hongrie, à Paris, adresse trois exemplaires du programme n° 66, qui vient d'être publié par la direction générale de l'Exposition universelle de Vienne. Ce document contient la loi et des instructions concernant la protection temporaire qui sera accordée aux inventions dont les produits figureront à cette Exposition. M. le *Consul général* demande qu'on donne à ce programme la plus grande publicité possible, dans l'intérêt des industriels français. (Commission du *Bulletin*.)

Le *comité pour la reconstitution de la bibliothèque de Strasbourg* envoie une circulaire pour demander le concours de tous ceux qui peuvent être utiles au rétablissement de cette bibliothèque. (Commission du *Bulletin*.)

M. *Dupuch* (G.), rue Claude-Vellefaux, 10, présente un indicateur du niveau d'eau des chaudières avec clapet de sûreté automatique. (Arts mécaniques.)

M. *Daguin* (E.), élève des écoles d'arts et métiers, rue Fontaine-Saint-Georges, 43, à Paris, présente un tire-ligne expressif qui permet de faire varier à volonté l'épaisseur d'un trait au moment même où on le trace. (Arts économiques.)

M. *Paupier* (Léonard), fabricant d'instruments de pesage, impasse l'Orillon, 11, à Paris, demande à la Société de faire visiter ses ateliers et les instruments de pesage qu'il fabrique, dans lesquels il a introduit des améliorations importantes. (Arts mécaniques.)

M. *Deleuil*, rue de la Porte Saint-Louis, 10, à Aix (Bouches-du-Rhône), envoie la description et le dessin d'une bêche à deux fins, qui peut être transformée à volonté en pioche, et à laquelle il attribue de grands avantages. (Agriculture.)

M. *Colin*, mécanicien, rue Bichat, 32, propose diverses modifications dans les tiroirs et autres parties de la machine à vapeur, et il demande que la Société les fasse examiner. (Arts mécaniques.)

M. *Vallery*, serrurier, à Beauchamp (Somme), demande à être inscrit pour le grand prix de la Société, au sujet des améliorations qu'il a apportées dans les serrures de sûreté. (Commission spéciale.)

M. *Saix* (Calixte), à Bouyzet, près Florac (Lozère), envoie à la Société des échantillons de diamant noir, dont l'agglomération, dit-il, est encore imparfaite, mais capables d'indiquer les résultats auxquels il peut parvenir. (Arts chimiques.)

M. *Charnelet* père, apprêteur d'étoffes, rue Oberkampf, 98, demande une médaille de contre-maître pour un de ses employés. (Commission spéciale.)

COMMUNICATIONS. — M. *Wolowski*, membre du comité de commerce, entretient la Société de deux sujets qui sont d'une grande importance pour le commerce et l'in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dustrie; la *carte postale* qui va être mise en circulation prochainement, et les *marques de fabrique* qui sont, en ce moment, l'objet d'une proposition faite à l'Assemblée législative.

Carte postale. — On ne se rend pas, en général, un compte exact de l'influence que la facilité des relations, de la correspondance, de l'échange des pensées, exerce sur l'industrie et sur le commerce. Ce fut une véritable révolution dans les affaires qui s'opéra, il y a trente ans, quand l'Angleterre inaugura la taxe des lettres fixe et à un penny, au lieu des lourdes charges que la correspondance imposait à la nation entière. Les Anglais, qui sont depuis longtemps experts en tout ce qui peut activer les relations et faciliter le commerce, devaient évidemment prendre l'initiative de cette mesure. Ils ont compris que la poste est, avant tout, un service public, qui doit satisfaire à des besoins considérables de la nation et que la recette qu'elle procure au trésor public ne doit être mise qu'en seconde ligne; mais ils ont pu aussi prévoir, dès l'origine, que la multiplicité des relations comblerait en peu d'années le déficit et causerait des bénéfices, et cette prédiction s'est amplement vérifiée. Ils ont été suivis dans cette voie par toutes les autres nations commerciales; maintenant on a peine à comprendre qu'un autre régime ait jamais pu exister.

La *carte postale* a été, de la part des Anglais, un second pas dans la même voie; elle leur a permis de réduire encore de moitié le prix de la correspondance.

C'est une lettre à découvert, circulant sous la forme d'une carte de 12 centimètres de longueur sur 8 centimètres de largeur, qui s'achète tout affranchie dans les bureaux; elle dispense du soin de se procurer une feuille de papier et une enveloppe, et elle s'emploie à volonté. Un des côtés porte le timbre de la poste, il est destiné à l'inscription de l'adresse; l'autre côté est en blanc et reçoit le message qui peut être d'une forme quelconque, écriture à l'encre ou au crayon, dessins, lithographie, impression, etc. Cette correspondance à découvert, qui, au premier abord, pourra étonner quelques personnes, se prête à une foule d'usages; envoi de prospectus commerciaux, commandes, accusés de réception, invitations diverses, convocation à des réunions, etc. Elle a eu, en Angleterre, et elle aura aussi chez nous, l'avantage de modifier le style épistolaire en le rendant plus précis, plus bref, en nous habituant à supprimer les vaines formules, les mots inutiles, et à condenser nos idées sous une forme concise. On aura ainsi sous la main une lettre toute prête dont on pourra se servir en peu d'instants, en tout lieu, et qu'on jettera en passant devant une boîte aux lettres. Les relations commerciales ou d'affaires en seront considérablement facilitées, et elle ne sera pas sans utilité pour les correspondances privées à cause de la promptitude et de la commodité avec lesquelles un avis quelconque pourra être donné à tout instant de la journée.

On conçoit donc que la carte postale puisse être en faveur indépendamment de la réduction de dépense qu'elle procure. En effet, son introduction en Allemagne a eu lieu au mois de juillet de 1870 et elle était d'abord d'un prix égal à celui de l'affran-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chissement des lettres, puis elle a été réduite à moitié. Cette égalité n'a pas empêché l'emploi de la carte postale de devenir très-populaire; le nombre des lettres n'a pas cessé d'augmenter et l'emploi des cartes est tel, qu'on évalue maintenant de 8 à 9 000 le nombre de celles qui circulent chaque jour à Berlin.

Le prix de la carte postale est de 1/2 penny en Angleterre, de 1/2 silbergros en Allemagne. Celle qu'on adopte aujourd'hui en France coûtera 10 centimes pour la circonscription d'un bureau de poste ou dans Paris et 0 fr. 15 dans le reste de la France. Mais on a lieu d'espérer qu'elle sera bientôt l'objet d'une réduction à moitié prix, comme cela a eu lieu en Allemagne. Malgré les causes particulières qui ont fait augmenter depuis la guerre tous les impôts français, on pourrait presque dire que cette réduction devrait avoir lieu en raison même de ces malheurs. En effet, l'augmentation qui a été imposée au prix des lettres en a diminué le nombre d'une manière très-sensible, et, par un effet opposé, on doit s'attendre à ce qu'une diminution du prix de la carte postale en augmente considérablement le produit, sans nuire d'une manière importante à celui des lettres. Lorsque la carte a été établie à 1/2 penny en Angleterre, le nombre des lettres était de 860 millions; en 1871 il a été de 915 millions, pendant que, dans la même année, le nombre des cartes postales a été de 75 millions.

En ce moment, l'emploi de ces cartes est en vigueur en Angleterre, en Suède, en Danemark, en Russie, en Hollande, en Belgique, en Allemagne, en Autriche, en Suisse, en Espagne, et il va être adopté en Italie : de sorte que, sans le vote récent de l'Assemblée nationale qui en a prescrit l'usage, sur la proposition de M. *Wolowski*, la France serait restée seule, avec la Turquie, à être privée de ce moyen si utile de correspondance.

Marques de fabrique. — M. *Wolowski* parle ensuite de la protection qui doit être accordée à l'intégrité des marques de fabrique, et des moyens qu'on doit employer pour empêcher toute fraude à ce sujet. Il énumère les avantages, il fait ressortir l'importance de la marque de fabrique, véritable titre de la propriété du fabricant protégeant la qualité des objets qu'il met dans le commerce, témoignage précieux pour le consommateur de la réalité d'origine du produit qu'il achète et dont il recherche la qualité. Imiter, copier une marque de fabrique est commettre une tentative de vol pour s'emparer de la clientèle d'autrui, en faisant croire que la marchandise a une origine différente de sa provenance réelle, c'est en même temps une fraude envers l'acheteur. La marque de fabrique doit être sauvegardée par la loi pénale; elle rentre dans le droit de propriété, qui, chez toutes les nations civilisées, est sous la protection de la loi.

Cette protection lui a, en effet, été accordée en principe. En 1857, une loi spéciale a été promulguée en France pour garantir cette espèce de propriété; mais, malheureusement, les avantages qu'on en a retirés ont été bornés surtout en ce qui concerne le commerce d'exportation. La répression d'une fraude exige des procès longs et coû-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teux, la recherche de l'origine de la fraude est difficile et souvent infructueuse; elle est même ordinairement illusoire, quand il s'agit d'une falsification faite à l'étranger, et le commerce n'a pu obtenir encore de cette loi tout le fruit qu'on en avait espéré.

C'est donc à des moyens simples, n'entraînant pas d'une manière nécessaire le fabricant dans des démarches et des procès qui le détournent de ses travaux, à une protection, en quelque sorte, automatique, qu'il faudrait avoir recours pour atteindre le but désiré, but dont tout le monde sent l'importance et qui satisferait la conscience publique.

Quelques membres de l'Assemblée nationale, MM. *Labélonye*, *Morin*, etc., se sont réunis pour faire une proposition qui paraît réunir toutes les conditions de succès nécessaires, et qui est, en ce moment, soumise à l'examen de l'Assemblée, sur le rapport de M. *Wolowski*.

Ils ont remarqué que l'État appose, dans plusieurs circonstances, un poinçon pour certifier l'origine de certains produits : le plombage des colis à la douane, l'estampille de l'enveloppe des cartes à jouer et surtout la marque des matières d'or et d'argent, en sont des exemples bien connus. Les auteurs du projet de loi ont proposé de généraliser cet emploi de l'estampille officielle, en le laissant facultatif, et de permettre au fabricant de faire apposer, par le gouvernement, une estampille sur la marque ou sur le produit de sa fabrication, en payant, pour cela, un droit qui varierait, suivant les cas et suivant la valeur du produit, depuis 1 centime jusqu'à 1 franc.

Il résulterait de là une double garantie pour le fabricant, car le contrefacteur serait obligé de reproduire non-seulement la marque de fabrique, mais encore l'estampille du gouvernement qui la protége. Il s'exposerait donc à deux genres de poursuites, celles qui pourraient lui être intentées par le fabricant en vertu de la loi de 1857, et celles provoquées par le Trésor, dont les démarches faciliteraient l'intervention de la partie civile lésée et rendraient la répression plus efficace, surtout à l'égard de l'exportation.

Cette garantie supplémentaire, si importante pour le fabricant, ne serait obtenue par lui qu'en se soumettant au payement d'un impôt, impôt volontaire, payé avec plaisir, et dont le versement exact serait garanti par l'intérêt même du contribuable. Il faut avouer que peu de recettes du Trésor public sont dans de pareilles conditions.

M. *Wolowski* demande à la Société de lui prêter le concours des lumières de ses membres pour éclaircir les points qui pourraient paraître douteux dans le projet qu'il vient d'indiquer, et il désirerait qu'une discussion pût être ouverte dans le Conseil à ce sujet.

M. le *Président*, après avoir consulté l'assemblée sur la proposition de M. *Wolowski*, le remercie des détails très-intéressants qu'il vient de donner sur les deux sujets qu'il a bien voulu développer devant la Société d'encouragement. Il est certain que ses paroles ont été entendues avec le plus grand intérêt par tous les assistants, et il lui demande de vouloir bien en remettre au Bureau une rédaction écrite, afin qu'elle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puisse être insérée au *Bulletin* et être transmise ainsi à tous les membres de la Société.

Culture de l'orge en France. — M. *Gibson-Richardson* (G.) présente à la Société des observations au sujet de l'importance qu'un plus grand développement de la culture de l'orge aurait pour la France, au point de vue de l'exportation.

La consommation de l'orge prend une extension toujours croissante dans la Grande-Bretagne; la brasserie étend continuellement sa fabrication et son commerce, tant à cause de l'accroissement de la population que par suite de l'augmentation du bien-être du peuple, et elle est obligée de recourir, dans une très-large proportion, à l'orge de provenance étrangère. Cependant les prix d'achat augmentent rapidement, et ils sont tels, que l'agriculteur français trouverait maintenant dans cette culture une large rémunération de son travail. L'orge française est, d'ailleurs, préférée, par les brasseurs, à celle d'Allemagne et à celle d'Angleterre, et elle a le grand avantage de paraître sur les marchés plusieurs semaines avant cette dernière. La distillerie consomme aussi énormément d'orge et elle s'adresse, comme la brasserie, aux marchés étrangers pour compléter son approvisionnement. La culture de l'orge tend, en effet, à diminuer sans cesse dans le Royaume-Uni, à cause du haut prix de la main-d'œuvre et des avantages que procure la culture des prairies, et cette circonstance, jointe à l'augmentation progressive de la consommation, place les producteurs étrangers qui voudraient s'adonner à cette culture dans une position très-favorable.

M. *Richardson* (G.) annonce qu'il remettra à la Société d'encouragement un Mémoire détaillé, dans lequel les diverses propositions qu'il vient d'indiquer sommairement seront développées et appuyées par des documents très-précis qu'il a entre les mains et qu'il est désireux de faire connaître à la Société.

M. le *Président* remercie M. *Richardson* de la communication qu'il vient de faire à la Société. La culture de l'orge, ajoute-t-il, est, depuis quelque temps, en décroissance en France, et elle a été remplacée par des emplois plus avantageux du sol. Mais il est bien certain que, si un débouché abondant pouvait être ouvert à cette céréale, cette culture redeviendrait florissante, parce qu'il y a en France beaucoup de terrains qui lui sont propres et parce que le climat lui est tout à fait favorable.

Il demande à M. *Richardson*, comme moyen d'établir pour cette céréale un commerce régulier et durable entre les deux pays, de vouloir bien préciser avec soin, dans le Mémoire qu'il annonce à la Société, les qualités qui conviennent plus particulièrement aux brasseurs, les espèces les plus recherchées, enfin les moyens les meilleurs pour satisfaire, le plus possible, aux besoins des consommateurs anglais.

Les renseignements que M. *Richardson* indique sont d'un grand intérêt, et l'agriculture française sera reconnaissante de son intervention éclairée dans cette matière.

Procédés nouveaux adoptés dans quelques usines anglaises. — M. *Lemoine* (Georges), ingénieur des ponts et chaussées, a eu occasion de visiter récemment, en Angleterre, plusieurs fabriques de produits chimiques et des usines métallurgiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a remarqué quelques procédés nouveaux qu'il croit utile de signaler aux industriels français. (La communication de M. *Lemoine* sera insérée au *Bulletin*.)

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil :

MM. *d'Eichtal* (Ad.), ancien banquier; *Violette*, ancien directeur des poudres et salpêtres; *Dalican*, ingénieur-chimiste; *Willm*, chimiste à l'École de médecine de Paris.

Séance du 24 janvier 1873.

Présidence de M. *Dumas*, président.

Nécrologie. — M. le *Président* annonce en ces termes la mort de M. le baron *Charles Dupin*, secrétaire général de la Société :

« Je remplis une tâche bien pénible en vous annonçant la perte cruelle que la Société d'encouragement vient de subir par la mort de notre regretté collègue, M. le baron *Charles Dupin*. Son activité laborieuse avait fait oublier son âge, et quand nous l'avons perdu, à 89 ans, il venait de lire, à l'Académie des sciences, un travail important de statistique qu'il ne voulait pas laisser publier avant d'avoir pu en revoir scrupuleusement tous les calculs. Cette révision a eu lieu en effet, et il m'assurait, peu de jours avant sa mort, qu'ils étaient parfaitement exacts, et que rien ne s'opposait plus à l'insertion de son mémoire dans les Comptes rendus de l'Académie.

« Les obsèques de M. *Charles Dupin* ont eu lieu mardi dernier. M. le général *Morin* pour le Conservatoire des arts et métiers, et M. *Lévêque* pour l'Académie des sciences morales et politiques, ont retracé, dans les discours qu'ils ont prononcés sur sa tombe, les traits principaux de cette vie si active, si consciencieusement remplie et si féconde en œuvres d'une utilité générale.

« Admis à l'École polytechnique le premier, M. *Dupin* en sortit avec le même rang. Pendant le séjour qu'il fit à cette école, des recherches intéressantes sur la géométrie descriptive lui attirèrent les encouragements de *Monge*, qui lui accorda son amitié. Il entra dans le corps des ingénieurs maritimes et, au milieu de ses occupations actives très-diverses, en Hollande, à Anvers, en Italie, en Provence, sur l'escadre de l'amiral Gantheaume, dans les îles Ioniennes, puis en France, il continua sans relâche ses recherches sur la géométrie pure et ses applications diverses aux arts, dans lesquelles il put rectifier les principes peu exacts adoptés jusqu'alors, pour le calcul de la résistance des matériaux de construction. C'est également dans sa jeunesse qu'il fit des recherches géométriques d'une pénétration remarquable et d'une grande généralité de vues, dans lesquelles il fit connaître des théorèmes nouveaux qui le placèrent, dès l'abord, parmi les géomètres éminents; ces théorèmes, sans usage pendant longtemps, n'ont été appliqués d'une manière étendue que dans la dernière partie de sa vie, lui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donnant ainsi, à cette dernière période de son existence, un juste tribut de gloire scientifique nouvelle.

« M. *Dupin* fut admis à l'Académie des sciences, à l'âge de 34 ans, en 1818, et, plus tard, en 1841, il fut appelé à l'Académie des sciences morales et politiques. Si on ajoute le temps pendant lequel il a été membre de ces deux Académies, et quelques années pendant lesquelles il fut membre correspondant, on arrive à trouver en lui un siècle entier de vie académique. Mais, pour M. *Charles Dupin*, cette existence était loin d'être une sinécure ; dans l'une et l'autre académie, il était également un membre actif et laborieux, et il s'y est fait toujours remarquer par la profondeur et la multiplicité de ses travaux. Les publications les plus vastes l'ont occupé successivement. Ce sont les *Forces commerciales, productives, militaires, navales, sociales de la Grande-Bretagne ;* les *Forces productives et commerciales de la France ;* l'*Organisation* et la *propagation de ses leçons de géométrie appliquée à l'usage des ouvriers,* professées le soir au Conservatoire des arts et métiers, et les efforts, sous diverses formes, qu'il a faits, pour développer l'instruction théorique des ouvriers, par la fondation de cours du même genre à Paris et en province. Puis viennent ses grands travaux de statistique qui lui ont acquis une renommée incontestée, par la grande portée des vues qui l'animaient et la rigoureuse exactitude des documents qu'il accumulait. Si, à côté de ces travaux, nous plaçons le plus vaste de tous, celui qu'aucun autre que lui n'aurait peut-être osé aborder, cette étude entreprise à propos du jury de l'Exposition de 1854, qu'il présidait, et dans laquelle il fait connaître les forces commerciales des différentes nations du monde entier, dans une immense revue qui parcourt successivement toute l'étendue du globe, avec une abondance infinie de faits précis et de renseignements appréciés avec le patriotisme le plus vif, nous reconnaîtrons à quel point cette noble vie a été féconde jusque dans ses derniers moments. C'est qu'en effet le patriotisme, le sentiment de l'amour de la France furent toujours, chez lui, d'une vivacité extrême. J'ai toujours conservé le souvenir des séances laborieuses de la réunion des présidents à l'Exposition anglaise de 1851, et des luttes vives soutenues avec une extrême énergie, par M. *Charles Dupin*, pour défendre les intérêts français, et j'ai la conviction que cette énergie active et presque passionnée a été très-souvent utile pour empêcher que les intérêts français ne fussent méconnus.

« Je n'aurais pas donné une juste idée de cette vie si bien remplie, si je ne parlais pas de la foi vive et du profond sentiment religieux qui l'ont soutenu dans toutes les épreuves de la vie. La perte d'un frère tendrement aimé, peu d'années après, celle d'un fils unique qui réalisait les plus grandes espérances, l'ont frappé d'une manière cruelle et l'ont trouvé courageux et résigné. Ceux qui l'ont connu dans l'intimité ont pu admirer le courage avec lequel il luttait contre les douleurs morales et les maladies qui ont accablé sa vieillesse. On le trouvait, en effet, constamment dans son cabinet, travaillant avec application et avec une grande sérénité d'esprit, et montrant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par toute son existence la vérité de cette sentence : *Le travail, c'est la vie.*

« M. *Charles Dupin* l'avait prise pour sa devise, et il l'a conservée fidèlement jusqu'à son dernier jour.

« Je demande au Conseil de faire insérer, dans le *Bulletin*, les discours de M. *Morin* et de M. *Lévêque*, qui font connaître comment la carrière de notre regretté collègue a été remplie. »

CORRESPONDANCE. — M. *Thomas* (Yves), horloger, boulevard de Ménilmontant, 99, nouvel échappement à pendule conique, demande une annuité de brevet. (Arts mécaniques.)

M. *Rarchaert* (Lucien), rue d'Aboukir, 64, locomotive à roues couplées et deux cylindres, circulant dans des courbes de petit rayon. (Arts mécaniques.)

M. *Giroy*, architecte, ancien employé au service municipal de la ville de Paris, avenue d'Italie, 36, demande une première annuité de brevet pour un appareil propre à enlever les neiges. (Arts mécaniques.)

M^elle^ *Thévenard*, rue de la Tombe-Issoire, passage des Jardins, 5, demande à être comprise dans la répartition des revenus provenant du legs de M. *Bapst*. (Commission des fonds.)

M. *Rous* (Ermond), membre de la Société, rue Mouffetard, 70, écrit pour exprimer ses sentiments de gratitude envers le Conseil, pour l'approbation que la Société a accordée à ses godets graisseurs ; c'est à cette approbation qu'il croit devoir rapporter le bon accueil qu'il a reçu de la part des compagnies de chemins de fer et d'autres constructeurs qui ont adopté l'usage de ces godets.

M. *Boriglione* (Émile) demande à la Société d'examiner l'appareil qu'il a inventé pour éviter les trépidations causées par les marteaux-pilons et par les autres machines. (Arts mécaniques.)

MM. les *Secrétaires* rendent compte de la partie imprimée de la correspondance, dans laquelle on remarque plus particulièrement :

M. *Guillemin* (Amédée). La vapeur, ouvrage illustré de 113 vignettes faisant partie de la bibliothèque des merveilles. Paris, 1873. Grand in-18. Hachette, éditeur.

M. *Caillaux* (Alfred). Note sur la dynamite, extraite des Mémoires de la Société des ingénieurs civils. Paris, 1872, in-8.

M. *Mangon*, membre du Conseil, fait les présentations suivantes :

M. *Deherain* (P. P.). Cours de chimie agricole professé à l'école de Grignon. 1 vol. in-8. Paris, 1873. Hachette, éditeur. Cet ouvrage traite successivement du développement des végétaux, de la terre arable, des amendements et des engrais.

Bien que l'auteur aborde les questions les plus délicates de la végétation, il est toujours d'une grande clarté, et tout agriculteur d'une instruction ordinaire pourra le lire entièrement, et y trouver les plus utiles enseignements pour la pratique journalière.

En lisant, dans l'ouvrage de M. Deherain, le résumé, fort complet, des travaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

scientifiques agricoles exécutés depuis trois quarts de siècle dans l'Europe entière, on reste convaincu que la France a dignement tenu sa place dans cette grande revue intellectuelle. Si notre pays ne dispose pas, comme l'Allemagne, d'une trentaine de laboratoires agricoles, dotés d'un budget de près de 2 millions de francs, elle possède, ce qui vaut mieux assurément, les savants qui ont créé la science et les véritables auteurs des découvertes fondamentales qu'on ne fait que développer et appliquer ailleurs. (Comité d'agriculture.)

M. *Genissieu*, administrateur chargé des ateliers de la compagnie générale des voitures à Paris. Note sur une forge à douze feux avec ventilateur, que la compagnie générale des voitures à Paris a fait établir au boulevard de la Villette, dans un dépôt comprenant un effectif de 1 800 chevaux. Cette forge, mise en activité depuis près d'un an, a permis de réaliser une économie de 10 pour 100, au moins, sur la fabrication des fers à cheval, et une réduction de 25 pour 100 sur le temps du travail, au grand profit des chevaux qui restent ainsi moins longtemps à la forge hors de l'écurie. (Agriculture.)

MM. *Le Chatelier*, membre du Conseil, et *Durand-Claye* (Léon). Note sur la présence du phosphore dans les cendres de la houille. (Voir plus haut, p. 123.)

M. *Corbin*, auteur du chemin de fer amovible dit *porteur* universel, fait connaître à la Société des perfectionnements qu'il a apportés à ses appareils depuis l'époque à laquelle le porteur universel a été approuvé par la Société. Il y joint des lettres et documents montrant toute l'extension qui a été donnée à l'emploi de ce moyen de transports, et les excellents résultats qu'il a produits, dans les conditions les plus compliquées, pour les industriels qui s'en sont servis. (Agriculture.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Machines typographiques*. — M. *Laboulaye* (Ch.) lit, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur le livre que M. *Monet* a présenté à la Société, et qui a pour titre : *Manuel du conducteur des machines typographiques*.

Le comité propose de remercier M. *Monet* de l'envoi de son utile ouvrage, et de faire insérer le rapport dans le *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Tour ovale; sa théorie. — M. *Laboulaye* (Ch.) lit ensuite, au nom du même comité, un rapport sur un mémoire présenté par M. *Dreyfus*, ancien élève de l'École polytechnique, sur la théorie du tour à ovale.

Le comité des arts mécaniques demande, 1° que M. *Dreyfus* soit remercié de la communication intéressante qu'il a faite; 2° que son mémoire soit inséré au *Bulletin*, avec le rapport auquel il a donné lieu; que 100 exemplaires de ce mémoire soient mis, par la Société, à la disposition de l'auteur.

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

Outil de bijouterie et joaillerie. — M. *Bouilhet* (Henri) fait, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur divers outils inventés par M. *Capitaine*, habile ou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vrier joaillier-bijoutier, et destinés à faciliter le travail dans les ateliers de bijouterie.

Le comité propose de remercier M. *Capitaine* de la communication qu'il a faite à la Société, et d'insérer au *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu, avec le dessin des deux outils principaux qu'il a présentés.

COMMUNICATIONS DES MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — *Chemins de fer pendant la guerre.* — M. *Baude*, vice-président, donne à la Société un exposé du service des chemins de fer pendant la guerre de 1870-71, et présente, à ce sujet, des considérations d'un grand intérêt sur l'organisation du service mixte qui doit être adopté en pareille circonstance, service qui existait dans tous les pays voisins, la Belgique, la Prusse, l'Allemagne, l'Autriche, etc., mais dont il n'y avait pas même l'apparence dans l'administration française. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

M. le *Président* remercie M. *Baude* de son intéressante communication. Il rappelle en même temps, à propos des inconvénients produits par l'encombrement des gares, que sans cet obstacle on aurait pu apporter, à Paris, une quantité de vivres, en grains et en bestiaux, égale à la moitié en sus de ce qu'on y avait approvisionné, ce qui, en prolongeant les moyens sur lesquels on pouvait compter, pour la résistance de la capitale, aurait produit de grands changements dans la marche de nos armées et dans les résultats qu'elles pouvaient obtenir.

M. *Baude* répond que l'encombrement des gares provient toujours d'un défaut d'équilibre entre l'arrivée et l'enlèvement des objets apportés qui doit être fait par un camionnage organisé à l'avance. C'est donc, surtout, d'une question d'ordre et de direction qu'il s'agit, et avec une bonne organisation préalable on peut toujours atténuer considérablement les inconvénients; tandis que, si on laisse l'encombrement s'établir, la complication des manœuvres à faire dans les gares cause des désordres et des retards qui font, sans cesse, aggraver le mal.

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil :

MM. *Bérard* (Paul), secrétaire du comité des arts et manufactures; — *Kirschleger* (Frédéric), ingénieur civil, à Paris; — *Bunel* (H.), architecte de la préfecture de Paris; — *Renault*, capitaine-ingénieur des sapeurs-pompiers, à Paris; — *Ameline* (Henri), avocat, à Paris; — *Coutelier* (E. J. V.), manufacturier, à Paris; — *Raymond-Radisson*, affineur de métaux, à Lyon; — *Millot*, pharmacien, à Vesoul.

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

72e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XX. — Avril 1873.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

MÉCANIQUE AGRICOLE.

RAPPORT *fait par* M. HERVÉ MANGON, *au nom du comité d'agriculture, sur la* MOISSONNEUSE *présentée par* M. ALBARET, *à Liancourt-Rantigny* (*Oise*).

Messieurs, vous avez renvoyé à votre comité d'agriculture l'examen d'une machine à moissonner présentée à la Société par M. Albaret, constructeur de machines agricoles, à Liancourt-Rantigny (Oise).

Votre comité avait pensé d'abord à saisir l'occasion qui lui était offerte pour traiter devant vous, d'une manière générale et avec tous les détails nécessaires, l'importante question de l'emploi des appareils mécaniques destinés à remplacer le travail de l'homme dans les opérations de la récolte des fourrages et des céréales; mais il a bientôt reconnu que cette étude excéderait de beaucoup les limites d'un seul rapport. D'un autre côté, l'un des concours ouverts par la Société et les communications annoncées par divers constructeurs nous obligeront à revenir, prochainement et à plusieurs reprises, sur tous les détails de cet important problème. Votre comité se bornera donc à vous présenter aujourd'hui quelques observations préliminaires utiles à rappeler avant d'arriver à l'appréciation de l'appareil spécial renvoyé à son examen.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quelques mots sur l'origine de nos moissonneuses feront mieux comprendre qu'une description détaillée les difficultés de la construction de ces machines, la marche suivie par les inventeurs et l'état actuel de cette partie de la machinerie agricole.

On ne parlera pas ici des chars à moissonner mentionnés par les agronomes latins, ni même des machines à faux tournantes, qui firent un certain bruit, en Écosse, au commencement de ce siècle (1).

Nos moissonneuses actuelles n'ont rien de commun avec ces appareils.

En général, quand on change le moteur destiné à effectuer une opération déterminée, il faut changer l'outil qu'il doit mettre en jeu. C'est ce que pensa, avec raison, Patrick Bell, le premier inventeur de la moissonneuse moderne.

Patrick Bell prenait une part active aux rudes travaux de la moisson avec les ouvriers de son père, fermier dans le comté de Forfar, en Écosse. Il s'était souvent demandé s'il ne serait pas possible de faire exécuter la moisson par la force des animaux; mais aucune idée digne d'être réalisée, aucun *principe,* comme il le racontait lui-même, ne s'était encore présenté à son esprit, lorsqu'un soir d'été, en 1827, ses yeux tombèrent sur une paire de ciseaux à tondre les haies, oubliée dans le jardin de son père. Se saisir de l'instrument, courir à un champ d'avoine voisin, couper les tiges à droite et à gauche fut, pour le jeune Patrick, l'affaire d'un instant : il avait deviné l'instrument qui devait remplacer la faux dans sa machine; son *principe* était trouvé, il restait à réaliser l'application.

Patrick Bell, bien que fort instruit, ne dédaignait pas le travail manuel, il se servait adroitement des outils de menuiserie. Il put donc exécuter lui-même toute la charronnerie de sa machine; il fit en bois les modèles de toutes les pièces en fer ou en acier et les confia à différents forgerons du voisinage, se réservant de faire lui-même de son mieux le montage et l'ajustement de l'appareil.

Au printemps suivant, le mécanisme des ciseaux qui devaient couper les tiges de blé était achevé, mais l'inventeur crut prudent, et il fit bien, d'essayer leur fonctionnement avant d'affronter l'épreuve du champ. Un jour que tout le monde était absent de la ferme, il charria dans son atelier quelques brouettes de terre meuble qu'il étala en couche peu épaisse. Il

(1) Voir *Bulletin* de la Société d'encouragement, 1re série, t. XV, année 1816, p. 161.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

piqua verticalement et une à une dans cette couche de terre des tiges d'avoine sèches, de manière à figurer sur quelques mètres carrés une récolte ordinaire.

Ces préparatifs achevés, Patrick, pour éviter toute curiosité indiscrète, s'enferma soigneusement seul dans l'atelier; il s'attela à sa machine, la poussa de toutes ses forces sur le petit champ d'avoine, puis s'élança haletant pour voir le résultat de ses efforts. L'avoine était coupée, il est vrai, mais les tiges jonchaient le sol dans un désordre affreux, qui n'eût pas permis de les sécher et de les réunir en javelles, puis en gerbes.

Bell avait fait une *coupeuse* mais non pas la *moissonneuse* qu'il avait rêvée. Il ne se découragea pas et imagina, pour déposer les tiges sur le sol en *andain* régulier, la toile sans fin inclinée, à mouvement continu, disposition des plus ingénieuses et que les constructeurs ont peut-être eu tort de vouloir remplacer par d'autres mécanismes.

Après avoir réalisé à grande peine ce perfectionnement, Bell transforma pour la seconde fois l'atelier en champ d'épreuve et recommença l'essai. Les tiges furent parfaitement coupées comme la première fois, et correctement déposées sur le sol. Mais, bien différent de beaucoup d'inventeurs trop confiants dans le succès, P. Bell, aussi prudent qu'il était patient et ingénieux, douta encore du bon fonctionnement de sa machine dans une récolte un peu mêlée et agitée par le vent. Il restait encore quelques semaines avant la maturité des céréales, il les employa à imaginer et à construire le volant à quatre ailes, placé en avant de la machine et dont le mouvement de rotation, emprunté, comme celui de tous les autres organes de l'appareil, à l'essieu moteur, devait incliner à l'avance les tiges dans le sens où elles devaient tomber.

Le moment de l'essai définitif était arrivé; mais Patrick Bell, toujours prudent et ne voulant pas exposer le nom de sa famille aux plaisanteries que pouvait amener un insuccès, résolut de faire son premier essai la nuit, et sans autre témoin que l'un de ses frères. A onze heures du soir, quand chacun reposait à la ferme, ils attelèrent sans bruit le plus doux de leurs chevaux, le compagnon de leurs jeux d'enfance, le bon vieux cheval Jock; on me permettra de citer son nom, car Bell ne l'oubliait jamais dans son récit.

La machine fut conduite au champ de froment le plus voisin. Le succès fut complet, deux sillons furent entièrement coupés et les tiges déposées sur le sol en andains d'une régularité irréprochable. C'était la première fois qu'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

machine effectuait le travail de la moisson d'une manière complète et entièrement satisfaisante. Ce fait considérable dans l'histoire de l'agriculture moderne date de la fin de la moisson de 1828.

Plusieurs machines de ce système fonctionnèrent régulièrement en Écosse pendant quelques années, et l'auteur reçut même un prix de la Société d'agriculture d'Édimbourg. Mais P. Bell refusa de prendre un brevet et d'intéresser un constructeur à son invention; peu après, à la mort de son père, il quitta l'Écosse pour aller en Amérique exercer les fonctions de ministre de l'Évangile; à cette époque, d'ailleurs, les Irlandais affluaient en Angleterre au moment de la moisson, de sorte que le problème des moissonneuses mécaniques fut, pour quelques années, à peu près oublié dans le Royaume-Uni.

En Amérique, au contraire, la possibilité de construire des faucheuses et des moissonneuses fonctionnant pratiquement était à peine connue, par la voie des journaux anglais qui parlèrent des essais de P. Bell, que plusieurs inventeurs s'en occupèrent avec activité.

Dès 1831, le célèbre Mac-Cormick prenait son premier brevet. Il remplaçait le mouvement oscillatoire des lames coupantes de Bell par le mouvement rapide de va-et-vient d'une lame de scie à larges dents tranchantes, et il employait la force de l'attelage à *tirer* la machine et non plus à la *pousser* comme le faisait P. Bell.

Ces deux modifications sont importantes et ont été depuis lors universellement adoptées par les mécaniciens. La construction des faucheuses et des moissonneuses prit en Amérique un développement très-rapide. A l'Exposition de Londres, en 1851, les Américains présentèrent plusieurs types excellents de ces machines qui produisirent une vive impression. Les agriculteurs et les mécaniciens agricoles de l'Angleterre les regardèrent comme l'un des plus grands progrès de notre temps. Quelques personnes rappelèrent alors la part considérable qui revenait à Bell dans l'histoire de l'invention des faucheuses et des moissonneuses. Les Anglais savent honorer les grands inventeurs, et, quelques années plus tard, le révérend P. Bell recevait, à l'occasion d'une solennité agricole et aux applaudissements de ses compatriotes, l'une des distinctions les plus recherchées de nos voisins, parce qu'elles sont rarement accordées et toujours bien méritées dans leur pays.

Les constructeurs américains conservèrent dans toutes leurs moissonneuses le volant rotatif de Bell pour incliner à l'avance les tiges des céréales dans le sens où elles doivent tomber. Mais ils n'adoptèrent pas la toile sans fin pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le rangement des tiges en andains. Plus préoccupés de la simplicité de la machine que de la perfection absolue du travail, ils ne demandèrent pas à la moissonneuse, jusqu'en 1845, de ranger elle-même les tiges sur le sol. Un ouvrier spécial, monté sur la machine elle-même et armé d'un râteau, fut chargé du soin de réunir en javelles, sur le tablier de l'appareil, les tiges coupées et de déposer ces javelles sur le sol aussi régulièrement que possible. Le travail de cet ouvrier, souvent employé encore aujourd'hui, est toujours des plus pénibles et devient, pour ainsi dire, impossible quand la récolte est abondante. La moissonneuse était incomplète aussi longtemps qu'elle n'accomplissait pas seule la totalité de sa tâche. Les constructeurs américains reprirent donc avec ardeur, à partir de 1845, la solution du problème complet.

Les uns revinrent à la toile sans fin de Bell plus ou moins modifiée, les autres imaginèrent des cylindres garnis d'hélices saillantes qui conduisaient les tiges sur le sol avec une régularité parfaite.

D'autres, enfin, essayèrent de remplacer, par des mécanismes plus ou moins ingénieux, les mouvements de l'ouvrier javeleur. Les recherches dans cette voie, qui paraît aujourd'hui la meilleure, furent longtemps infructueuses.

Le premier essai digne d'être mentionné, pour atteindre ce but, est le râteau automoteur de Jearum Atkins, de Chelsea-Illinois, breveté en 1853.

Ce mécanisme, fort ingénieux d'ailleurs, était fort compliqué, et, par suite, sujet à de nombreux dérangements; mais il opérait d'une manière satisfaisante, et les constructeurs se sont efforcés, depuis cette date, d'obtenir les mêmes effets avec des moyens plus simples.

D'après l'exposé qui précède des travaux de Bell, de Mac-Cormick et de J. Atkins, on comprend, je l'espère, que les moissonneuses complètes doivent incliner les tiges des céréales dans le sens où elles doivent tomber, les couper ensuite d'une manière parfaite, et enfin les déposer régulièrement sur le sol, soit en andains, soit en javelles. L'appareil du coupage est le même, en principe, dans toutes les machines, et il est inutile de s'y arrêter ici.

Les machines qui font l'andain sont toutes munies d'un volant de Bell pour incliner les tiges, et d'un mécanisme destiné à effectuer leur distribution uniforme sur le sol; nous n'avons pas à nous occuper, en ce moment, de ce genre de machines. Enfin, dans les machines faisant javelle, l'inclinaison des tiges, avant le coupage, et ensuite leur dépôt sur le sol, sont effectués par des râteaux ou des palettes dont le mouvement, dans l'espace, est combiné de manière à atteindre ce double but.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On ne pourrait pas, sans de très-nombreuses figures et sans des descriptions trop longues et trop arides pour trouver place ici, faire comprendre comment le problème est résolu dans les machines les plus répandues aujourd'hui, telles que celles de Samuelson, de Hornsby, de Burgess et Key (1), de Wood et de plusieurs autres, et, par conséquent, on ne pourrait pas exposer assez clairement les perfectionnements apportés par M. Albaret à ces différents mécanismes. Il suffira de dire que la disposition adoptée par M. Albaret, et que le dessin fera facilement comprendre, est l'une des plus simples que nous connaissions.

L'auteur est parvenu à supprimer les excentriques, et les galets conducteurs, ordinairement usités. Une étude géométrique, extrêmement ingénieuse, fort délicate et qui fait autant d'honneur à la science solide qu'à l'esprit inventif de M. Albaret, lui a permis de déterminer les surfaces-enveloppes des positions successives des cônes engendrés par les râteaux de sa machine, pour diverses positions de l'axe de ces cônes. Ce travail préliminaire lui a permis de reconnaître la possibilité de réduire à un axe droit, convenablement dirigé, tout le mécanisme moteur des râteaux chargés d'incliner les tiges avant le coupage et de les déposer ensuite, sur le sol, en javelles régulières.

Outre ce perfectionnement principal, la moissonneuse de M. Albaret présente plusieurs dispositions de détail extrêmement importantes en pratique.

L'attelage de la moissonneuse, traînée par deux chevaux, est bien entendu. Tous les axes tournants sont ajustés dans de longues douilles pour éviter l'usure, autant que possible.

Le tourillon de la bielle, le boulon de la scie et les autres axes animés de mouvements rapides, possèdent intérieurement une partie creuse que l'on remplit d'huile, et qui permet de marcher plusieurs heures sans s'occuper du graissage. D'un autre côté, le diamètre de l'œil de la scie peut être facilement réduit proportionnellement à l'usure de son boulon. On évite ainsi les trépidations si nuisibles que l'on observe toujours dans les machines ordinaires, après un certain temps de service. La hauteur du coupage est facile à régler et le relevage de la scie, pour les transports, s'effectue sans

(1) La machine de Burgess et Key a été publiée au *Bulletin*. (Voy. 2e série, 1859, t. VI, p. 493.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fatigue. Enfin l'embrayage de la machine se fait très-facilement à l'aide d'une pédale placée sous le pied du conducteur.

La fabrication des machines à moissonner a pris, en Amérique, un développement vraiment extraordinaire. Une dizaine des principales fabriques de ces appareils en ont construit, de 1860 à 1864, *deux cent quatorze mille*. Une seule fabrique de Chicago a construit 414,000 faucheuses ou moissonneuses, depuis son origine. La fabrication de ces machines a pris, également, en Angleterre, depuis quelques années, un développement considérable, et c'est de ce pays que nous viennent, jusqu'à présent, la plupart des faucheuses et des moissonneuses employées par notre agriculture nationale. D'après les renseignements que j'ai lieu de croire à peu près exacts, l'importation des moissonneuses anglaises s'élèvera, cette année, à 200 ou 300. La fabrication française n'atteindra pas même ce chiffre peu élevé.

Il est vivement à désirer que l'usage des moissonneuses et des faucheuses se répande en France plus rapidement qu'il ne l'a fait jusqu'à présent, et que nous arrivions à fabriquer nous-mêmes couramment ces appareils.

La moissonneuse Albaret, telle qu'elle existe aujourd'hui avec ses derniers perfectionnements, est certainement supérieure à beaucoup de machines étrangères, et la fabrique de Liancourt, si célèbre par ses batteuses, ses hache-paille et tant d'autres instruments remarquables, a rendu un nouveau service à l'agriculture en s'occupant de la construction des faucheuses et des moissonneuses perfectionnées.

En conséquence, Messieurs, j'ai l'honneur de vous proposer, au nom de votre comité d'agriculture :

1° De remercier M. Albaret de son importante communication;

2° D'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin*, avec un dessin gravé de la moissonneuse de M. Albaret.

Signé Hervé Mangon, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 24 mai 1872.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 488 REPRÉSENTANT LA MACHINE A MOISSONNER DE M. ALBARET.

Fig. 1. Élévation longitudinale de la moissonneuse.

Fig. 2. Vue de bout.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 3. Plan.

Fig. 4. Section verticale partielle suivant l'axe de la roue motrice et montrant le mécanisme d'embrayage et de débrayage.

Fig. 5. Vue de la fourchette de débrayage.

Fig. 6. Vue partielle du secteur denté qui sert à régler la machine.

Fig. 7. Section transversale suivant la ligne I, II de la figure 6.

a, grande roue motrice en fonte avec engrenage intérieur; elle supporte tout le poids de la machine et commande le pignon *b*.

b, pignon engrenant avec la roue *a*, et communiquant le mouvement à la scie et aux râteaux; il est visible en ponctué dans les figures 2 et 3, et en coupe dans la figure de détail 4.

c, roue conique, calée sur l'axe du pignon *b* et commandant un pignon *d*.

d, pignon conique fixé sur l'arbre qui commande la scie.

e, pignon droit commandant l'arbre intermédiaire des râteaux.

f, roue dentée calée sur l'arbre intermédiaire des râteaux.

g, pignon conique commandant la roue *h*.

h, roue conique fixée sur l'arbre oblique des râteaux.

i, tôle recevant le bâti *j* et supportant l'arbre oblique des râteaux.

j, bâti en fonte fixé sur la tôle *i*.

k, douille et crapaudine supportant l'arbre oblique des râteaux.

l, fourchette placée dans la gorge du pignon *b* (fig. 4 et 5), et servant à son embrayage ou son débrayage avec la clavette carrée *m*, laquelle traverse l'arbre sur lequel est monté ce pignon.

n, arbre entouré d'un ressort à boudin, avec partie carrée et filetée (fig. 4); il porte, à une extrémité, la fourchette *l*, et, à l'autre, quatre écrous *o*, et une pièce en fer *p*, placée au milieu pour l'articulation du levier de débrayage *q*. Les quatre écrous servent à régler la fourchette *l* de manière qu'elle ne subisse d'un côté ou de l'autre aucun effort.

q, levier de débrayage commandé par une pédale *r*, au moyen d'une tringle *s*; il est formé des deux bras en équerre situés dans le plan horizontal (fig. 3).

r, pédale pour l'embrayage et le débrayage, placée sur la flèche d'attelage de la machine.

s, tringle reliant la pédale *r* au levier *q*.

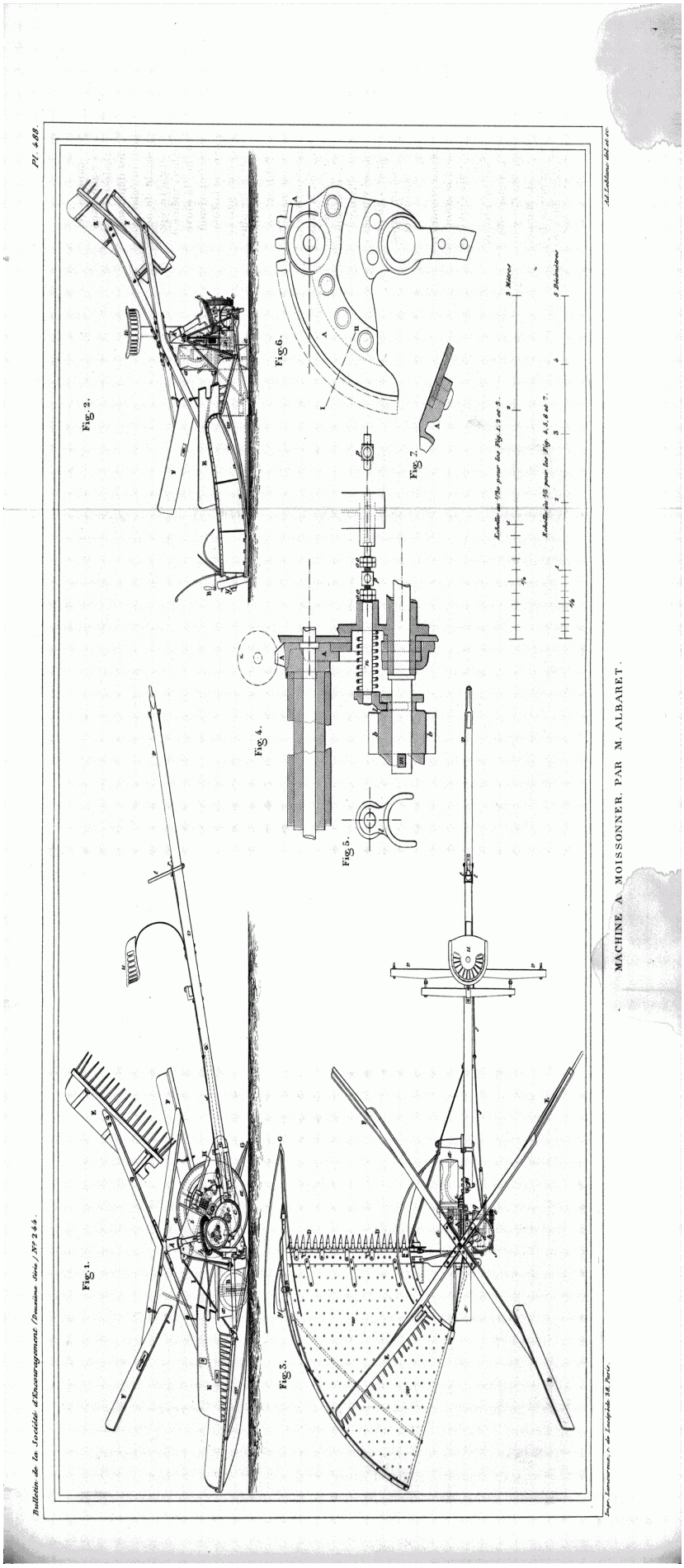
Pour débrayer, il suffit de soulever du pied la pédale *r*; la tringle *s* est rendue libre, et le ressort à boudin qui entoure l'arbre *n* (fig. 4), agissant sur la fourchette *l*, repousse le pignon *b* hors de la clavette carrée *m*.

t, châssis d'embrayage se manœuvrant également avec le pied (fig. 1 et 2).

u, siége à ressort où se place le conducteur de la machine.

v, flèche, palonnier et traverses d'attelage ; cette flèche s'articule autour d'un boulon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

w, tablier recevant les tiges coupées et sur lequel se fait la javelle.

x, boîte à outils.

y, petite roue conique supportant l'extrémité du tablier w.

z, vis commandant le secteur denté A (fig. 1, 3, 4, 6 et 7).

A, secteur denté, monté sur l'axe de la grande roue motrice a et articulant autour de l'axe du pignon b. En changeant la position de ce secteur au moyen de la vis z, on règle la hauteur du coupage ; c'est par le même moyen qu'on relève toute la partie basse de la machine pour le transport sur les routes.

B, vis servant à régler le coupage du côté opposé au mécanisme ; elle se manœuvre, en même temps que la vis z, au moyen d'une clef-manivelle indiquée en ponctué figure 2.

C, scie manœuvrant dans des guides, et formée de couteaux triangulaires montés sur une tringle en acier (fig. 3).

D, dents servant à diviser les tiges et à les maintenir pendant le coupage.

E, râteaux faisant la javelle.

F, ailettes couchant le blé sur le tablier w ; lorsqu'il ne s'agit que de couper du foin, ces ailettes sont remplacées par deux autres râteaux.

G, séparateur en fer.

H, clef à douille pour tourner la vis z, qui sert à monter ou descendre le secteur denté A (fig. 1) ; on a indiqué en ponctué la position qu'elle occupe lorsqu'elle doit fonctionner.

I, tirant fixé d'un bout en haut de la tôle i, et taraudé, à son extrémité inférieure, pour régler la partie postérieure du tablier w.

J, vis servant à régler l'inclinaison du tablier w suivant la nature du travail à exécuter (fig. 1).

(M.)

BIBLIOGRAPHIE.

RAPPORT *fait par* M. CH. LABOULAYE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un ouvrage ayant pour titre :* MANUEL DU CONDUCTEUR DE MACHINES TYPOGRAPHIQUES, *présenté par* M. MONET, *rue Saint-Benoît, 7, à Paris.*

Messieurs, l'ouvrage que vous a soumis M. Monet, chef de l'atelier de tirage de l'imprimerie Claye, placée si incontestablement en tête de la typographie parisienne, appartient à une catégorie de livres bien utiles ; nous voulons parler de ceux qui sont consacrés à fournir aux ouvriers désireux de se perfectionner les renseignements pratiques, la description des tours

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de main qu'ils peuvent à peine apprendre par un long et pénible apprentissage, et dans quelques ateliers de premier ordre seulement.

Il y a déjà longtemps qu'un habile ingénieur, Philippe Grouvelle, disait bien justement dans la préface de son *Guide du Chauffeur,* excellent ouvrage de ce genre : « Quand de semblables livres font défaut, la plupart des « hommes laborieux se trouvent déshérités de l'expérience progressive de « leurs pères et enfermés, par le cercle étroit de leurs travaux ordinaires, « dans une routine qui force chaque individu à recommencer son éducation « expérimentale, au lieu de trouver, dans les ouvrages où elles devraient être « réunies, toutes les observations déjà recueillies dans chaque genre de tra- « vail. »

Les personnes qui peuvent entreprendre de semblables publications sont en petit nombre. Il faut, en même temps, être un praticien expérimenté, un très-habile ouvrier, et avoir quelque habitude d'écrire, conditions qui se trouvent rarement réunies.

M. Monet ayant reçu, à l'école Turgot, cette excellente instruction qui prépare les jeunes gens à devenir d'habiles travailleurs, en même temps qu'elle les initie à la littérature, était parfaitement en mesure d'écrire son *Manuel du Conducteur de machines* de manière à bien guider les ouvriers qui voudraient adopter une profession où l'habileté est aujourd'hui largement rémunérée.

Nous n'entrons pas ici dans l'examen détaillé de cet ouvrage ; les divers chapitres se rapportent aux divers éléments à considérer dans le fonctionnement de la presse, tels que taquage, mise de hauteur des bois, fonte des rouleaux, genres divers de presses mécaniques, habillage des cylindres, etc.; sur chaque point, la meilleure méthode de travail est indiquée, les observations les plus utiles sont consignées. Je m'arrêterai seulement sur la fin du livre, où est traitée en détail, et pour la première fois, la question du tirage et du découpage des vignettes.

On ne croirait pas, sans exemple sous les yeux, combien l'accroissement du foulage, de la pression, donne de la valeur aux noirs d'une gravure, combien sa diminution donne de légèreté aux parties grises. De là résulte la possibilité d'obtenir de beaux tirages en chargeant les premières et en déchargeant les secondes, ce qui se fait en garnissant le cylindre de la presse de trois ou quatre feuilles superposées, convenablement découpées. Cette opération, qui exige beaucoup de précision et de goût, est faite par quelques conducteurs avec un véritable talent; mais d'autres, ne se rendant pas compte

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la limite du procédé, en abusent jusqu'à fatiguer les gravures, et cherchent presque uniquement à exagérer les oppositions de noir et de blanc. Ceux-ci ont grand besoin des conseils du dessinateur pour arriver à l'effet qu'il a voulu produire.

L'ouvrage de M. Monet est intéressant à consulter pour toutes les personnes qui aiment à s'occuper des belles productions de la typographie; mais, surtout, il est indispensable à tous les futurs conducteurs de machines typographiques et méritera à leur auteur leur reconnaissance, car ils y auront trouvé le moyen d'acquérir aisément les connaissances les plus nécessaires et d'arriver rapidement à être d'habiles ouvriers.

Nous vous proposons, Messieurs,

1° De remercier M. Monet de l'envoi de son utile ouvrage;

2° D'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé Ch. Laboulaye, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 24 janvier 1873.

ARTS CHIMIQUES.

Rapport *fait par* M. Gobley, *au nom du comité des arts chimiques, sur une* note *ayant pour titre :* Sur un mode de dosage du cuivre au moyen du cyanure de potassium, *par* M. de Lafollye, *à Tours*.

Messieurs, M. de Lafollye, inspecteur des lignes télégraphiques, à Tours, a adressé à la Société une note sur un mode de dosage du cuivre par le cyanure de potassium. Chargé, par l'Administration, depuis 1865, des travaux de pénétration d'arbres résineux suivant le procédé du docteur Boucherie, M. de Lafollye a profité de ces recherches pour étudier avec soin le mode de répartition du cuivre dans le tissu du bois préparé. Une méthode facile et à la fois très-précise pour doser ce métal lui était indispensable, car il s'agissait de faire de très-nombreuses expériences et en même temps d'évaluer de très-petites quantités.

Pour arriver à son but, M. de Lafollye a d'abord écarté les méthodes par pesées qui demandent beaucoup de temps, et donné la préférence au procédé de Pelouze, fondé, comme on le sait, sur l'emploi du sulfure de sodium

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en liqueur titrée; mais il a rencontré, dans ce mode de dosage, une difficulté provenant de l'altération que la dissolution de sulfure subissait dans les circonstances où il avait dû l'employer. Elle se brunissait très-facilement, et, comme le procédé de dosage consiste à déterminer le point où l'ammoniure de cuivre est décoloré, on conçoit que la coloration du réactif masquait le point précis où son action achevait de s'accomplir. Sans essayer de surmonter cette difficulté, M. de Lafollye a cherché un autre moyen, et il a été amené à une méthode exempte de cet inconvénient, que nous allons exposer.

Lorsqu'on verse dans une solution de sulfate de cuivre une solution de cyanure de potassium, il se forme un précipité de cyanure de cuivre qui se redissout si on ajoute un excès de cyanure alcalin. Il est évident que, dans cette opération, il existe deux points importants, celui où le cyanure employé est en proportion constante avec le cuivre précipité et celui où le précipité est redissous.

La première pensée de M. de Lafollye avait été de se servir du cyanure de potassium seul en solution titrée. Le point où le précipité est dissous est assez facile à saisir, mais comme il n'en est pas de même de la formation du précipité, surtout quand il est abondant, il ne pouvait compter sur un contrôle de la méthode par elle-même; aussi a-t-il pensé, avec raison, qu'il était nécessaire de modifier le procédé, afin d'obtenir un résultat plus précis. Si sur le cyanure de cuivre en suspension on verse de l'ammoniaque au lieu de cyanure de potassium, le précipité est redissous comme avec ce dernier sel, et la liqueur prend une couleur bleue plus ou moins intense, tandis que si le précipité a été préalablement redissous par une quantité suffisante de cyanure alcalin, l'addition d'ammoniaque ne colore en aucune façon la solution alcaline de cyanure de cuivre.

Il résulte évidemment de là que le cyanure de potassium a pour le cyanure de cuivre une affinité qui paralyse l'action colorante de l'ammoniaque; de sorte que, si on répète l'expérience en sens contraire, c'est-à-dire en commençant par l'ammoniaque, la solution cuprique, énergiquement colorée en bleu, doit être complétement décolorée par le cyanure de potassium. C'est, en effet, ce qui a lieu, et le résultat est si net, que, à la fin de l'opération, une goutte d'une solution très-étendue de cyanure fait passer le liquide essayé d'une coloration encore sensible à une décoloration parfaite.

Une solution de cyanure blanc de potassium peut donc être employée, comme liqueur titrée, pour doser très-exactement le cuivre en décolorant son

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ammoniure. M. de Lafollye propose, en effet, ce sel pour remplacer le sulfure de sodium dont se servait M. Pelouze.

Nous devons dire que les réactions et les affinités dont nous venons de parler, ont déjà été étudiées avec beaucoup de soin par M. Buignet dans un excellent travail publié, en 1859, dans le *Journal de Pharmacie et de Chimie*. Ce chimiste avait reconnu, de son côté, qu'elles permettent d'appliquer utilement, soit le cuivre au dosage de l'acide cyanhydrique, soit l'acide cyanhydrique au dosage du cuivre; seulement, tandis que M. Buignet s'est occupé surtout de doser l'acide cyanhydrique au moyen d'une solution titrée de sulfate de cuivre, M. de Lafollye, au contraire, s'est appliqué au dosage du cuivre par le cyanure de potassium, et c'est en cela que la note qu'il a présentée offre de l'intérêt.

Voici comment M. de Lafollye prépare les liqueurs pour le dosage du cuivre :

D'une part, il dissout dans l'acide azotique 1 gramme de cuivre pur; il colore la solution par un excès d'ammoniaque, et étend celle-ci d'eau distillée jusqu'à ce qu'elle ait un volume de 1 000 centimètres cubes; chaque centimètre cube renferme donc un milligramme de cuivre. Cette solution est recueillie dans un flacon bouché à l'émeri. D'autre part, dans un second flacon, on fait une solution de cyanure de potassium. Ensuite, dans un tube gradué, on verse une quantité quelconque de solution, et on note la division marquée. On ajoute peu à peu la liqueur cyanurée, et on cesse dès que la décoloration est complète. Si le nombre de divisions correspondant au cyanure ajouté est moindre que celui correspondant au cuivre, on étend la liqueur en conséquence; si, au contraire, ce nombre est plus considérable, on concentre la liqueur, sauf à l'étendre ensuite. La liqueur est titrée de la manière la plus commode, quand le nombre des divisions de l'éprouvette est le même pour le cyanure que pour le cuivre.

La différence de composition que présente le cyanure de potassium du commerce ne permet pas d'indiquer, d'une manière très-précise, le poids de sel nécessaire pour former la liqueur titrée millime, mais on obtient celle-ci facilement, ainsi que nous venons de le dire. En général, il faut employer une partie en poids de cyanure de potassium blanc, fondu et sec, qu'on trouve abondamment dans le commerce, pour cent parties d'eau distillée.

D'après M. de Lafollye, la présence, dans le sel de cuivre essayé, d'une petite quantité de fer ou de zinc ne nuirait pas à l'exactitude de l'opération.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cependant, d'après M. Yvon, cette assertion serait contredite par l'expérience. M. Yvon indique, dans la note qu'il a publiée récemment, le procédé qu'il a suivi pour en tenir compte; mais nous devons dire qu'il applique son procédé particulièrement aux analyses d'alliages dans lesquels ces métaux entrent en assez grande quantité.

Qnoi qu'il en soit, le mode de dosage du cuivre proposé par M. de Lafollye est très-simple; il permet d'apprécier, dans un temps fort court, de très-petites quantités de métal, et il convient surtout dans le cas où on a à doser de nombreuses et petites quantités de cuivre (1).

En résumé, votre comité des arts chimiques vous propose de voter des remercîments à M. de Lafollye pour son intéressante communication, et l'impression de ce rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé GOBLEY, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 22 novembre 1872.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. HOMBERG, *au nom du comité des arts économiques, sur un* MOYEN POUR RAFRAÎCHIR L'EAU, *employé en Australie, communiqué par* M. RAFFARD.

Messieurs, vous avez renvoyé à votre comité des arts économiques une communication faite par M. Raffard sur les moyens employés, en Australie, pour avoir constamment de l'eau fraîche.

Ce moyen de rafraîchir l'eau consiste en de vastes seaux en toile, à peu près semblables à nos seaux d'incendie, mais ayant environ $1^m,20$ de hauteur sur $0^m,40$ de diamètre. Au-dessus, un sac de toile ou flanelle sert de passoire; un siphon, un robinet de bois et, le plus souvent, un tuyau de toile que l'on abaisse au-dessous du niveau, servent à obtenir l'eau. Ces réservoirs de toile sont, en Australie, suspendus aux branches des arbres, dans des lieux

(1) Il est utile d'indiquer que la solution de cyanure de potassium ne pouvant se conserver longtemps sans altération, il importe, par conséquent, de la retitrer toutes les fois qu'on a à faire des séries de dosages.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ombragés et exposés à la légère brise d'air sec qui, l'été, règne constamment dans ces contrées; leur surface, toujours humide, donne lieu à une forte évaporation, qui maintient l'eau intérieure à une température beaucoup plus basse que l'air ambiant.

Cet appareil, aussi simple qu'ingénieux, paraît convenir parfaitement aux mœurs et au climat du pays où il est en usage. Votre comité ne pense pas qu'il puisse trouver une application bien utile dans nos villes d'Europe, où les alcarazas, qui remplissent le même but, sont très-répandus et d'un usage plus commode.

Toutefois il pourrait être employé souvent avec grand avantage, en France ou en Algérie, dans les campagnes, à l'armée, dans de vastes ateliers où les ouvriers ne peuvent facilement se procurer de l'eau fraîche.

Votre comité pense donc qu'il peut être utile de le faire connaître, et il a l'honneur de vous proposer de remercier M. Raffard de sa communication et d'insérer le présent rapport à votre *Bulletin*.

Signé HOMBERG, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 25 octobre 1872.

ARTS CHIMIQUES.

LES PRODUITS CHIMIQUES A L'EXPOSITION DE LYON EN 1872, PAR M. LAMY,

Membre du Conseil (1).

Messieurs, vous m'avez fait l'honneur de me désigner, l'année dernière, pour aller examiner les produits chimiques à l'Exposition de Lyon, et vous signaler, s'il y avait lieu, les progrès accomplis par l'industrie de ces produits depuis 1867.

Dans la première partie d'un rapport qu'il vous a lu sur les *arts textiles*, M. Alcan vous a déjà présenté un aperçu général de cette Exposition, et a pu vous en donner une idée favorable, en vous entretenant plus spécialement de l'industrie de la soie (2). Moins heureux que notre con-

(1) Communication faite dans la séance du 14 février 1873.
(2) Voy. cahier de février 1873, p. 75.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

frère dans le résultat de la mission que vous m'avez confiée, j'ai rapporté de ma visite une impression probablement aussi moins avantageuse. Tout en reconnaissant les efforts tentés par la commission d'organisation, et les lourdes dépenses devant lesquelles elle n'a pas reculé, pour donner à l'Exposition un éclat et un attrait dignes de la seconde ville de France, il m'est impossible de ne pas constater que cette Exposition n'a pas répondu et ne pouvait guère répondre à la haute idée que ses organisateurs s'en étaient faite. En dehors même des circonstances si difficiles au milieu desquelles elle s'est produite, le souvenir des magnificences du Champ de Mars, en 1867, était encore trop vivant pour ne pas nuire fatalement à l'exhibition des richesses du parc de la Tête-d'Or en 1872. Non-seulement les étrangers, sauf quelques exceptions, mais encore un trop grand nombre de nos industriels les plus importants et les plus éclairés, n'ont pas pris part à ce concours, qui devait être, dans l'origine, international. Et si l'industrie de la soie en particulier, celle des machines à coudre, et quelques autres, ont pu y tenir dignement leur place, il n'en est malheureusement pas de même de la grande industrie de la soude et de ses dérivés qui devait plus spécialement fixer mon attention.

En effet, la plus grande partie de nos fabricants du Nord et du Midi se sont abstenus. Je n'ai remarqué, comme exposants, que M. Daniel de Marseille, l'ancienne maison Ch. Kestner de Thann, et la compagnie de Saint-Gobain, Cirey et Chauny.

Dans les vitrines de ces exposants, un seul produit m'a frappé et m'a paru témoigner d'un progrès récent assez sérieux pour mériter de vous être signalé.

Ce produit, exposé par la compagnie de Saint-Gobain, était un échantillon de fer laminé et courbé, provenant des résidus de la combustion des pyrites.

On comprendra mieux l'origine de ce produit, et sans doute aussi la présence de la grande compagnie à l'Exposition de Lyon, si je rappelle que cette compagnie s'est fondue, il y a deux ans, avec la société de MM. Perret frères, de Lyon.

La société résultant de cette fusion possède aujourd'hui :

1° Les glaceries de Saint-Gobain et de Chauny dans le département de l'Aisne, de Cirey et de Saint-Quirin dans la Meurthe, de Montluçon dans l'Allier, de Manheim et de Stolbert en Prusse;

2° Les mines de Chessy et de Saint-Bel dans le département du Rhône, et de Framont dans les Vosges;

3° Enfin les fabriques de produits chimiques de Chauny, d'Aubervilliers,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Saint-Fond et de Lyon-Perrache, d'Avignon, de Marennes (Charente-Inférieure), et de Saint-Christ (Isère).

Pour donner une idée de l'importance de cette société, au seul point de vue de la fabrication des produits chimiques, il me suffira de dire que la production de l'acide sulfurique, dans ses diverses usines, peut atteindre le chiffre énorme de 200,000 kilogrammes par jour.

La presque totalité de cet acide sulfurique, aussi bien dans les usines de la compagnie que dans la plupart des usines de l'Europe, s'obtient actuellement en brûlant, non du soufre en nature, mais du soufre combiné au fer, dans le minerai abondant qu'on nomme *pyrite*.

La pyrite de Lyon, en particulier, contient, en moyenne, 45 pour 100 de soufre et 39,5 de fer. Après la combustion ou le grillage, elle ne renferme plus que 4 à 5 pour 100 de soufre, le résidu étant formé, en grande partie, de sesquioxyde de fer. Si l'on parvenait à brûler cette pyrite, ou à la désulfurer, au point de ne laisser que quelques millièmes de soufre, on aurait, dans le résidu, un bon minerai de fer, dont la valeur viendrait en déduction des frais de fabrication de l'acide sulfurique.

Mais jusqu'à présent, dans les meilleures conditions de travail courant, on ne laisse pas moins, comme je l'ai dit, de 4 à 5 pour 100 de soufre, et le résidu de sesquioxyde de fer impur est sans usage.

Ce n'est pas qu'il soit bien difficile, en réalité, de chasser tout le soufre de la pyrite; on peut y arriver, en effet, en soumettant simplement cette pyrite brûlée et réduite en poudre à un nouveau grillage suffisamment prolongé. Mais la difficulté, c'est d'opérer la désulfuration d'une manière économique, sans dépense de combustible ou de main-d'œuvre dépassant la valeur du produit final obtenu.

M. Michel Perret pense avoir résolu le problème de la désulfuration totale (1), au moyen du four à étages multiples dont il est l'inventeur, et qui est adopté, depuis plusieurs années, dans la plupart des usines françaises.

On sait que ce four se compose essentiellement de deux parties : inférieurement d'une cuve à grille, où brûle la pyrite en morceaux; supérieurement d'une série d'étages, formés par des dalles en terre cuite, entre lesquels circulent les gaz chauds qui s'élèvent de la cuve. Sur chacun de ces

(1) Brevet du 25 mai 1870 (MM. Perret frères et Olivier).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étages est étalée, en couche mince, la poussière de pyrite, qui brûle, sans être remuée, en vingt-quatre ou trente-six heures au plus. Dans ces fours à étages, comme dans les fours à cuve simples, les résidus de la combustion contiennent encore 4 à 5 pour 100 de soufre, et sont, par conséquent, trop sulfurés pour pouvoir être convertis en fer de bonne qualité. Mais, avec le perfectionnement de MM. Perret, on peut obtenir, dans les mêmes fours, une désulfuration assez complète pour donner des résidus dont la teneur en soufre ne dépasse pas 2 à 3 millièmes.

Ce perfectionnement consiste à opérer un deuxième grillage, à l'aide de la chaleur développée par le premier, de la manière suivante :

Dans le four à étages multiples, on consacre au nouveau grillage une partie du nombre total des étages, de façon que chaque couche de pyrites grillées soit intercalée entre deux couches de pyrites crues, la chaleur de combustion développée par celles-ci maintenant une température suffisante pour la désulfuration complémentaire des premières.

Il est nécessaire, bien entendu, s'il s'agit de pyrites brûlées en morceaux, qu'elles soient réduites en poudre avant leur enfournement sur les étages.

La quantité d'air à introduire, pour la désulfuration totale, doit être plus considérable, non-seulement pour oxyder une quantité de soufre et de fer plus grande que dans le travail ancien, mais encore pour obtenir une oxydation plus énergique et plus complète.

La surface des étages, nécessaire au deuxième grillage, doit être suffisante pour recevoir la totalité des produits, gros et menus du premier, sans qu'il en résulte une trop grande épaisseur de la couche de minerai sur chaque étage.

Enfin, la disposition du four doit être telle qu'on puisse retirer les produits du deuxième grillage sans les mélanger à ceux du premier.

Sous les conditions générales que nous venons d'indiquer, nul doute que M. Perret ne puisse arriver, par deux opérations successives, à désulfurer la pyrite jusqu'à un demi-centième, et peut-être jusqu'à 2 à 3 millièmes. Mais l'opération est-elle économique, et, telle qu'elle est indiquée, permet-elle de transformer en minerai utilisable toute la pyrite consommée? — C'est ce que je n'oserais pas affirmer.

Quoi qu'il en soit, la méthode de M. Perret peut être considérée comme un progrès réel dans la fabrication de l'acide sulfurique, ne fût-ce qu'au point de vue de l'accroissement du rendement, et l'on peut attendre, de l'auteur du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

four à étages, de nouveaux perfectionnements qui résoudront, sans doute, dans toute sa généralité, le problème de la désulfuration de la pyrite.

Je ne terminerai pas ce rapport sans jeter un coup d'œil rapide sur l'état présent de la grande industrie des produits chimiques.

Et d'abord, dans la même fabrication de l'acide sulfurique qui vient de nous occuper, je dois mentionner un autre perfectionnement, importé récemment d'Angleterre en France, au moins dans deux de nos usines du Nord.

Au lieu de refroidir les gaz qui sortent des fours à pyrites, avant leur entrée dans les chambres de plomb, comme on le fait généralement, on utilise l'excès de chaleur qu'ils possèdent, pour concentrer la plus grande partie de l'acide à 52 degrés Baumé. A cet effet, les gaz, à leur sortie des fours, pénètrent à la base de grandes colonnes, ou tours en plomb, à revêtement intérieur de briques, et remplies de coke, ou mieux, de silex poreux, arrosés constamment par l'acide sulfurique faible, que verse, dans le haut de la tour, un tourniquet hydraulique. 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, en lui enlevant environ 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 économie ou 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 colo nne de concentration. Or, ce monte-acide s'use assez rapidement, et cette usure, ajoutée aux frais de marche et d'entretien de la pompe foulante, compense une bonne partie de l'économie du combustible, qu'aurait exigée la concentration opérée en bassins à l'air libre.

L'industrie de la soude est actuellement dans une situation prospère, en France plus particulièrement, depuis que l'on n'a plus à souffrir sérieusement de la concurrence anglaise. Chez nos voisins d'outre-mer, comme sur le continent, on a continué les nombreuses tentatives faites, depuis plus d'un demi-siècle, pour remplacer le procédé Leblanc, sans qu'aucune des patentes nouvelles ait donné lieu à une exploitation plus facile ou plus économique. En Belgique, une fabrique a produit de la soude par le procédé de MM. Schlœsing et Roland, fondé sur l'emploi du bicarbonate d'ammo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

niaque. Ce procédé est peut-être le seul, parmi tous ceux qui ont été plus ou moins préconisés dans ces derniers temps, qui pourrait avoir de l'avenir, si le prix des sels ammoniacaux tendait à s'abaisser au lieu de s'élever.

Une des industries chimiques, annexe de la fabrication de la soude, qui est sur la voie d'améliorations considérables, c'est la fabrication du chlore. Les procédés de MM. Weldon et Deacon, pour la régénération du bioxyde de manganèse, ou la substitution, à ce dernier, d'une matière première plus économique, sont assez répandus déjà en Angleterre, mais ne sont pourtant pas encore appliqués en France, au moins en ce moment. Le procédé de M. Weldon, qui est de beaucoup le plus généralement pratiqué, pourrait perdre notablement de son importance, par suite de l'utilisation, qui commence à se réaliser, du résidu de la fabrication du chlore dans la production des fontes manganésées pour l'acier Bessemer. Ce résidu, en effet, neutralisé par la chaux et desséché dans des fours à réverbère, est recherché par quelques usines métallurgistes pour le fer et le manganèse qu'il renferme, et le prix de vente vient naturellement en déduction des frais de la fabrication du chlore par le bioxyde de manganèse.

Enfin je signale, en terminant, une amélioration considérable dans la production de la baryte, au point de vue économique. Bien que l'ensemble du procédé de fabrication soit encore tenu secret, je puis dire que le perfectionnement en question est dû, principalement, à l'emploi des fours nouveaux à combustible gazeux de MM. Muller et Eichelbrenner.

CHEMINS DE FER.

LES CHEMINS DE FER PENDANT LA GUERRE DE 1870 ET 1871,

PAR M. BAUDE,

Membre du Conseil (1).

Messieurs, nous reproduisons ici le titre d'un ouvrage (2) de M. Jacqmin, ingénieur en chef des ponts et chaussées, directeur de la compagnie des

(1) Communication faite dans la séance du 24 janvier 1873.

(2) *Leçons faites en* 1872 *à l'École des ponts et chaussées*, 1 vol. in-8°, Hachette.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chemins de fer de l'Est. C'est le résumé de leçons professées, pendant l'année qui vient de s'écouler, à l'École des ponts et chaussées. Il est remarquable, à tous égards, par les documents qu'il renferme, par les faits qu'il cite et par les conseils qui en découlent.

Lorsqu'on lit les mémoires (en général justificatifs pour l'auteur) publiés sur les désastreux événements de la dernière guerre, on est frappé de l'incohérence des prétendus plans qui auraient dû la préparer. L'absence de commandement, la légèreté, l'indiscipline sont à tous les degrés de l'échelle. Sans doute, les responsabilités sont diverses, immenses pour les uns, légères pour les autres; mais, depuis l'Empereur jusqu'au plus obscur citoyen, depuis le maréchal jusqu'au simple soldat, il n'est personne qui n'ait, au fond de sa conscience, un reproche à se faire, et qui n'ait coopéré, pour sa part, à cet effondrement, à ces malheurs inouïs dans l'histoire des peuples. Dans ce *meâ culpâ* général, le personnel des chemins de fer, grâce à son organisation, peut être rangé parmi les moins coupables, et la critique de M. Jacqmin, venant d'ailleurs en aide à l'opinion publique, prouve que les administrations qui exploitent ces grandes voies de communication se sont trouvées à la hauteur de l'immense tâche qui leur était répartie.

Les cahiers des charges des compagnies de chemins de fer ne contiennent rien de particulier pour le transport des troupes, en temps de guerre, si ce n'est des réductions sur les tarifs, applicables dans tous les temps. Ainsi les militaires ou marins, voyageant en corps ou isolément, ainsi que le matériel, ne payent que le quart du tarif légal. Si l'État notifie à la compagnie qu'il peut exiger tous ses moyens de transport, que voies, véhicules, machines, ateliers, sont à sa merci, alors le tarif appliqué est de moitié, et non plus du quart.

On ne saurait, en effet, introduire dans un cahier des charges ce qui est du domaine des règlements. Les seuls qui aient été rendus en cette matière ont trait à quelques articles de l'ordonnance surannée de 1846, qui régit encore les chemins de fer, alors que le Ministre de la guerre juge à propos d'adresser des réquisitions aux compagnies. Ainsi, par exemple, on ne doit pas composer un train de voyageurs de plus de vingt-quatre waggons, tandis qu'un train militaire peut être porté à quarante, sous la réserve que la vitesse de marche ne dépassera pas 30 kilomètres à l'heure. Un autre règlement, promulgué en 1861, fixe les précautions que l'on doit prendre pour le transport des poudres. Le Ministre de la guerre a fait également diverses prescriptions sur le mode d'embarquement et de débarquement des troupes d'infan-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

terie, de cavalerie et d'artillerie, sur l'arrimage des sacs sous les banquettes, et sur des dispositions de détail qui, faute de pratique ou de discipline, sont singulièrement méconnues en temps de guerre. Mais dans tous ces règlements, assez insignifiants par eux-mêmes, on ne trouve aucune trace d'entente entre les expéditeurs ou réceptionnaires militaires et les compagnies.

Cette lacune avait frappé, pendant son trop court ministère, le maréchal Niel, de regrettable mémoire. Le général Niel, qui commandait un corps d'armée en Italie, tout en admirant la célérité des transports qui furent effectués par la compagnie du chemin de fer de Lyon-Méditerranée, avait remarqué des cas nombreux d'encombrement aux gares. Avant même d'être Ministre, et pendant son commandement à Toulouse (nous en avons été le témoin), il avait entretenu ses anciens camarades des ponts et chaussées de la nécessité d'une entente entre les officiers d'État-major et les ingénieurs pour l'appropriation des chemins de fer aux besoins de l'armée.

La commission nommée par le maréchal Niel était composée de six officiers, et des directeurs ou chefs d'exploitation des six grandes compagnies de chemins de fer. Cette commission eut vingt-neuf séances, et le résultat de ses délibérations, sans qu'elles aient été formulées dans un document officiel, fut qu'il y avait lieu de créer, à Paris, une commission centrale militaire composée d'officiers généraux, d'officiers d'artillerie et du génie, de fonctionnaires de l'intendance, et d'un délégué de chaque grande compagnie, qui réglerait les rapports des militaires et des compagnies en ce qui concerne les chemins de fer. On s'occupa de la formation des trains de troupes; on fit des tableaux indiquant la composition d'un train en officiers, soldats, chevaux, voitures, bagages; on fit varier les tableaux suivant que le train était destiné à l'infanterie, à la cavalerie ou à l'artillerie. On s'occupa beaucoup de la fixation de la vitesse des trains, du passage aux bifurcations, de l'alimentation des machines, de l'arrêt des trains pour repos et repas. Choses plus sérieuses que tous ces détails qui sont, pour les hommes pratiques, l'A B C des chemins de fer, on s'occupa aussi de l'embarquement et du débarquement des troupes, soit dans les gares et stations, soit en pleine voie. Au moment où quelques-unes des instructions de la commission allaient passer à l'état d'expérimentation, la mort surprit le maréchal Niel, et soit déplaisances personnelles, soit confiance illimitée dans l'intelligence française, son successeur ne donna aucune suite aux travaux préparatoires de la commission.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Telle était la situation au mois de juillet 1870, où la guerre fut déclarée, et l'on s'engagea dans les transports des chemins de fer, sans se douter que la première précaution à prendre était de ne pas encombrer les gares, que l'expéditeur devait se soucier du destinataire et s'enquérir des moyens qu'il avait pour l'enlèvement des munitions de tout genre ; que le soldat ne devait pas être abandonné à la simple surveillance des agents des compagnies, sans autorité sur eux; qu'il fallait faire arriver les régiments au complet, et ne pas laisser des soldats en arrière, masse flottante qui a été, pour nos armées, une plaie et une honte !

Comme annexes à la commission centrale que le maréchal Niel voulait créer, il avait pensé qu'il convenait de former, sur chaque réseau, une sous-commission composée d'un officier du génie, d'un officier d'artillerie et d'un ingénieur de la compagnie pour résoudre sommairement toutes les questions qui se présenteraient et donner toutes les instructions nécessaires pour le fonctionnement des transports militaires. C'était une idée dont on retrouvera la réalisation dans les règlements prussiens; mais, comme pour toute autre chose, rien ne fut fait.

Avant d'entrer dans les nombreux et tristes détails que révèle l'ouvrage de M. Jacqmin, et dont nous vous dirons tout à l'heure un mot, il nous paraît utile de vous présenter l'ensemble de l'organisation prussienne dans ses rapports avec les chemins de fer.

On reconnaît partout, dans toute cette organisation, l'union, la juxtaposition, si on nous permet une expression semblable, de l'officier d'État-major et du fonctionnaire technique des chemins de fer; jamais l'un n'agit sans l'autre, jamais l'un ne signe sans l'autre. On évite ainsi les bévues, sans cesse reproduites sous nos yeux pendant les années néfastes de 1870 et 1871.

A Berlin réside une commission centrale des chemins de fer, et elle est composée d'officiers supérieurs et de conseillers de divers départements civils, ayant la direction ou l'exploitation de ces voies de communication. On sait qu'en Prusse l'État exploite plusieurs chemins de fer, à côté de compagnies concessionnaires.

Près de la commission centrale se trouve une commission d'exécution, composée d'un officier d'État-major et d'un ingénieur technique qui prescrivent, d'accord entre eux et en commun, les mesures à prendre pour les transports militaires.

Ce n'est plus assez, quand on en vient au détail. Il y a aussi ce qu'on appelle des commissions de lignes, composées d'un officier et d'un agent ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ingénieur du chemin de fer. L'action de ces commissions spéciales, lorsqu'il y a des transports de troupes dans différentes parties de l'Empire, s'étend sur un parcours de 300 à 1 200 kilomètres environ.

Elles visitent toujours, par avance, les sections que les troupes doivent parcourir. Elles s'assurent des dispositions prises sur les lieux où troupes et matériel doivent être embarqués et débarqués ; des approvisionnements réunis ou à réunir au moment de leur arrivée. Elles prennent les mesures nécessaires pour faire regagner leurs corps aux soldats attardés. Là, il y a partout alliance de l'autorité militaire qui commande et qui maintient une discipline rigoureuse vis-à-vis du soldat, et de l'homme technique du chemin de fer qui instruit l'autorité et lui évite les erreurs qu'elle pourrait commettre.

Il serait fastidieux pour vous, Messieurs, et oiseux en même temps, d'entrer dans tous les détails des règlements prussiens. Il est à remarquer, toutefois, que ceux-ci estiment que sur les voies uniques on peut expédier dix trains par jour et quatorze sur les voies doubles, sans porter atteinte au Service des postes, et en conservant encore ce qui est rigoureusement nécessaire aux transports des voyageurs. Vous verrez que nous pouvons faire beaucoup plus que cela.

Tout est prévu dans ces règlements militaires, qui ont une grande analogie avec ceux qui régissent les chemins de fer dans l'Empire d'Autriche. Les tableaux de transports des troupes réglés d'avance, *ne varietur*, permettent à tout chef de corps, à tout général d'armée de savoir, à chaque instant, où voyage, où s'arrête chaque compagnie d'un régiment. Il n'y a ni presse, ni confusion dans ces mouvements, qui sont réglés d'avance et exécutés avec une sage lenteur qui prévient tout désordre.

Le premier règlement prussien pour les transports de troupes sur les chemins de fer remonte au 1er mai 1861. Il a été édicté par le général Von Roon, encore aujourd'hui Ministre de la guerre.

On s'y occupe d'abord du matériel de transport, des aménagements particuliers qu'on doit y installer, de la proportion à garder entre ce matériel et l'ensemble des troupes qui doivent s'en servir. On traite ensuite de toutes les dispositions particulières aux gares où les troupes doivent séjourner, de ce qu'on doit y préparer d'avance; quels sont les quais, les rampes pour embarquer ou débarquer les chevaux et les affûts, les emplacements pour chaque nature d'objets amenés par les trains.

On sait où doivent s'alimenter hommes et chevaux, et l'on prépare d'avance tout ce qui est nécessaire à cet effet. Ces règlements ont reçu successivement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un grand nombre d'annexes, et ils s'appliquent aussi bien aux chemins de fer exploités par l'État qu'à ceux qui sont aux mains des compagnies.

En 1870, les Gouvernements de la Bavière, du Wurtemberg et du Grand-duché de Bade adhérèrent aux règlements prussiens de 1861. Tous les autres chemins des compagnies de la confédération du Sud n'hésitèrent pas à s'y rallier.

Il existe, en Allemagne, une institution qu'on installe immédiatement dans toute gare où doivent s'effectuer ou se concentrer de grands mouvements militaires : nous voulons parler des commandants d'étapes qu'ont vus fonctionner un trop grand nombre de nos gares du chemin de fer de l'Est, alors qu'il était sous le séquestre prussien.

Aussitôt arrivés, ces commandants se mettent à la tête d'une gare, et tout leur est subordonné, bien qu'ils restent eux-mêmes sous l'autorité des commissions de ligne.

On choisit, en général, des officiers qui connaissent les règlements de l'exploitation et le service des gares. Ils doivent parler la langue du pays, s'enquérir des ressources qu'il présente en vivres, logements, etc.

Ils veillent à la distribution des vivres, à l'installation des lieux où le soldat doit manger, à celle des cuisines provisoires. Ils s'assurent des approvisionnements d'eau, et ne négligent même pas les latrines du soldat en passage.

Si la gare a besoin d'être mise en état de défense, ils s'occupent des mesures à prendre pour qu'elle soit à l'abri d'un coup de main. Ils peuvent requérir des troupes à cet effet.

Dans tout ce qui concerne l'aménagement des troupes dans la gare, le commandant d'étape est obéi par les officiers même d'un grade supérieur, qui s'y trouvent en passage.

Toutes les mesures que nous ne faisons qu'indiquer ont été expérimentées pendant la paix ; tout alors fonctionne avec ordre au moment de la guerre.

Les armées en Autriche, et même en Belgique, ont leurs règlements pour les transports de troupes sur les chemins de fer ; ils ont une parfaite analogie avec le règlement prussien. Cela se conçoit, il n'y a qu'une seule façon de bien faire, sans exclure cependant les perfectionnements ; mais ajoutons que, pour exécuter de bons règlements, il faut cette discipline absolue qui se trouvait exister à un si haut degré chez nos ennemis.

Nous arrivons à une tâche pénible dans l'analyse de l'ouvrage de M. Jacqmin : c'est l'emploi que notre incurie a fait des chemins de fer pendant la guerre de 1870 et 1871. Là, tout est légèreté, ignorance, gaspillage dans l'emploi de ces admirables instruments de transport où les agents rivalisaient de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

zèle et de courage, et bien qu'employés civils donnaient des exemples de discipline et d'ordre à plusieurs de ceux-là même dont ces vertus devaient être l'apanage.

Ce n'est pas que nous ayons la prétention de dire qu'elles nous eussent sauvés de nos défaites; le nombre, l'organisation antérieure étaient contre nous; mais elles les eussent certainement amoindries.

Dans le récit rapide que nous allons faire, le chemin de fer de l'Est occupe la plus grande place; c'est lui, en effet, qui a le plus fait et en même temps le plus souffert, puisque nos nouvelles frontières lui ont enlevé 840 kilomètres de son exploitation.

Dès le 15 juillet 1870, le Ministre de la guerre prenait un arrêté qui mettait à la disposition de son département tous les moyens de transport des chemins de fer de l'Est, du Nord et de Lyon. Ce régime exceptionnel n'a cessé qu'au 30 juillet 1871. Les lignes de l'Ouest et d'Orléans avaient reçu l'avis de se préparer aux mêmes services.

Le chemin de fer de l'Est, qui aboutissait aux places fortes de Metz et de Strasbourg, était naturellement le principal instrument de transport des troupes vers notre frontière. Dans la nuit du 15 au 16, tous les ordres étaient donnés sur les trois directions qui pouvaient conduire à Strasbourg et à Metz : par Frouard en ligne directe, par Belfort et Colmar, par Reims, Charleville, Sédan et Thionville.

Dans la nuit du 16 juillet, à partir de 5 heures 45 minutes du soir, on expédiait. . . . . 15 trains.

Le 17, on en expédiait.	49	—
Le 18, —	54	—
Le 19, —	62	—
Le 20, —	50	—
Le 21, —	55	—
Le 22, —	74	—

et ainsi de suite; en 22 jours, la compagnie de l'Est avait expédié 300 000 hommes, 65 000 chevaux, 6 600 canons ou voitures, 4 400 waggons de munitions et de subsistances.

Dans les dix premiers jours, c'est-à-dire le 26 à minuit, l'effectif transporté à la frontière était de

Hommes.	186 620
Chevaux.	32 410
Canons ou voitures. .	3 162
Waggons de munitions.	995

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Certes, grâce à de grands efforts, l'activité déployée avait permis de devancer de beaucoup l'armée allemande : nous n'avons pas à examiner s'il eût été alors possible de porter, à ce moment, la guerre sur le territoire ennemi.

Toutefois les départs, les premiers surtout, accusaient l'inexpérience des corps et des soldats dans l'embarquement des troupes. Il y a, sans doute, de grandes et honorables exceptions dans ce que nous avons à dire ; mais, en général, les troupes arrivaient aux gares trois ou quatre heures avant le départ ; elles gênaient les manœuvres, et quantité de soldats oisifs et débandés encombraient les cabarets, conduits ou régalés par ces bandes ignobles qui criaient : A Berlin ! Ces malheureux perdaient leurs munitions, revenaient ivres aux abords des gares, incapables de s'embarquer, et formaient ensuite ce qu'on appelle des *isolés*, soldats qui ont abandonné leur drapeau. Ils erraient longtemps de buffets en buffets des stations, secourus par d'honnêtes ou naïfs citoyens, jusqu'à ce qu'ils fussent enrôlés par l'intendance dans ces bandes à uniformes bigarrés que conduisait un sous-officier. Que faire ? Comment punir ? Dans la précipitation de la déclaration de guerre, on avait oublié, d'ailleurs, de former des cours martiales qui assurent la discipline de l'armée.

Tout le personnel des compagnies a fait de grands efforts sans doute, mais il lui était impossible de maintenir l'ordre au milieu de cette foule de soldats débandés.

Un régiment d'infanterie se compose, d'ordinaire, de

Officiers.	70
Hommes.	2 890
Chevaux.	39
Voitures.	14

Il peut ainsi former la composition de trois trains, soit

Officiers.	23 à 24
Hommes.	943
Chevaux.	13
Voitures.	4 à 5

Or il arrivait que cet effectif n'était presque jamais au complet. Il eût fallu alors faire partir des trains à moitié charge, ce qu'on ne pouvait tolérer, ou bien les composer de corps mélangés, ce qui eût augmenté démesurément le nombre de ces soldats ne pouvant rejoindre leurs corps.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous ne saurions attaquer l'Intendance de l'armée, composée, en général, d'officiers si distingués, mais l'encombrement et le désordre dans les gares accusent le défaut d'organisation de ce corps, et une ignorance complète de ce que peut faire un chemin de fer. Ainsi on expédiait sans savoir qui devait recevoir; aussitôt en résultait une confusion, comme on peut en juger par exemple, pour la gare de Metz.

Metz ne manquait pas de moyens de dégagement. On disposait de la gare proprement dite, à la Porte Serpenoise, des voies des ateliers de Montigny-les-Metz, de la gare de Devant-les-Ponts.

Les voies de garage avaient un développement de 6 500 mètres. On pouvait mettre, sur 2 708 mètres de voies, accotées de deux quais, 310 waggons qu'on pouvait décharger simultanément. En vingt-quatre heures, il était donc facile de rendre libres 900 waggons; mais il fallait, pour cela, que l'enlèvement de la marchandise fût immédiat.

Le camionnage seul de la compagnie, qui avait traité avec le Ministre de la guerre pour 100 tonnes par jour, en enlevait, en moyenne, 600. Les voitures requises affluaient sur les places, dans les rues de Metz; mais on ne prenait pas livraison, on ne savait à qui livrer, lorsqu'en même temps tous les Services demandaient la priorité. Le moindre garde-magasin venait donner des ordres, s'emparait des chefs de gare, tandis que l'artillerie réclamait le privilége d'être servie la première; c'était un désordre inextricable. On recevait des ordres pour immobiliser les chargements dans les waggons, et faire de ceux-ci de véritables magasins de distribution. Deux fois, on reçut des ordres pour immobiliser quarante trains pour le transport d'un corps d'armée de 30 000 hommes ; on n'en fit pas usage, et les services d'approvisionnement furent deux fois suspendus, faute de waggons dont on ne se servait pas.

Nous n'insisterons pas, mais on peut lire dans le livre de M. Jacqmin une série d'ordres contradictoires auxquels se pliaient les compagnies, sans succomber, toutefois, grâce au dévouement, au courage d'un personnel civil bien discipliné.

Combien on devait regretter alors l'institution des commissions mixtes qui auraient prévenu tous ces désordres!

On peut signaler aussi, dans bien des circonstances, l'emploi irréfléchi des chemins de fer pour le transport des troupes, alors qu'il eût été préférable d'employer la voie de terre, soit parce que les lignes n'étaient pas gardées, soit que les distances fussent trop courtes, soit que les troupes fussent ame-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nées dans des gares déjà encombrées. Mais les faits cités à ce propos se rapportent à des époques postérieures à nos premières défaites.

La tendance à immobiliser les waggons, si grande dans l'Administration militaire, n'était pas moindre chez les autorités civiles qui prétendaient aussi, pour la plupart, réquisitionner sur les chemins de fer tous les transports à leur convenance. Sans doute, tout n'est que vanité; mais il en est une particulière à quantité de maires, c'est de faire acte d'importance sur la gare de leur commune ou de leur canton. On résiste à ces prétentions, mais elles compliquent singulièrement le service. Ainsi, par exemple, on faisait établir un camp de manœuvres pour l'instruction de la garde mobile près de Lyon, à Vénissieux, sur la rive gauche du Rhône. Les baraquements ayant éprouvé du retard, le Préfet s'imagina de réquisitionner tous les waggons disponibles de la compagnie des chemins de fer de l'Est pour suppléer aux baraquements qui faisaient défaut. A la vérité, on ne tint aucun compte de ses injonctions qui furent réprimées par le Gouvernement de Bordeaux.

Nous ne saurions entrer, sans dépasser les bornes de cette communication, dans l'analyse des chapitres intéressants où M. Jacqmin parle des services rendus par les ateliers des chemins de fer pendant le siége, de la merveilleuse activité qui a été déployée pour le ravitaillement de Paris, malgré les dévastations de toute nature subies par les lignes, des mesures plus ou moins acerbes prises par les Allemands, alors qu'ils s'étaient emparés de l'exploitation des sections de nos lignes ferrées, des obstacles créés par la destruction d'ouvrages pour arrêter la marche de l'ennemi. On ne saurait faire de la concision en abrégeant des détails déjà très-concis, et des observations très-sagaces présentées sur l'emploi des chemins de fer pendant la guerre.

Nous n'avions rien prévu pour la défense de certaines gares de bifurcation, qui, occupées par quelques éclaireurs ennemis, mettaient à la disposition de l'armée envahissante des moyens d'évacuation qui auraient pu nous être encore si utiles.

L'étude légère, ou plutôt l'absence d'étude de nos voies ferrées par certains ingénieurs militaires, a fait détruire, bien inutilement, une foule d'ouvrages d'art; d'autres qui auraient pu créer, par leur destruction, des forces retardatrices opposées à la marche de l'ennemi ont été négligés.

Nous étions tellement confiants en nous-mêmes, que tandis que les Allemands exécutaient de grands travaux sur les lignes principales pour faire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sauter certains ouvrages d'art, et cela avec réserve et méthode, nous ne songions nullement à prendre les mêmes précautions. Toutefois, comme, en cas de défaite, il venait à la pensée de chacun de s'occuper de la défense de la ligne des Vosges, la compagnie de l'Est avait demandé au Ministre de la guerre l'autorisation de faire, sous la direction des officiers du génie, certains travaux à la hauteur de Lutzelbourg pour détruire une partie du souterrain, et encombrer les tranchées profondes qui traversent les Vosges. Ces travaux furent exécutés, mais il n'appartenait pas à la compagnie de faire sauter ses propres ouvrages d'art pour créer ces obstacles à la marche envahissante de l'ennemi. Ils servirent donc à la retraite du corps de Mac-Mahon après la perte de la bataille de Frœschwiller, mais ils restèrent libres pour la poursuite de l'ennemi, à la grande joie de l'État-major allemand qui s'attendait à les voir coupés.

Parmi les obstacles de ce genre qui gênèrent beaucoup les communications de l'Allemagne avec Paris pendant le siége, nous citerons le souterrain de Nanteuil, qui, au delà de la Ferté-sous-Jouarre, passe sous un contre-fort qui s'avance vers un coude accentué formé par la vallée de la Marne. Les ponts et les pieds-droits avaient été détruits par six fourneaux de mine sur 25 mètres de longueur. En vain les Allemands tentèrent-ils de rétablir ce passage; les éboulements de sable de la partie supérieure ne permirent même pas d'établir une simple voie sous des blindages sans cesse renversés par de nouveaux éboulements. Ils prirent alors le parti de contourner la montagne au moyen d'une voie provisoire de 5 000 mètres de longueur, avec des courbes de 125 mètres de rayon. Ces travaux occupèrent un espace de temps de plus de trois semaines, ce qui contraria fort leurs communications avec Paris investi.

L'ouvrage de M. Jacqmin, dont notre analyse rapide ne peut donner qu'une pâle idée, est naturellement suivi de conclusions. Nous les citerons avec d'autant plus de confiance, que déjà le Ministre de la guerre a pris des mesures propres à rendre familières à notre armée, dans une certaine mesure, les connaissances qu'elle aurait dû avoir des manœuvres sur les chemins de fer, si on avait donné suite aux sages prévisions du maréchal Niel.

L'organisation du réseau des chemins de fer, réparti en six grandes compagnies, a répondu à tout ce qu'on pouvait exiger d'elle : dévouement d'un personnel dont il faut espérer qu'on ne détruira pas la discipline; entente des directions des grands réseaux qui peuvent mettre à la disposition les unes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des autres un immense matériel; administrations intelligentes qui se mettent, au besoin, dans les mains du Gouvernement. Certes il est difficile d'avoir, aux jours de danger, un instrument plus souple, plus énergique, et se prêtant mieux aux combinaisons militaires, alors qu'il est journellement utilisé pour les besoins de la paix. Il n'en eût pas été ainsi si les compagnies avaient été morcelées.

Voici les conclusions de M. Jacqmin.

Mesures générales.

1° Constituer au Ministère de la guerre, d'une manière permanente, et au même titre que les comités d'artillerie et du génie, un comité militaire des chemins de fer.

Le comité militaire serait ainsi composé :

D'un officier général, président;

De trois officiers généraux ou supérieurs de l'État-major, de l'artillerie et du génie ;

D'un fonctionnaire supérieur de l'intendance ;

D'un fonctionnaire supérieur du Ministère des travaux publics ;

Des six directeurs ou chefs d'exploitation des grandes compagnies de chemins de fer.

Le comité militaire centraliserait, à Paris, tous les renseignements relatifs aux chemins de fer français et étrangers et à leur emploi en temps de guerre. Il étendrait son action sur toute la France, par l'intermédiaire de *commissions de lignes* ou de *commandements d'étapes*.

Chaque commission de ligne serait composée d'un officier et d'un représentant supérieur des compagnies.

Mesures purement militaires.

2° Reviser, en les simplifiant, les règlements de 1855 sur les transports, par chemins de fer, des troupes et du matériel.

3° Prendre des mesures pour assurer, en route, la nourriture des hommes et des chevaux.

4° Faire entrer dans l'éducation régulière de toutes les troupes les manœuvres à faire, soit dans une gare de chemin de fer, soit en pleine voie pour monter dans les trains ou en descendre, charger et décharger le matériel militaire. Ces exercices seraient permanents et se feraient au même titre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que les manœuvres de mobilisation, de concentration, ou que les manœuvres purement militaires.

5° Comprendre, dans les mouvements de la cavalerie, la défense et l'attaque à grande distance des lignes de chemins de fer; prévoir, à cet égard, un outillage spécial.

6° Faire autographier et distribuer à profusion, dans tous les régiments, dans tous les établissements militaires, nos cartes au 320 ou au 80 millième, vulgariser par tous les moyens possibles, dans notre pays, l'étude et la connaissance de la géographie, et imiter l'exemple de la Bavière qui, dans la dernière guerre, a distribué, dit-on, aux troupes allemandes 270 000 cartes.

Mesures techniques.

7° Compléter, dans un certain nombre de gares, les moyens d'utilisation des quais de chargement et de déchargement par la création de rampes d'accès.

8° Comprendre dans les livrets de la marche des trains de chaque grande compagnie un certain nombre de trains facultatifs, tracés en vue des besoins militaires et pouvant être utilisés au reçu d'une dépêche.

9° Créer dix à douze sections militaires de campagne, analogues aux sections allemandes et destinées à assurer la réparation des voies et des ouvrages détruits par l'ennemi.

10° Relier nos arsenaux et nos établissements militaires au réseau général des chemins de fer, partout où cette jonction n'existe pas encore.

11° Créer en dehors des villes, et avec exclusion de toute population civile, des ouvrages spéciaux, protégeant soit un souterrain, soit un grand ouvrage d'art, soit une bifurcation, et comportant des dispositions qui permettent, comme complément et prolongation de la défense du territoire, la destruction du passage longuement protégé.

Ces conseils ont été en partie suivis, et, par un décret en date du 14 novembre 1872, le président de la République a créé une commission militaire supérieure des chemins de fer, chargée d'étudier les mesures à prendre pour centraliser la direction des transports, familiariser nos officiers et nos armées avec le judicieux emploi de voies rapides appelées à rendre, pendant la guerre, d'aussi grands services que pendant la paix.

De plus, par un traité passé avec les six grandes compagnies françaises, un certain nombre de soldats du génie sont appelés à faire une partie de leur temps de service dans les divers départements de l'exploitation, soumis aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mêmes règles que les agents des chemins de fer auxquels ils se trouvent mêlés, et dont ils reçoivent la solde aux frais des compagnies.

Mais les résultats obtenus seraient incomplets si les régiments n'étaient souvent obligés de faire leurs mutations de garnison par la voie des chemins de fer, au lieu de marcher par étapes. Il faut que les officiers prennent l'habitude des embarquements et des débarquements, qu'ils soient au courant des manœuvres simples ou compliquées que ces opérations comportent. Les compagnies sont assez désintéressées dans la question, puisqu'elles sont obligées, par leur cahier des charges, de faire les transports des hommes, des chevaux, des munitions, des bagages au quart du tarif. La dépense du budget de la Guerre, pour le transport des troupes, n'en sera pas augmentée, et on profitera de ces mutations de garnison pour répéter toutes les manœuvres. Jusqu'à présent l'Administration de la guerre avait soigneusement évité les chemins de fer pour le transport des troupes, préférant les voyages par étapes. Sans doute, il faut habituer le soldat à la marche ; mais les promenades militaires avec armes, bagages, campements, sont toujours à la disposition des chefs de corps.

Les Allemands ont ainsi compris l'appropriation des chemins de fer aux armées; mais s'ils se sont montrés si supérieurs à nous, grâce à leurs études antérieures, n'oublions pas qu'ils étaient victorieux, qu'une marche en avant est toujours plus facile qu'une marche rétrograde. En fin de compte, nos transports ont été, presque toujours, plus rapides que les leurs; ce qu'ils ont su éviter, c'est l'encombrement causé par notre inexpérience, par le défaut d'entente préalable entre l'Administration de la guerre et celle des chemins de fer, qui ne pouvait qu'exécuter les ordres dans les limites du possible.

La commission militaire nommée par le décret du 14 novembre 1872 n'a, dans son sein, que deux directeurs de chemins de fer; ce n'est pas assez, selon nous, pour traiter des questions aussi complexes que celles qui doivent se présenter sur les six grands réseaux qui divisent la France.

Nous savons, indirectement, que la commission se réunit souvent ; elle aura, nous l'espérons, élaboré bientôt un premier travail qu'aura bien préparé le livre de M. Jacqmin. Il y a défaut, comme le dit le Ministre de la guerre, d'une organisation de direction; le premier règlement fondamental à intervenir doit être simple, de rédaction concise, clair surtout, puisqu'il s'appliquera en même temps à des militaires et à des industriels.

Nous ne sommes pas plus avancés, aujourd'hui, qu'il y a trois ans, et la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

commission supérieure n'oubliera pas que l'ordre, dans les transports militaires, a aussi sa grande utilité pendant la paix.

TRAVAUX PUBLICS.

SUR L'HISTOIRE ET LA THÉORIE DE L'APPAREIL DE L'ARCHE BIAISE, PAR M. DE LA GOURNERIE,

Membre du Conseil (1).

Un mémoire de polémique, que j'ai publié récemment, contient, sur l'histoire de l'arche biaise, des détails dont quelques-uns étaient, je crois, peu connus en France (2). Je me propose de les présenter d'une manière succincte, en les dégageant complétement de la question spéciale que j'avais en vue, et de montrer leurs conséquences pour la théorie de l'appareil.

§ I.

Indication des appareils de l'arche biaise.

[1] Je mentionnerai d'abord des dispositions très-anciennement connues et qui permettent d'éluder la difficulté.

On a donné à quelques ponts une grande longueur entre les têtes, de manière à pouvoir établir sur eux un passage biais; à d'autres, une ouverture suffisante pour franchir un ruisseau coulant obliquement. On a aussi remplacé une voûte biaise par une série d'arceaux droits accolés les uns aux autres. Ces diverses constructions sont dispendieuses, même la dernière, car elle exige un développement considérable de parement vu et d'arêtes, et elle conduit à faire une notable partie de la maçonnerie en pierres de taille.

[2] Les arches d'un faible biais sont souvent établies avec des assises horizontales entièrement semblables à celles des ponts droits, mais coupées obliquement par les plans des têtes. Il est important de savoir jusqu'à quelle

(1) Communication faite dans la séance du 9 août 1872.

(2) Mémoire sur l'appareil de l'arche biaise, suivi d'une analyse des principaux ouvrages publiés sur cette question et d'une réponse à des critiques sur l'enseignement de la stéréotomie à l'École polytechnique. (Extrait des *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, Paris, J. Baudry, 1872.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

obliquité on peut employer cet appareil, qui est connu sous le nom d'*appareil droit*.

Chapman, qui, comme nous le verrons plus loin, a une grande autorité dans la question, dit que plusieurs ponts construits dans ce système se soutiennent plus ou moins bien jusqu'à des obliquités de 80 ou de 75 degrés (1), mais que, dans diverses circonstances, la partie qui dépasse l'angle aigu de la culée s'est lézardée ou même écroulée. La même limite de 80 degrés est indiquée dans l'ouvrage de Nicholson et dans l'*Encyclopedia britannica*. Beaucoup d'ingénieurs l'ont adoptée.

Chézy avait cependant employé l'appareil droit avec succès pour le pont de Trilport, qui comprend trois arches de 25 mètres d'ouverture oblique, et franchit la Marne sous un angle de 72 degrés.

Gauthey dit que l'on établit des assises horizontales lorsque l'obliquité ne dépasse pas 70 à 65 degrés, mais il ne fait pas connaître les faits sur lesquels il appuie son assertion.

M. Le Blanc a construit, avec l'appareil droit, plusieurs ponts biais dont la solidité paraît ne rien laisser à désirer. L'un d'eux, celui de Bruz, sur le chemin de fer de Rennes à Redon, a une obliquité de 64 degrés. On voit que les nombres donnés par Gauthey ne sont pas exagérés.

Ce résultat a de l'importance. L'appareil droit est d'un emploi facile et économique. Je crois qu'on ne doit lui substituer des dispositions relativement compliquées que lorsque cela est nécessaire.

[3] J'arrive maintenant aux appareils spéciaux. Le plus ancien est le *biais passé*, qui est complétement décrit par le P. Derand (1643), et que l'on trouve même indiqué par Philibert de l'Orme (1567). Dans cette disposition, les lits sont des plans perpendiculaires aux têtes et obliques sur la douelle.

Les voussoirs des têtes présentent une irrégularité disgracieuse et les lignes d'assises sont courbes. Malgré ces inconvénients, le biais passé est un bon appareil quand l'obliquité est faible et que la distance entre les têtes est peu considérable; mais, lorsque ces deux conditions ne sont pas remplies, il présente de sérieuses difficultés, et on ne peut l'appliquer qu'en divisant la voûte par des plans parallèles aux têtes, et en assemblant séparément les voussoirs des différentes zones.

---

(1) Suivant l'usage généralement adopté maintenant, je prends pour angle du biais l'angle des deux voies qui se croisent. Dans le siècle dernier et dans les premières années de celui-ci, on mesurait le biais par l'angle complémentaire. On lit dans Chapman : **10 à 15** degrés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Perronet a employé une disposition dans laquelle les pieds-droits s'étendent sans déviation sur toute leur longueur, tandis que, près de chaque tête, l'intrados se recourbe deux fois et se termine par un cylindre perpendiculaire au plan de tête.

Gauthey indique un appareil dans lequel les voussoirs des têtes ont leurs lits perpendiculaires au plan du parement, et se raccordent à joints brisés avec les assises horizontales du corps de la voûte. Il donne les dessins d'un pont de cet appareil pour un biais de 45 degrés, mais sans dire s'il a été exécuté.

Le biais passé, l'appareil de Perronet et celui de Gauthey sont très-différents dans leurs détails, mais on y trouve une disposition commune : près de chaque tête, les lits sont perpendiculaires au parement de la tête.

[4] Vers la fin du siècle dernier, Chapman, ingénieur anglais fort distingué, pensa que, dans les arches d'une grande obliquité, les assises doivent courir perpendiculairement aux parements des têtes. Il éleva, d'après ces idées, en 1787 et dans les années suivantes, plusieurs ponts biais sur le canal du comté de Kildare (Irlande). Un d'eux, celui de Finlay, près la ville de Naas, a une obliquité de 39 degrés. Le succès a été complet.

Énonçant en langage géométrique le principe de construction posé par Chapman, je dirai que les plans tangents des lits doivent être perpendiculaires aux plans de tête supposés verticaux, ou bien que les lits doivent couper à angle droit les plans parallèles aux têtes. L'expérience a prouvé l'exactitude du principe de construction de Chapman. Cet ingénieur l'a appliqué d'une manière suffisante, mais imparfaite, car les courbes qu'il a adoptées pour lignes d'assise n'établissent pas d'une manière exacte la normalité des lits sur les plans parallèles aux têtes, et, d'un autre côté, elles ne sont pas d'un tracé facile.

Le Mémoire dans lequel Chapman expose sa doctrine et décrit ses travaux a été publié, en 1819, dans l'Encyclopédie de Rees, à l'article *Oblique* (*arche*). Il n'a pas été remarqué en France, et, malgré son importance, les auteurs anglais le citent rarement.

[5] Dans les arches très-surbaissées, et notamment au pont de Finlay, les lignes d'assise de Chapman n'ont, sur le développement de l'intrados, qu'une faible courbure. Le désir de simplifier l'épure a naturellement conduit à les remplacer par des droites. On obtient ainsi des hélices, sur les cintres, lorsque la section droite de l'intrados est un arc de cercle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'ignore quels sont les ingénieurs auxquels on doit cette utile modification. Elle était adoptée en 1828, car le Traité de coupe des pierres de Nicholson, qui date de cette année, contient une exposition de l'appareil hélicoïdal.

Dans les années suivantes, les travaux des chemins de fer prirent un grand développement, et par suite de la difficulté des tracés on éleva beaucoup de ponts biais. Les constructeurs se familiarisèrent avec le nouvel appareil et le perfectionnèrent dans presque tous ses détails.

M. Buck, ingénieur, et M. Hart, entrepreneur de maçonnerie, doivent être cités en première ligne, parce qu'on leur doit des ponts obliques parfaitement disposés et parce qu'ils ont, l'un et l'autre, publié d'excellents ouvrages sur l'appareil hélicoïdal. Les tracés donnés par M. Buck ont été généralement adoptés.

J'ai dit que Chapman avait construit, en 1787, un pont oblique à 39 degrés; vers 1830, M. Storey en éleva un à 27 degrés sur un embranchement du chemin de fer de Stockton à Darlington. Beaucoup d'autres ponts, d'une obliquité presque aussi grande, furent établis sur divers chemins de fer, principalement sur celui de Londres à Birmingham.

En 1834, au retour d'un voyage en Angleterre, MM. Michelot et Bousson écrivaient que les ingénieurs paraissaient ne pas se préoccuper de l'angle sous lequel un chemin de fer franchissait les autres voies.

[6] Le problème des grands biais a occupé les ingénieurs français, pour la première fois, lors de la construction du chemin de fer de Paris à Saint-Germain. Ils ont employé tantôt l'appareil hélicoïdal, tantôt l'appareil *orthogonal*, qui est la conséquence directe du principe de Chapman. Dans cette dernière disposition, les lignes d'assise coupent à angle droit les sections de l'intrados par les plans parallèles aux têtes ; et les plans tangents des lits aux différents points de la douelle sont exactement perpendiculaires aux parements des têtes supposés verticaux.

M. Lefort a donné la théorie des tracés de l'appareil orthogonal. D'après une note de son travail, les premiers ponts de ce système ont été élevés sous la direction de MM. Mony, Lamé et Clapeyron.

M. Adie, qui, probablement, ne connaissait pas les travaux de ces ingénieurs, a été conduit, peu de temps après eux, au même appareil, et l'a employé au pont de Lancastre, sur le chemin de fer de Bolton à Preston. Je crois que c'est la seule application qui en ait été faite en Angleterre. Les Anglais ne méconnaissent pas son importance théorique, car ils l'appellent *appareil équilibré* (equilibrated courses, obliquilibrated bridge); mais ils le re-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gardent comme peu avantageux dans la pratique, eu égard aux difficultés qu'il présente pour le tracé des lignes d'assise et pour la taille des pierres. L'appareil hélicoïdal conduit à des opérations bien plus simples et offre, d'ailleurs, l'avantage que toutes les surfaces des lits sont identiques, ce qui rend relativement faciles la taille et la vérification des voussoirs.

[7] Lorsque l'arche biaise est très-longue, la partie voisine de chaque tête reçoit seule un appareil de pont oblique. Les assises hélicoïdales se raccordent alors, à joints brisés, avec les assises horizontales du corps de la voûte. On emploie aussi quelquefois l'*appareil orthogonal convergent* dû à M. Lefort. Dans cette combinaison, les lits se développent d'une tête à l'autre sans changement brusque de direction. Diverses règles ont été proposées pour fixer l'étendue de la partie *biaise* près de chaque tête.

[8] M. L'Éveillé a employé avec succès un appareil mixte dans lequel les assises inférieures sont horizontales et celles de la partie supérieure de la voûte hélicoïdales. On trouve dans l'ouvrage de M. Hart une disposition qui présente quelque analogie avec celle-ci : la partie voisine de l'imposte est construite avec des assises horizontales, mais seulement sur une petite longueur, près de l'angle aigu de la culée.

[9] J'ai dit que, vers l'époque de la construction du chemin de fer de Londres à Birmingham, les ingénieurs anglais paraissaient ne pas se préoccuper de l'angle sous lequel les deux voies se rencontraient. Une réaction a eu lieu; elle était nécessaire. Les arches d'un grand biais présentent, en effet, des sujétions de différents genres et, d'ailleurs, l'extrême augmentation de l'ouverture oblique rend leur construction très-dispendieuse : un pont oblique à 30 degrés a une ouverture double de la largeur du canal qu'il franchit.

La voussure (corne de vache, bell-mouth) que doivent avoir, à chaque tête, les arches d'un grand biais sont un second inconvénient.

Ces considérations portent actuellement les ingénieurs à éviter les grandes obliquités; ils ne dépassent la limite de 45 degrés que quand ils y sont obligés par des circonstances impérieuses, et souvent ils construisent des travées métalliques pour les passages biais; mais tout indique que le principe de la normalité des lits sur les plans parallèles aux têtes permet d'aborder les cas les plus extrêmes.

Je ne connais aucun pont d'une obliquité supérieure à celle de 60 degrés, établi d'après un autre principe.

[10] Plusieurs ingénieurs concluent de leurs observations, que les maçon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

neries des culées doivent être élevées avec un soin tout spécial près des angles aigus. L'expérience n'indique aucune autre précaution pour les ponts biais bien appareillés. Ainsi, il n'est pas nécessaire de donner de plus grandes dimensions à leurs voussoirs, et on peut employer dans leur construction, comme pour les arches droites, la pierre de taille, le moellon et la brique.

Une voûte oblique bien exécutée paraît aussi solide et aussi durable qu'une voûte droite. Elle supporte, sans plus de dommage, les surcharges et les ébranlements produits sur le passage des trains sur les chemins de fer les plus fréquentés.

§ II.

Considérations générales sur les principes de la coupe des pierres.

[11] Les ingénieurs qui se sont occupés de l'arche biaise ont présenté des théories très-diverses : les uns pensent que la direction de la pression varie suivant l'appareil adopté ; les autres, qu'elle en est indépendante. Quelques-uns de ces derniers croient qu'elle s'exerce dans les plans verticaux dont les sections avec l'intrados ont la moindre courbure, tandis que plusieurs la regardent comme parallèle aux plans des têtes. Enfin, il y a des ingénieurs dont la doctrine paraît consister à réunir les unes auprès des autres des pierres ayant des angles droits, de sorte que l'établissement d'un appareil serait une question de pure géométrie.

Je crois que la solution de ces questions peut être déduite des résultats donnés par l'expérience.

[12] Lorsque l'on veut étudier les conditions de l'équilibre d'un ouvrage en maçonnerie, on doit d'abord rechercher si toutes ses parties ne sont soumises qu'à des forces de compression, ou si quelques-unes des pierres qui le composent résistent à des efforts d'extension. Dans le dernier cas, l'appareil a une influence directe sur les pressions. Il est évident, en effet, que les résultantes seront modifiées si l'on coupe par un joint transversal une pierre tirée dans le sens de sa longueur. Tout le monde sait qu'une plate-bande ne se comporte pas de la même manière qu'un linteau.

Lorsque toutes les parties de la maçonnerie ne sont soumises qu'à des efforts de compression, l'équilibre n'est pas détruit si, au lieu d'une pierre, on en place deux qui soient telles que la surface du joint se trouve à peu près normale à la direction de la pression. Le tassement ne se fait pas exactement de la même manière, parce que le mortier a une compressibilité et une con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sistance différentes de celles de la pierre; mais les effets qui peuvent résulter de cette circonstance sont, en général, sans importance *dans les questions de la stéréotomie.*

Ainsi, quand les pierres de l'un des parements d'un pilier ont des dimensions en hauteur beaucoup plus grandes que les pierres du parement opposé, à moins que des précautions spéciales n'aient été prises, des lézardes sont à craindre, mais la déviation que la pression peut éprouver n'est pas assez grande pour qu'il y ait lieu d'incliner les lits des assises.

Il est bien entendu que je ne parle que des différences de tassement qui proviennent de l'interposition des mortiers, et non de celles qui seraient dues à d'autres causes, telles qu'une inégalité de résistance dans les fondations. La question des voûtes en décharge est ainsi complétement réservée.

[**13**] Dans le cas que j'examine, celui où il ne se développe que des pressions, l'appareil n'influe pas plus sur la grandeur de ces forces que sur leurs directions. De quelque manière que les pierres d'un pilier soient disposées, son poids, jusqu'à une hauteur déterminée, reste invariable, car on peut négliger la petite différence qui résulte de ce que le rapport du cube de la pierre à celui du mortier n'est pas exactement le même dans les diverses combinaisons.

Pour une voûte, il y a de plus à considérer la contraction qu'éprouvent les maçonneries, parce qu'elle a une influence directe sur les pressions; mais elle varie peu avec l'appareil.

[**14**] On doit établir les lits à peu près normaux aux pressions, et éviter de donner aux voussoirs des angles trop aigus. Ces deux règles sont essentielles, mais elles laissent à l'architecte une certaine latitude. Ainsi, dans les conditions habituelles des maçonneries, il n'y a pas d'inconvénient grave à ce que les pressions soient un peu inclinées sur les lits.

Pour donner une indication sur les obliquités qui peuvent être admises, je rappellerai que, d'après Perronet, les voussoirs d'un pont droit n'ont besoin d'être soutenus par des cintres que quand le lit de pose fait avec l'horizon un angle supérieur à 39 ou 40 degrés. La cohésion des mortiers vient, d'ailleurs, augmenter promptement la difficulté du glissement.

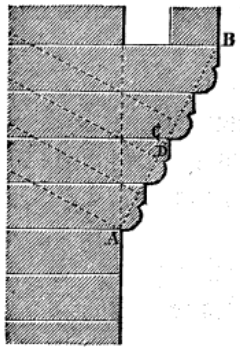
Toutefois il ne paraît pas possible de fixer, d'une manière générale, une limite pratique de l'obliquité sous laquelle le lit d'une assise peut rencontrer la direction habituelle des pressions, sans que la maçonnerie périclite. Les différentes constructions se trouvent, en effet, dans des conditions très-diverses sous le rapport des surcharges accidentelles, des ébranlements,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des chocs, comme aussi des difficultés d'appareil qui peuvent rendre la taille plus ou moins défectueuse. Cette question doit donc être étudiée pour chaque nature d'ouvrage, et pour chaque genre d'appareil d'un même ouvrage.

Des observations analogues doivent être faites au sujet des angles aigus que l'on peut donner aux voussoirs. Les appareilleurs se règlent sur l'exemple des constructions existantes, en ayant égard à la nature de la pierre qu'ils emploient, et à la grandeur des efforts (pressions, chocs, ébranlements) qu'elle devra supporter.

[15] On satisfait sans difficulté aux deux conditions que je viens d'indiquer, lorsque la pression est à peu près parallèle au parement. Quand elle ne l'est pas, on doit, suivant le sens dans lequel elle se développe, distinguer deux cas qui sont connus sous les noms de surplomb et de fruit, lorsqu'il s'agit d'un mur soumis à des charges verticales.



J'examinerai, comme exemple du premier cas, l'encorbellement dont la figure ci-contre donne la coupe verticale. Chaque pierre est un corbeau et résiste à une charge en surplomb.

Les lits doivent être des plans horizontaux, parce que la pression est verticale. Ils rencontrent obliquement la droite AB, profil naturel de l'encorbellement, et par suite des ruptures seraient à craindre aux angles supérieurs des pierres, pendant la pose, ou dans le tassement des maçonneries. On pourrait retourner les lits d'équerre au parement sur une petite longueur, comme l'indique la droite CD, mais la saillie utile des pierres se trouverait diminuée. On préfère établir des redans. Cette disposition étant justifiée plaît à l'œil, et l'architecture sait l'utiliser pour la décoration.

Si, pour éviter les angles aigus, on rendait les lits perpendiculaires au parement, les assises tendraient à glisser et la stabilité de la maçonnerie serait diminuée.

Quand un mur a un fruit considérable, on résout, en général, la difficulté des angles aigus par un des deux moyens que je viens d'indiquer. On évite quelquefois d'établir des redans, parce qu'ils pourraient former un faux escalier. Les conditions qui résultent des circonstances particulières dans lesquelles se trouvent les différents ouvrages sont si variées qu'il est impos

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sible de les comprendre dans une même formule, et de donner une solution générale.

[16] A l'aide des principes que je viens d'établir, on peut soit disposer l'appareil d'un ouvrage lorsque l'on peut prévoir la direction des pressions, soit déterminer à peu près cette direction d'après un appareil consacré par l'expérience.

Il importe de remarquer que la mécanique moléculaire ne saurait, dans son état actuel, faire connaître, pour les différentes voûtes, quelle est, en chaque point, la direction de la pression.

§ III.

Théorie de l'appareil de l'arche biaise.

[17] Les observations que j'ai présentées à l'article 10, font voir qu'il ne se développe que des pressions dans une arche biaise en équilibre, ou, du moins, que les forces d'extension n'y sont pas assez grandes pour vaincre l'adhérence des mortiers. S'il en était autrement, l'expérience aurait montré que des matériaux d'une certaine grandeur sont nécessaires, et que des briques ne doivent pas être employées.

De là, on peut conclure que l'appareil est sans influence sur la grandeur et la direction des pressions (art. 12 et 13), ou plutôt que cette influence est trop faible pour qu'il y ait lieu de la prendre en considération dans les questions de la stéréotomie.

[18] *Opinion de la direction des pressions dans les plans des sections droites de l'intrados.* — Quelques ingénieurs pensent que la pression est dirigée, en chaque point, dans le plan de la section droite. S'il en était ainsi, le bandeau des têtes pourrait être assimilé à un encorbellement du côté de l'angle aigu de la culée, et à un mur avec fruit du côté de l'angle obtus. Par suite, on diminuerait beaucoup la stabilité de l'ouvrage en retournant les lits d'équerre au parement (art. 15); or c'est précisément par cette disposition que l'on est parvenu à construire des arches d'un grand biais. L'expérience s'est donc prononcée contre l'opinion que j'examine.

[19] Les raisonnements que l'on présente pour la justifier sont de deux sortes.

Quelquefois on considère une arche biaise comme une voûte droite qui a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

été coupée par deux plans obliques, après sa construction, et on admet que les pressions restent les mêmes dans la partie conservée.

Je ne veux pas discuter minutieusement ce raisonnement, et je me borne à faire remarquer que les voûtes obliques sont construites obliques sur les cintres, et que, lorsqu'elles se trouvent en équilibre, l'état moléculaire des voussoirs doit être différent de celui qui se serait produit si l'arche avait été droite, parce que la position des points d'appui n'est pas la même, et que la contraction résulte de leur résistance au poids de la voûte.

[**20**] Un autre mode de raisonnement consiste à comparer les longueurs des sections faites par un même plan vertical dans l'intrados primitif et dans l'intrados contracté. On suppose que la seconde de ces surfaces est exactement un cylindre comme la première, et que les génératrices des deux cylindres sont parallèles. On admet, ensuite, que la plus grande contraction moléculaire se produit dans le plan vertical de la plus grande contraction géométrique de la surface de l'intrados.

Les ingénieurs qui ont adopté ces idées pensent que, lorsqu'on ne peut pas tracer un arc de section droite dans la partie de la douelle située au-dessus des joints de rupture déterminés comme si la voûte était droite, la plus grande contraction moléculaire se fait dans le plan vertical qui coupe cette partie de l'intrados suivant la ligne dont la courbure est la plus faible.

Je ne vois, dans cette théorie, qu'un ensemble d'hypothèses qui n'auraient de valeur que si elles conduisaient à des résultats vérifiés par l'expérience; or il n'en est rien, comme nous l'avons reconnu.

J'ajouterai que les arches biaises, bien appareillées, présentent une stabilité qu'il serait difficile d'expliquer si les pressions n'étaient pas dirigées vers les culées, et qu'il y eût, comme l'on dit, une *poussée au vide* indépendante de l'appareil.

[**21**] *Opinion du parallélisme des pressions aux plans de tête.* — Nous avons vu que l'art des grands biais était entièrement fondé sur le principe de construction de Chapman; c'est-à-dire que l'on n'a obtenu l'équilibre dans des voûtes très-obliques qu'en établissant les lits à peu près normaux à l'intrados, et à tous les plans parallèles aux têtes, au moins dans la partie voisine de chaque tête. On doit en conclure que les pressions sont dirigées dans ces plans, ou, plutôt, que cette hypothèse a le *degré d'exactitude nécessaire en stéréotomie*. C'est une loi expérimentale et approximative, applicable surtout aux arches dans lesquelles le cylindre d'intrados n'a qu'une petite longueur, et aux maçonneries voisines des têtes dans les longues voûtes,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

car il paraît difficile d'admettre que l'influence de l'obliquité d'une tête puisse s'étendre à une grande distance du parement.

Il importe, d'ailleurs, de bien distinguer les règles de la construction de celles de la stéréotomie, parce que les premières exigent des hypothèses plus exactes. On ne doit pas conclure du principe de Chapman qu'il n'est pas utile de construire les maçonneries de l'angle aigu de la culée avec plus de soin que celles de l'angle obtus.

[22] La loi du parallélisme des pressions aux plans de tête donne une base à la théorie de l'appareil de l'arche biaise, et permet d'apprécier le rôle que l'adhérence des mortiers joue dans les différentes combinaisons. Elle explique les résultats que j'ai signalés à l'article 10, en montrant que les voûtes droites et les voûtes obliques bien appareillées sont à peu près dans les mêmes conditions de stabilité.

Il est, du reste, à désirer que l'on recueille toutes les observations propres à faire connaître la manière dont les arches d'un grand biais périssent sous l'action des diverses causes de destruction.

Quand on parle des plans parallèles aux têtes, on suppose toujours que les têtes sont verticales, ainsi que cela a lieu ordinairement. Si elles devaient avoir du fruit, ce ne serait pas un motif pour altérer les surfaces de lit, au moins d'une manière sensible. Il faudrait chercher, dans d'autres combinaisons, la suppression des angles qui pourraient être trop aigus.

[23] *Observations sur l'angle droit en stéréotomie.* — Lorsque les pierres d'une maçonnerie sont uniquement soumises à des compressions, on doit établir les lits normaux à ces forces, et placer les joints dans leur direction. On obtient ainsi des angles droits le long des arêtes d'intersection des lits et des joints. Si, de plus, les pressions sont parallèles aux parements, comme cela a lieu dans les arches droites ou obliques, toutes les surfaces des voussoirs se rencontrent normalement.

L'angle droit est ainsi, dans beaucoup de cas, la conséquence des conditions de l'équilibre, mais il n'a, en lui-même et par sa nature, aucune vertu pour produire l'équilibre, de sorte que, si l'on ne s'inquiète pas de la direction des pressions, les appareils qu'on pourra imaginer, en enchâssant les unes auprès des autres des pierres taillées sous des angles droits, n'auront absolument aucune valeur.

Ces considérations sont tout à fait élémentaires, et je ne les présenterais pas, si quelques auteurs ne paraissaient faire résider dans l'angle droit le principe de l'équilibre. A les en croire, la coupe des pierres serait un art

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tout géométrique et qui consisterait uniquement à combiner des surfaces se coupant à angle droit.

Cette théorie paraît une conséquence des principes admis par Monge, dans son article sur l'emploi des lignes de courbure en stéréotomie. On sait depuis longtemps que les considérations présentées par le célèbre géomètre sont incomplètes, et cependant divers auteurs les reproduisent encore sans commentaires. L'étude de cette question n'est donc pas dénuée d'intérêt.

[24] Les raisonnements de Monge reposent sur les bases suivantes :

1° Lorsque les lignes d'appareil sont des lignes de courbure, chaque douelle est un quadrilatère rectangle, et cette forme assure au voussoir une grande résistance ;

2° Il est à désirer, pour la facilité de la taille, que les surfaces de joint soient planes ou au moins développables, or ces surfaces étant engendrées par une droite normale à l'intrados ne sont développables que quand les arêtes des douelles appartiennent à des lignes de courbure ;

3° La division des voussoirs trace sur l'intrados des lignes très-sensibles qui « doivent porter le caractère de la surface à laquelle elles appartiennent,» et les lignes de courbure « remplissent complétement » cette condition.

Je vais examiner successivement ces trois points.

[25] La division de l'intrados par des lignes de courbure donne aux voussoirs des têtes une forme convenable pour la résistance, quand la courbe de tête diffère peu d'une ligne de courbure, mais cette circonstance ne se présente que dans des cas particuliers. En principe, les courbes des têtes n'ont aucune position déterminée par rapport aux lignes de courbure des deux séries, et souvent elles les rencontrent sous d'assez grandes obliquités. Les douelles des voussoirs des têtes ne seraient plus alors des quadrilatères rectangles.

Il importe de remarquer que ces voussoirs ont une grande importance pour la stabilité et pour la décoration.

[26] La détermination approximative des lignes de courbure présente des difficultés qui sont reconnues par tout le monde et que Monge a signalées. Je n'en parlerai pas ; mais je crois pouvoir dire que l'emploi de ces courbes ne simplifierait pas la taille des pierres.

Dans la plupart des cas, la surface d'un lit, qu'elle soit gauche ou développable, est obtenue par les mêmes procédés, à l'aide de deux directrices convenablement divisées, ou d'après la normalité des génératrices sur l'intrados. D'ailleurs cette surface étant réglée, et n'ayant qu'une petite étendue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur un voussoir, on peut presque toujours la considérer comme développable, *avec le degré d'exactitude nécessaire en stéréotomie.*

L'emploi général des lignes de courbure augmenterait beaucoup les difficultés de la taille, car on ne pourrait avoir des droites pour lignes d'assise que sur les douelles développables et, par suite, les grands avantages que les intrados gauches présentent pour l'appareil dans les escaliers, les arrière-voussures et divers autres ouvrages disparaîtraient complétement.

On obtient un lit rigoureusement développable et rigoureusement normal à l'intrados en prenant pour le former la surface enveloppe des plans normaux à la douelle et tangents à la ligne d'assise *quelle qu'elle soit*. Les difficultés que présente la détermination de cette surface ne sont pas plus grandes que celles de la construction des lignes de courbure.

Je ne m'arrête pas à la solution que je viens d'indiquer, parce que je crois qu'il n'y a, en général, aucun avantage à ce que les lits soient développables et exactement normaux à la douelle ; mais j'ai cru utile de montrer qu'il est possible de satisfaire à ces deux conditions, pour toute ligne d'assise, pourvu que l'on néglige la normalité des génératrices rectilignes sur l'intrados.

[**27**] L'opinion que les lignes de courbure portent le caractère de la surface à laquelle elles appartiennent ne me paraît pas présenter une idée bien nette et sur laquelle on puisse établir une discussion. C'est cette même opinion qui avait conduit Monge à indiquer aux graveurs les lignes de courbure comme les courbes suivant lesquelles ils doivent diriger leurs tailles pour la meilleure représentation des surfaces. Jusqu'à ce jour les architectes et les graveurs se sont laissé guider par des considérations très-différentes.

Il importe de remarquer que de petits changements dans le mode de génération de l'intrados, bien que sans importance pour l'établissement de la construction, altèrent considérablement les lignes de courbure de la douelle.

[**28**] Le but principal que l'on se propose lorsque l'on étudie un appareil est d'assurer la stabilité de l'édifice. Les circonstances que l'on doit prendre en considération sont surtout la position des points d'appui, les charges extérieures et les forces qui se développent dans la maçonnerie sous l'action de la pesanteur. La nature géométrique de l'intrados ne peut fournir aucun renseignement sur ces points essentiels.

En fait, les lignes d'assise ne sont dirigées suivant des lignes de courbure que dans un nombre relativement restreint de voûtes différentes : leur emploi est l'exception et non la règle; on les adopte dans les berceaux droits cylindriques ou tournants, mais on les rejette presque toujours dans les esca-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

liers, les arrière-voussures, les trompes, les lunettes, les arches obliques, les voûtes dont l'intrados est une surface gauche..... Monge lui-même, lorsqu'il a fait graver les épures destinées à l'École polytechnique, n'a pas suivi, en général, la règle qu'il avait posée. Vingt dessins sont consacrés à la coupe des pierres; dans quatorze d'entre eux les lignes d'appareil sur l'intrados ne sont pas toutes des lignes de courbure de cette surface.

ARTS MÉCANIQUES.

DE L'AMIANTE ET DE SES APPLICATIONS DANS L'INDUSTRIE, NOTAMMENT DE SON EMPLOI COMME GARNITURE DES PISTONS DANS LES MACHINES A VAPEUR, PAR M. ST. JOHN VINCENT DAY (1).

(*Planche* 489.)

Anciens usages de l'amiante. — L'amiante, on en a des preuves certaines, était bien connu des anciens qui l'employaient à divers usages. Sans pouvoir préciser exactement l'époque reculée à laquelle remontent les premières applications qu'ils en ont faites, il est cependant hors de doute que, connaissant les propriétés incombustibles de cette curieuse substance minérale, ils étaient parvenus à en faire des tissus qui, chez certains peuples ayant coutume de brûler les morts, servaient à envelopper les cadavres pour en séparer les cendres de celles du bûcher. Ces tissus qui servaient également à confectionner certains vêtements ne se nettoyaient que par le feu. De nos jours, et à l'exemple des pratiques suivies dans les anciens temples, on voit encore les Groenlandais employer dans leurs lampes des mèches d'amiante, auxquelles leur incombustibilité assure une durée illimitée.

Caractères chimiques et minéralogiques. — L'amiante est un composé de silicates de chaux et de magnésie et de protoxydes de fer et de manganèse; parfois la silice est remplacée par l'alumine.

L'amiante et l'asbeste sont les noms donnés à ces variétés de la famille de l'Hornblende et de l'Augite, telles que l'Amphibole, la Tremalite et l'Actinolite, qu'on rencontre à l'état fibreux et radié, mais associées principalement avec la Serpentine; le premier de ces noms désigne plus spécialement les fibres délicates et soyeuses, à l'état desquelles la substance se rencontre souvent. Il est encore d'autres dénominations, telles que *bois fossile, liége fossile, cuir de montagne, papier fossile, lin fossile,* etc.,

(1) Note lue à la Société des Ingénieurs d'Écosse, dite *Institution of Engineers and Shipbuilders.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui sont, en général, tirées de l'aspect ou de la qualité de la matière. Ainsi, dans le *bois fossile,* les fibres sont longues, parallèles et constituent une masse compacte; dans le *liége fossile,* elles présentent une texture en quelque sorte feutrée, et sont si légères qu'elles flottent sur l'eau; dans le *cuir de montagne,* elles sont agrégées en morceaux plats flexibles, tandis que dans le *lin fossile* elles sont si ténues et si douces, qu'elles ont pu servir souvent à emballer des objets fragiles (1).

L'amiante existe donc à différents états, depuis celui de la flexibilité soyeuse jusqu'à celui d'une compacité capable de supporter le travail du polissage; dans ce dernier cas il contient environ 10 pour 100 d'eau.

Il est encore une autre variété aqueuse, qui présente un aspect soyeux brillant et qu'on appelle *chrysotyl;* on la trouve principalement en plaques fragiles dans les serpentines de la Silésie et de la Moravie. Enfin on rencontre, dans quelques laves du Vésuve ou de l'Etna, une sorte d'Asbeste à contexture aciculaire, et à laquelle on a donné le nom de *Breislakite.*

Caractères géologiques. — L'amiante se rencontre principalement dans les serpentines du Piémont, de la Savoie, de Salzbourg, du Tyrol, du Dauphiné, de la Hongrie, de la Silésie, de la Corse, du Groenland, et des États-Unis. On en trouve également en Angleterre dans les dykes de diorite, d'un côté de Llyn Padarn et aux environs de Snowdon dans le nord du pays de Galles, à Saint-Kevern, dans le Cornouailles; dans les serpentines et les diorites de Clecker Tor, près de Liskear (Cornouailles); dans les serpentines de Lizard et plus près encore, à Portsoy (Banff-shire), à Glenelg (Inverness-shire); dans les Shetlands, en Irlande, près Strabane et à Bloomfield (comté de Wexford).

Les gisements les plus abondants reconnus jusqu'ici sont ceux des États-Unis, de l'Italie et de la Corse. On doit au colonel Fish de précieux renseignements sur ces gisements, qu'il a étudiés spécialement pendant plusieurs années, tant au point de vue géologique que sous le rapport des applications industrielles que l'amiante peut recevoir. C'est à lui principalement que sont dus les renseignements suivants :

Amiante des États-Unis. — L'amiante a de nombreux gisements aux États-Unis; on le trouve soit en place, soit dans les terrains de transport (*the drift*). Tous les versants orientaux de la chaîne des Alleghanys sont composés de roches qui rappellent çà et là à l'œil la contexture de l'asbeste. Dans cette région cette substance y constitue, en quelque sorte, des filons, dont la matrice est formée de serpentine et dont l'épaisseur varie de 0,125 pouce à plusieurs pieds (0m,003 à plusieurs décimètres). Chose digne de remarque, dans ces dépôts la direction des fibres de la matière en place n'est jamais parallèle à l'axe du filon; elle est, au contraire, perpendiculaire ou oblique

(1) On rapporte que Dolomieu s'en servait pour envelopper ses échantillons minéralogiques les plus délicats.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à cet axe. Quant à la couleur et à la qualité des fibres, elles sont extrêmement variables.

Gisements des États de Caroline, de Virginie et de Maryland. — Dans ces régions, l'amiante affecte des formes massives. Les veines qu'il forme sont si compactes, qu'il faut les attaquer à la poudre ou avec les outils ordinaires du mineur; la matière qu'on obtient contient alors beaucoup d'impuretés. La fibre, d'un blanc jaunâtre et parfois de couleur orange brillante, a peu de ténacité et se laisse facilement broyer; sous l'action de l'eau, elle devient en quelque sorte pulpeuse, tout en conservant ses qualités réfractaires et sa propriété de résister à l'action des acides; sa longueur, ordinairement de 10 pouces (0m,125), atteint parfois 3 pieds (0m,90).

Gisements de Pensylvanie et de New-York. — Dans ces États, où les chaînes de montagnes sont brisées et changent constamment de direction, les dépôts d'amiante sont irréguliers. La fibre devient plus courte, grisâtre et sa composition chimique accuse une diminution de magnésie en même temps qu'une augmentation de silice; en revanche, sa ténacité est plus grande. Les filons sont très-distincts, mais très-irréguliers dans leur direction et leur inclinaison; on les voit tout d'un coup disparaître pour reparaître plus loin, après avoir traversé d'immenses amas de serpentine.

Gisement du Vermont. — Entre la Pensylvanie et la région septentrionale de l'État de Vermont, c'est-à-dire au point où finit la chaîne des Alleghanys et où commencent celles des *Green Mountains*, des *Anderondacks* et des *White Mountains*, l'amiante se rencontre fréquemment; mais les gisements sont moins abondants et la substance est de moins bonne qualité.

Au contraire, au delà de la région centrale du Vermont, sur le versant oriental des Green Mountains et dans l'État de New-York, sur le versant oriental des Anderondacks, on trouve les gisements les plus remarquables et les plus étendus qu'on connaisse jusqu'ici. Là, les veines sont très-distinctes, ayant une direction invariable N. E.-S. O. et une inclinaison d'environ 40°. La fibre de l'amiante est d'une extrême finesse et possède une résistance considérable à la rupture par traction; elle semble pouvoir se diviser à l'infini et, suivant le colonel Fish, ses dimensions dépasseraient celles de toutes les fibres végétales ou animales connues. Celle qu'on trouve à la surface a la couleur du lin brut, mais dans la profondeur elle présente une teinte du blanc le plus pur.

Amiante du Canada. — A Québec, à Saugernau et à Saint-Francis, directement au nord de l'État du Maine, là où la rivière Chaudière coupe la chaîne de montagnes du même nom, l'amiante constitue une formation toute différente qui se retrouve encore à 150 milles (un peu plus de 241 kilom.), à l'ouest de cette région, sur la rive septentrionale de la rivière Ottawa, dans les montagnes du même nom. Le pays est très-accidenté et les roches qui dominent se composent de quartz, de quartzite, de schiste, et de serpentine aux teintes les plus belles et les plus variées, depuis le vert olive clair jusqu'au jaune paille transparent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans cette partie du Canada, l'amiante, à l'état naturel, a la couleur de l'ambre. Les veines dans lesquelles on le trouve n'ont qu'une largeur de 0,125 à 1,50 pouce (0m,003 à 0m,0375); mais elles sont souvent très-rapprochées l'une de l'autre, à la distance de 1/2 pouce à peine (0m,0125) et constituent alors des espèces de bandes de 4 à 5 pouces et parfois jusqu'à 20 pouces de large (0m,10 à 0m,125 et 0m,50), qui s'étendent du haut en bas de la montagne en accusant leur existence sur les deux versants à la fois, ce qui tend à prouver la richesse du gisement. Les fibres, suivant une loi qui semble générale, se trouvent placées perpendiculairement à la direction des veines. Séparées les unes des autres et soumises à une forte compression, elles deviennent d'un blanc pur et d'une douceur pareille à celle du duvet; dans cet état, on peut en faire des fils capables d'être tissés ou les faire servir à la préparation d'une pâte à papier.

Le gisement le plus considérable est celui de la région de la rivière Saint-Francis, près de Richemond. L'amiante qu'il fournit a l'aspect brillant du satin blanc, mais il contient un excès de magnésie; la fibre, dont la ténacité est très-faible, a une longueur qui varie de 2 pouces à 2 pieds (0m,05 à 0m,60). Une galerie poussée dans la montagne, à 90 pieds (27 mètres) au-dessous du sommet, a permis de constater la richesse de ce dépôt que le colonel Fish, d'après une sérieuse estimation, affirme pouvoir fournir, pendant cinquante ans, 100 tonnes d'amiante par jour.

Le tableau suivant donne un ensemble des gisements du nord de l'Amérique et du Canada.

ORIGINE.	CARACTÈRES DE LA SUBSTANCE.	LONGUEUR DE LA FIBRE.
Caroline, Virginie et Maryland.	En masses compactes; ordinairement mélangée avec des corps étrangers; couleur jaunâtre, blanche ou orangée; ténacité faible; facile à broyer.	0m,25 à 0m,90.
Pensylvanie et New-York.	Dépôts irréguliers; couleur grise; diminution d'oxyde de manganèse et augmentation de la proportion de silice; ténacité supérieure à la précédente.	Plus courte que la précédente, mais non déterminée.
Vermont.	Variables; fibres d'une extrême finesse et d'une grande ténacité, très-flexibles et se laissant diviser à l'infini.	0m,050 à 1m,00.
Canada.	*a.* — Couleur d'ambre; translucide; se rencontre en bandes parallèles. *b.* — Autre variété renfermant un excès d'oxyde de manganèse; ténacité très-faible.	0m,030 à 0m,050. 0m,050 à 0m,60.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MODE D'EXPLOITATION. — Le mode d'exploitation de l'amiante semble assez imparfait et surtout nuisible aux qualités physiques de la substance. En général, quand le gisement est de quelque importance, on pratique une brèche presque perpendiculaire dans la masse serpentineuse, là même où l'amiante qu'elle renferme se montre la plus abondante et la meilleure; on dégage ensuite à la poudre la roche qui sépare les veines, puis on enlève l'amiante avec des pinces, des pics ou des coins. On extrait, de cette manière, des blocs bruts qui pèsent parfois jusqu'à 200 ou 300 livres (90 à 135 kilog.).

PROPRIÉTÉS. — L'amiante est non-seulement une substance des plus réfractaires, mais c'est en même temps l'un des plus mauvais conducteurs du calorique que l'on connaisse. Le colonel Fish s'est livré à une série d'expériences sur des creusets en asbeste, mais elles ont donné des résultats négatifs; les creusets étaient faciles à confectionner, mais la mauvaise conductibilité de la substance n'a pas permis de réaliser la fusion des métaux qu'on y avait introduits. Cet insuccès a eu néanmoins pour utile conséquence de démontrer que si, au contraire, le combustible et la matière à fondre sont réunis dans la même capacité, comme cela a lieu pour les cubilots et les hauts fourneaux, par exemple, l'asbeste peut rendre de grands services en servant à revêtir les parois intérieures des appareils; avantage considérable, surtout dans les cas où le métal ou le minerai à fondre contient des sulfures, puisque l'asbeste n'est attaquable ni par les sulfures ni par les acides.

Nous n'avons pas à revenir sur la possibilité qu'offrent les plus belles variétés d'amiante d'être filées et tissées; les applications de ce genre faites dans les temps anciens et les expériences renouvelées de nos jours ont suffisamment démontré qu'on peut obtenir avec cette substance un tissu d'une solidité et d'une texture presque aussi régulières que celles de la toile.

L'amiante, ainsi que de nombreux essais l'ont démontré, peut également servir à faire un excellent papier, soit à la main, soit à la machine; mais la substance a une telle affinité pour l'eau, qu'il devient très-difficile de sécher complétement la pâte. C'est là la seule difficulté que cette application rencontre, et qu'il ne sera probablement pas difficile de surmonter avec des appareils spéciaux (1).

Les fibres de l'amiante se nettoient facilement par un simple traitement chimique, qui les débarrasse de toutes leurs impuretés et les rend aussi pures que du lin après blanchiment. Elles ne sont jamais dentelées, mais toujours douces et onctueuses au toucher, qualité qu'elles doivent à l'influence de la magnésie. Certaines variétés de grande

(1) En consultant la 1re série du *Bulletin* de la Société, on verra que les applications de l'amiante ont été autrefois l'objet de recherches suivies. Voy. 1re série, t. X, p. 308; XII, p. 166 et 309; XXVIII, p. 488 et 489. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

longueur, provenant d'Italie, exposées au feu et portées à la température du rouge clair, perdent, pendant les 15 à 20 premières minutes de leur refroidissement, une grande partie de leur ténacité ; elles semblent en quelque sorte pourries, mais ce phénomène dure peu et la ténacité ne tarde pas à reparaître au même degré qu'avant l'expérience; c'est là un fait qui, jusqu'ici, n'a pas trouvé d'explication. Ces mêmes variétés jouissent d'une autre propriété curieuse : elles sont très-extensibles, mais non pas à la manière du caoutchouc, car elles ne reprennent pas leur longueur première après que la traction a cessé. On a pu étirer ainsi certains échantillons de 1 pouce (0^{m},025) de long jusqu'à 13, 14 et même 18 pouces (0^{m},325, 0^{m},350 et 0^{m},450). L'élasticité, qui fait défaut à la matière, ne pouvant donner raison de ce phénomène, il faut donc admettre qu'à l'état naturel les fibres sont repliées plusieurs fois sur elles-mêmes et que la traction ne produit là qu'un simple développement.

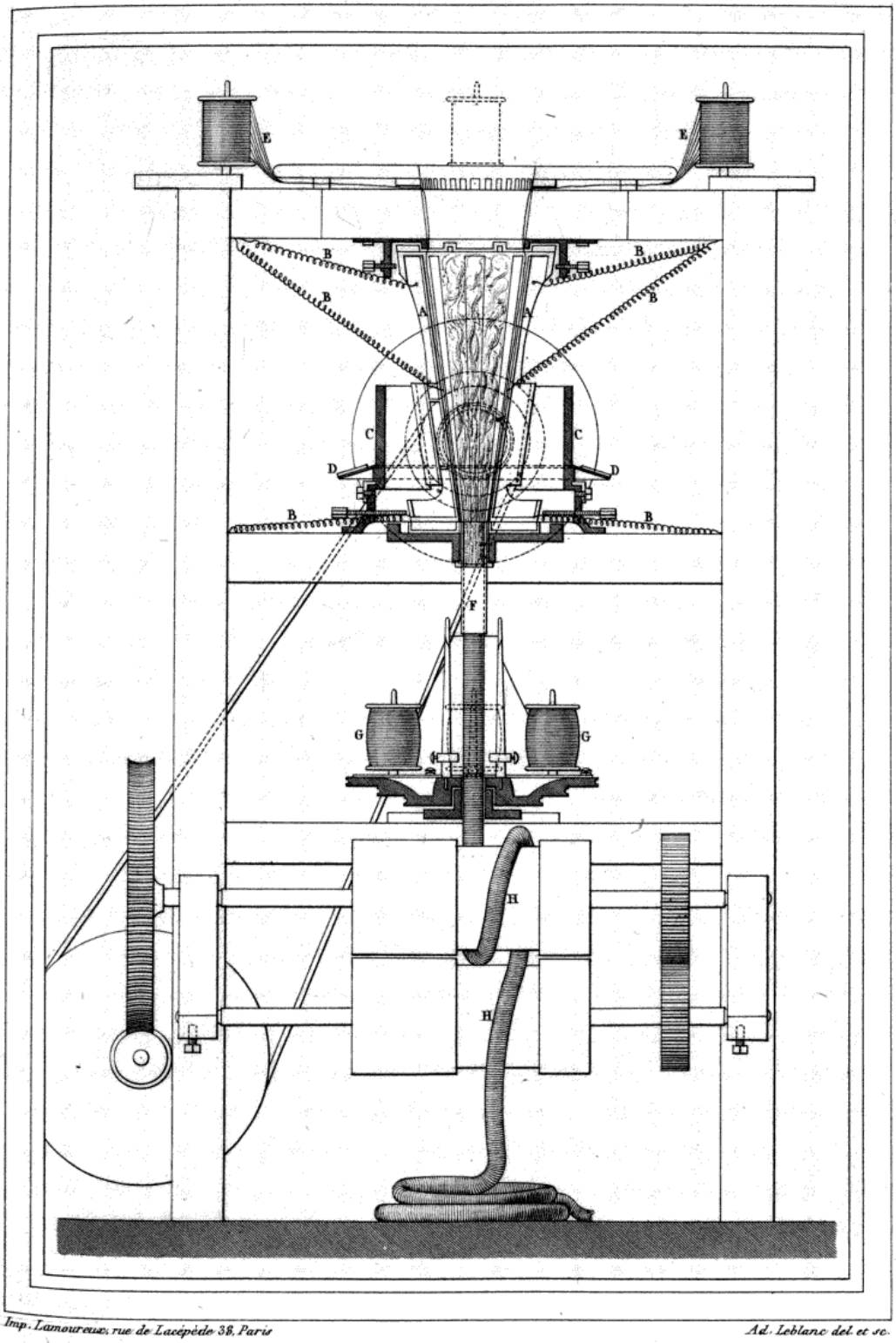
Arrivons maintenant à l'application la plus moderne qu'on a faite de l'amiante, et qui semble donner des résultats dont l'industrie saura tirer parti : nous voulons parler des garnitures de pistons et de boîtes à étoupe.

Emploi de l'amiante comme garniture de pistons et de boîtes à étoupes.

On sait que, dans les machines à vapeur, les garnitures ordinaires de pistons, de boîtes à étoupes, etc., sont soumises à trois causes principales de destruction, qui sont l'humidité, l'élévation de la température et le frottement. Or, en Amérique, où on a essayé pour la première fois de faire ces garnitures en amiante, on a pu se convaincre qu'elles résistent parfaitement bien dans les conditions mêmes où les matières végétales ordinairement employées sont détruites avec une rapidité bien connue ; l'essai en a été fait dans des locomotives fournissant, pendant trois mois de suite et sans interruption, un parcours journalier moyen de 100 milles (près de 161 kilom.), la vapeur y fonctionnant à la pression de 130 livres par pouce carré (9^{kilog},06 par centim. carré). Après un aussi long service, l'amiante n'a rien perdu de sa flexibilité et de sa ténacité; sa couleur seule a disparu au contact prolongé de l'huile et du métal. Les mêmes expériences ont été répétées en Angleterre, et l'auteur de cette note a entre les mains une garniture de ce genre, provenant d'une boîte à étoupe d'une locomotive à voyageurs du chemin de fer *Caledonian Railway*. Cette garniture, qui a été faite par enroulement et non par superposition d'anneaux découpés, est encore sans altération après un service de près de quatre mois, pendant lesquels la machine a fourni un parcours de 14 070 milles (22 638^{kilom},630). Une garniture ordinaire, placée dans les mêmes conditions, ne dure guère plus de 15 à 17 jours.

De semblables essais ont été faits sur des machines marines, en Angleterre et en Amérique, et les résultats n'en sont pas moins concluants. Comme exemple, on peut citer les machines du navire *Anglia*, dont les garnitures en amiante ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



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

FABRICATION DES GARNITURES DE PISTON EN AMIANTE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fourni, sans altération, une course de 24 000 milles (38 616 kilom.), représentant quatre voyages entre Glascow et New-York.

Fabrication. — Après avoir d'abord désagrégé la matière brute par des procédés analogues à ceux qu'on emploie pour le jute ou le lin, on la livre à l'appareil suivant, que représente, en élévation et en section verticale partielles, la planche 489.

A, trémie composée de plusieurs segments assemblés à leur partie supérieure et dans laquelle on charge l'amiante; chaque segment est muni d'une saillie extérieure.

B, ressorts attachés, d'une part, à des points fixes, et, d'autre part, aux segments de la trémie qu'ils tendent constamment à écarter les uns des autres.

C, manchon mobile entourant la partie inférieure de la trémie A, et garni, à son intérieur, d'une série de cames destinées, quand le manchon tourne, à agir sur les saillies extérieures des segments; il résulte de cette action des cames sur les saillies que les segments se rapprochent et s'écartent alternativement sous la traction des ressorts B, ce qui détermine la compression de l'amiante à mesure qu'il descend dans la trémie.

D, roue d'angle calée à la base du manchon C, auquel elle communique le mouvement de rotation qu'elle reçoit par courroie et engrenages.

E, bandes de toile mince, au nombre de trois ou plus, bobinées sur le bâti de l'appareil, passant le long des parois internes de la trémie et accompagnant l'amiante dans sa descente, de manière à l'enfermer en quelque sorte dans un étui continu.

F, tube dans lequel sont entraînés l'amiante et son enveloppe de toile, pour en sortir ensuite à l'état de câble.

G, bobines débitant un fil de grosseur convenable, lequel vient entourer le câble d'amiante à sa sortie du tube F.

H, cylindres d'enroulement et de traction du câble d'amiante; ils sont mus par une série d'engrenages que le dessin indique.

L'appareil débite, à la vitesse de 1 pied (0^{m},30) par minute, un câble de 1 pouce (0^{m},025) de diamètre, parfaitement régulier et d'une densité constante.

Ainsi préparé, l'amiante fournit des garnitures excellentes, non-seulement pour les pistons des machines à vapeur, mais encore pour toutes espèces de joints où il dispense de l'emploi du caoutchouc, du ciment, du minium, etc. Ce genre de garnitures a surtout l'avantage de pouvoir servir pour ainsi dire indéfiniment, en raison de son insensibilité à l'action de la chaleur et des acides. Il resterait à expérimenter si la propriété que possède l'amiante d'être un mauvais conducteur du calorique ne pourrait pas permettre d'étendre les applications de cette précieuse matière en l'employant dans les coussinets des arbres tournants.

Il est bon de faire remarquer que si les propriétés hygrométriques de l'amiante sont une cause d'embarras dans beaucoup de cas, et notamment dans celui où la matière serait employée à faire de la pâte à papier, il n'en saurait être de même lorsqu'il s'agit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des garnitures de pistons des machines à vapeur; dans ces garnitures, en effet, l'amiante étant imbibé d'huile, les effets hygrométriques ne sont plus à redouter.

(M.)

NÉCROLOGIE.

DISCOURS PRONONCÉ, LE 21 JANVIER 1873, AUX FUNÉRAILLES DE M. LE BARON CHARLES DUPIN, AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES ET DU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS, PAR M. LE GÉNÉRAL MORIN.

« Messieurs, le confrère illustre que nous accompagnons à sa dernière demeure était un de ces hommes rares dans lesquels se personnifient les qualités, les sentiments, les vertus qui honorent le plus le caractère de l'homme, du citoyen et du savant.

« Inspiré au plus haut degré par l'amour de la patrie, par un dévouement invariable aux principes d'une sage liberté et par le culte de la science, dont il abordait à la fois les conceptions les plus élevées et découvrait les points de vue le plus directement utiles aux progrès des sociétés humaines, Charles Dupin, depuis son début dans la vie publique jusqu'à sa dernière heure, a toujours été le même homme. Tel on l'a connu lorsque dans sa jeunesse sa voix se faisait entendre pour proclamer des découvertes scientifiques importantes, tel nous l'avons retrouvé, dans ces derniers temps, revendiquant énergiquement au nom de la liberté de conscience et de la foi de ses pères l'indépendance et l'autorité du Saint-Siége.

« S'il était de relations faciles et bienveillantes pour tout le monde, tolérant pour les opinions diverses, conciliant sur les moyens de gouvernement, il était inflexible sur les principes, et jamais on ne l'a vu abandonner les intérêts de la patrie, de la liberté et de la science.

« D'autres vous parleront de ses travaux scientifiques, dont la profondeur et l'immense variété exigeraient des recherches qu'il ne m'a pas été donné de faire. Permettez-moi donc, en vous parlant au nom de l'Institut et du Conservatoire des arts et métiers, de me borner à rappeler rapidement les traits principaux de cette carrière si bien et si honorablement remplie.

« Né à Varzy, département de la Nièvre, le 6 octobre 1784, Dupin (François-Pierre-Charles) entrait, en 1801, à dix-sept ans, à l'École polytechnique, le premier de sa promotion, et en sortait, en 1803, avec le même rang dans le corps savant du Génie maritime.

« Attaché d'abord aux grands travaux d'Anvers, il fut envoyé en Hollande pour en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étudier les ports, puis à Toulon, d'où il s'embarqua pour les îles Ioniennes, dont la France allait prendre possession.

« Resté à Corfou pour y diriger les travaux de l'Arsenal maritime, dont l'importance ne suffisait pas à l'activité de son esprit, obéissant déjà à cette inspiration naturelle qui l'a plus tard conduit à devenir l'un des plus ardents et des plus persévérants propagateurs de la science, il provoquait dans cette ancienne cité grecque la création d'une Académie ionienne, dont il devenait le secrétaire.

« Mais s'il aimait la science pour elle-même, et s'il était sincèrement épris de la beauté des principes de la géométrie, qu'il a cultivée avec tant de succès, il n'était pas moins convaincu de la nécessité de donner comme fondement à toutes les applications que l'art de l'ingénieur doit en faire les données de l'expérience et de l'observation.

« Son esprit sévère, peu satisfait des principes admis jusqu'à lui dans l'art des constructions navales, comme bases du calcul des dimensions à donner aux diverses parties des navires, le porta à entreprendre les belles séries d'expériences qu'il a exécutées à Corfou, sur la résistance des matériaux à la flexion et sur celle des bois en particulier.

« Dans ce travail important, qu'il présenta plus tard à l'Académie des sciences, Dupin montrait que les hypothèses admises par Galilée, par Mariotte et par Leibnitz, pour rendre compte des effets qui se produisent dans ces phénomènes, n'étaient pas exactes, et il en établit d'une manière incontestable les véritables lois qui, généralisées et vérifiées depuis par de nombreuses expériences sur tous les métaux, servent de bases indiscutées aux calculs relatifs aux constructions gigantesques exécutées de nos jours.

« Ce travail, qui doit être considéré comme l'un des grands services rendus à l'art de l'ingénieur, et divers mémoires sur des questions de haute géométrie, valurent, en 1813, à Charles Dupin le titre de correspondant de l'Institut, auquel, au jour de sa mort, il appartenait ainsi depuis soixante ans.

« Revenu en 1813 à Toulon, il coopéra activement à la création du musée maritime de cette ville, type imité depuis dans l'organisation du musée naval de Paris.

« S'il était ardent à la poursuite des découvertes scientifiques, Charles Dupin ne l'était pas moins pour les questions qui se rapportent aux libertés publiques et aux principes de la justice. Aussi le voyons-nous, dès 1814, aborder la politique en y apportant, comme il n'a cessé de le faire dans toute sa vie, autant de modération que d'indépendance.

« Inspiré par son patriotisme et jaloux de connaître par lui-même les causes qui avaient pu contribuer à assurer à l'Angleterre le succès de la lutte dans laquelle elle était parvenue à coaliser l'Europe entière contre la France, Charles Dupin sollicita et obtint, non sans peine, en 1816, l'autorisation de se rendre, à ses frais, dans ce pays de la liberté constitutionnelle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Il s'y livra à l'étude des sources de sa puissance navale, militaire, industrielle et commerciale.

« Profondément frappé des immenses avantages qui résultent, pour un peuple actif, énergique et laborieux, de la marche régulière d'un gouvernement à la fois fort, sagement libéral et progressif, sous l'action duquel les institutions et les lois sont incessamment et sans secousses mises en accord régulier avec les mœurs et le mouvement de l'esprit public, Dupin revint en France plus dévoué que jamais aux idées d'une sage liberté, et n'hésita pas à publier, en 1820, ses profondes réflexions dans un ouvrage intitulé : *Force militaire de la Grande-Bretagne*. La manifestation de si vives sympathies pour un régime qui n'était pas encore bien apprécié en France excita les susceptibilités de certains membres du gouvernement, qui voulurent obliger l'auteur à supprimer quelques passages de l'ouvrage et à soumettre le reste à une sorte de censure. Dupin s'y refusa fièrement et se vit, pendant quelque temps, privé des souscriptions qu'il était en droit d'espérer pour son œuvre.

« Mais bientôt le roi Louis XVIII, plus libéral, leva cette espèce d'interdit, et peu après l'auteur reçut la croix d'officier de la Légion d'honneur.

« Les beaux et nombreux mémoires qu'il avait présentés à l'Académie lui avaient valu, en 1818, son admission comme membre titulaire dans la section de mécanique.

« Monge, que les passions politiques du temps avaient fait exclure de l'Institut, dont il était une des gloires les plus incontestées, venait de mourir. La reconnaissance pour celui dont il s'honorait d'avoir été le disciple engagea Dupin à écrire la vie de ce savant illustre, qui, en ramenant à une méthode scientifique rigoureuse tous les procédés divers employés dans les arts de construction, a créé cette belle science de la géométrie descriptive, à la diffusion de laquelle l'industrie française doit certainement une partie de ses succès.

« Non content de cet hommage rendu à la mémoire de son maître, Dupin, s'inspirant de son souvenir et de ses exemples, encore si vivaces parmi les anciens élèves de l'École polytechnique, fit appel à leur patriotisme, à leur amour de la science, en les invitant à prendre une part active à la création d'un vaste enseignement industriel dans toutes les villes où ils étaient appelés par leurs fonctions.

« Dans la plupart des garnisons et des établissements de l'artillerie et du génie, dans les grands ports militaires, cet appel fut accueilli avec empressement, et l'Académie sait que, de tous ces enseignements, le plus fécond a été celui que Poncelet s'était empressé de fonder à Metz avec quelques uns de ses camarades.

« Mais là ne s'arrêtaient pas les projets et les espérances de Dupin, et, grâce à l'appui libéral qu'il reçut de l'illustre duc de La Rochefoucault, alors inspecteur général du Conservatoire et des Écoles d'arts et métiers, et de M. de Cazes, Ministre de l'intérieur, il parvint à faire fonder l'enseignement des sciences appliquées au Conservatoire des arts et métiers par l'ouverture de trois cours, l'un de géométrie et de mécanique,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont il fut chargé, le second de chimie industrielle, confié à Clément Desormes, le troisième d'économie politique, donné à J. B. Say.

« Par la création féconde de cet enseignement, qui, sous son influence et par son concours actif, s'est de plus en plus développé, et qui comprend aujourd'hui quatorze chaires, Charles Dupin doit être, à juste titre, regardé, après Vaucanson, comme le second fondateur du Conservatoire des arts et métiers. Il y a professé jusqu'en 1854, et a tenu à y conserver le titre de professeur honoraire.

« Son enseignement, continué pendant trente-cinq ans, a toujours eu ce caractère de simplicité, de clarté, si nécessaire quand on s'adresse à un public varié, et en partie composé d'auditeurs peu préparés à saisir la portée des raisonnements scientifiques; mais ce qui l'a surtout distingué, et ce qui attirait à ses leçons un grand nombre d'ouvriers, c'était le sentiment d'affection réelle, d'estime, d'intérêt profond et vrai pour les travailleurs de tous les rangs qui l'animait, et dont sa parole, son geste, toute sa personne reproduisaient la sincère expression.

« En 1828, il avait été nommé baron ainsi que Thénard. Le gouvernement royal imitait ainsi l'usage politique et prévoyant de l'aristocratie anglaise, dont les rangs s'ouvrent à tous les hommes qui illustrent leur patrie par leurs talents et leurs services.

« Toujours préoccupé de la pensée que la diffusion de l'instruction est l'un des plus sûrs moyens de développer et d'accroître la puissance des nations, en même temps que la valeur morale et le bien-être des individus, Charles Dupin avait cherché à se rendre compte, autant que le permettaient les données statistiques, de la répartition de cette instruction dans les différentes parties de la France.

« C'est ainsi qu'il était parvenu à établir, en 1826, cette carte figurative de l'instruction populaire, où des teintes plus ou moins foncées accusaient, à première vue, l'état de l'instruction dans chaque département.

« En faisant connaître les résultats de son immense travail sur les forces productives et commerciales de la France, dans un *Discours* d'ouverture de son cours de géométrie et de mécanique au Conservatoire des arts et métiers, prononcé le 30 novembre 1826, notre confrère s'exprimait dans les termes suivants, que je crois devoir rapporter; car, si ses sages conseils avaient été suivis dès cette époque, bien des catastrophes, dont la France doit rougir aux yeux du monde civilisé, lui auraient peut-être été épargnées :

« D'après l'étude comparative que j'ai déjà faite du degré d'instruction que les « diverses professions réclament, et de la sagesse qui caractérise les plus instruites, « je ne crains pas de proclamer hautement, pour tous les métiers et pour tous les arts, « exercés dans les villes ou pratiqués dans les campagnes, l'avantage, sans réserve, de « l'instruction primaire.

« Aux hommes religieux, avec sincérité, je dirai : Plus vous élèverez l'instruction

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« populaire, et plus vous ouvrirez l'esprit du peuple à l'intelligence des hautes vérités « morales auxquelles toutes les religions se font un devoir de prêter leur appui; plus « aussi les bienfaits de cet appui seront compris et révérés.

« Aux amis de l'ordre civil, je dirai : Le seul moyen de prévenir les égarements « populaires et les passions furieuses d'une multitude aveuglée, c'est d'éclairer la « multitude, et d'enseigner au peuple les voies de la vérité, c'est-à-dire de toutes les « idées morales, de toutes les connaissances utiles. Alors on évitera le retour des mas- « sacres de la Jacquerie, des massacres du 24 août 1669 et des massacres du 3 sep- « tembre 1792; et le peuple, amené, par la civilisation, au sentiment du beau comme « à l'amour de l'honnête, n'ira plus, en des jours de déraison, renverser et briser les « chefs-d'œuvre des arts dans les temples et les palais.

« Aux amis de la puissance du royaume, je dirai : La monarchie doit souhaiter, « pour défendre son existence et soutenir sa gloire, des générations d'hommes forts, « qui arrivent en grand nombre et bien constitués à l'âge de la virilité, afin de four- « nir au besoin, pour l'État, beaucoup de robustes défenseurs.

« Eh bien! les parties de la France où l'esprit du peuple a reçu le plus de secours « dans les écoles primaires sont généralement celles où la terre est le plus assainie « par le travail, celles où la mort frappe le moins l'enfance et l'adolescence, celles où « les soins conservateurs ont le plus d'efficacité sur la jeune génération.

« Aux sages qui chérissent l'humanité pour elle-même, je montrerai la vie totale « de l'homme généralement plus longue dans les parties les plus éclairées du « royaume, et la différence de longévité moyenne allant à plusieurs années en faveur « des départements qui répandent le plus d'instruction parmi le peuple.

« Aux amis nombreux et puissants du trésor public, je montrerai la vaste supério- « rité du revenu public, foncier et mobilier, que possèdent les pays où beaucoup « d'inventions multiplient les moyens d'accroître la fortune des particuliers, de créer, « pour le riche, la grande propriété, d'améliorer, pour le modeste bourgeois, la petite « propriété, et de donner quelque bien-être au simple manouvrier.

« Que, si nous parlons de recherches, de découvertes, de perfectionnements, de « tous ces titres de gloire intellectuelle, la première des gloires d'un peuple civilisé, « j'ai montré qu'elle est, dans les sciences et dans les arts, la vaste supériorité de la « moindre partie du royaume sur la partie la plus grande en superficie, mais la moins « éclairée.

« On m'a reproché de n'avoir pas parlé des lettres, dans ce parallèle; on a semblé « croire que des rapports inverses devaient exister à leur égard.

« Loin de là, Messieurs, la différence d'instruction populaire a produit des prodiges « plus grands encore dans les lettres que dans les arts. La poésie, par exemple, a quitté « le pays de l'imagination; elle s'est arrachée au climat qui souriait à son génie, pour « prendre racine au milieu de la population du Nord, où beaucoup d'intelligences

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« populaires, excitées et développées, offrent un plus vaste concours de forces intel-
« lectuelles. Avec les troubadours a péri la gloire poétique du midi de la France, et
« tous nos grands poëtes, postérieurs au moyen âge, sont nés au nord de la Loire :
« Malherbe, Boileau, la Fontaine, les deux Racine, les deux Corneille, Molière,
« Regnard, Voltaire, J. B. Rousseau, Piron, Gresset, sont des hommes de la France
« du Nord. »

« Tant d'efforts si persévérants valurent alors à leur auteur une popularité de bon aloi qu'obtiennent parfois de l'opinion publique un dévouement désintéressé et le courage de proclamer de dures vérités. Charles Dupin en reçut, en 1828, un témoignage aussi flatteur qu'honorable et spontané de la part des électeurs du département du Tarn, l'un dans sa carte des plus teintés en ignorance, qui lui prouvèrent ainsi qu'ils étaient gens dignes d'entendre la vérité et de profiter des leçons qu'elle donne.

« A partir de cette époque, Dupin se trouva mêlé à la vie politique du pays, et son activité, son ardeur pour le travail, se signalèrent dans l'étude approfondie qu'il fit des questions les plus importantes.

« L'organisation des services de la Marine aux intérêts de laquelle il fut toujours dévoué, celle des Ponts et Chaussées, des voies et communications, de l'Instruction publique et bien d'autres sujets de premier ordre pour la prospérité du pays furent, de sa part, l'objet des rapports les plus remarquables.

« Parmi ces questions, celles qui se rattachaient plus ou moins directement aux relations commerciales et aux intérêts industriels du pays ne pouvaient manquer d'appeler toute l'attention d'un penseur tel que lui.

« Dupin, qui, à deux reprises, avait visité l'Angleterre pour étudier les principes de sa législation commerciale basée alors sur le système absolu de la protection, qu'elle avait, à certaines époques, poussé à ses extrêmes limites, y avait été reçu avec la plus grande distinction et y avait trouvé pour ses études les facilités les plus libérales.

« Il y avait constaté l'immense prospérité des grandes industries des tissus, de la production des métaux, de la construction des machines de tous genres, et il avait pu, non sans regrets, mais avec sûreté, apprécier la supériorité relative de notre puissante rivale.

« La logique le conduisit naturellement à penser que le même système produirait en France des résultats analogues, et il en devint l'un des partisans les plus résolus.

« Ce n'est pas ici le lieu d'examiner jusqu'à quel point il eût été convenable, pour notre industrie et notre commerce, de persévérer indéfiniment dans cette voie que l'Angleterre n'a d'ailleurs quittée que quand elle a jugé utile à ses intérêts d'en suivre et d'en préconiser une tout opposée.

« Mais ce que nous pouvons dire à l'honneur de Dupin, et ce que chacun sait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'ailleurs en France, c'est que, dans les discussions qu'il a soutenues devant les pouvoirs législatifs, il a toujours eu le courage de ses opinions, et n'a eu d'autre mobile que des convictions profondes puisées dans son amour du pays.

« La révolution de 1830, qui, sous la Restauration, l'avait trouvé ferme dans les rangs des amis de la liberté constitutionnelle, ne le vit pas moins résolu dans ceux des amis de l'ordre, et il lui fut donné alors d'avoir le bonheur, devenu rare depuis, d'user de l'influence morale que lui avait value, sur les ouvriers, un dévouement aussi sincère que le sien en contribuant à calmer momentanément des passions dangereuses.

« En 1832, les grands travaux de Dupin sur toutes les questions qui se rattachent à l'instruction publique et à l'économie politique l'avaient fait nommer membre de l'Académie des sciences morales et politiques. Il faisait, depuis un an, partie du conseil d'État. En 1834, il fut un instant Ministre de la marine, et profita de son rapide passage au pouvoir pour donner une preuve nouvelle de son amour pour la science navale, en fondant le prix de *six mille francs* que l'Académie des sciences est chargée de décerner pour le *Progrès le plus marquant de l'application de la vapeur à la Marine militaire*. Élevé, en 1838, à la pairie, il suivit dans la Chambre haute la ligne de conduite qu'il avait adoptée dans celle des députés.

« Dans toutes les grandes questions d'organisation, celle des caisses d'épargne, celle des rapports de la Métropole avec ses colonies, celle des concessions de chemins de fer et dans bien d'autres, il fit preuve de cette variété de connaissances, de cette rectitude de jugement, de cette franchise, qui étaient le caractère de sa nature loyale.

« La révolution de 1848, en renversant le gouvernement sage et libéral auquel il était sincèrement attaché, lui causa une profonde douleur, en paraissant détruire toutes les espérances qu'il avait si longtemps conçues de voir, en France, régner en paix l'ordre et la liberté. Il eut du moins la consolation d'avoir fait pour le succès de la cause à laquelle il s'était dévoué tout ce que son patriotisme avait pu lui inspirer.

« Appelé par le suffrage universel à l'Assemblée constituante, et plus tard à l'Assemblée législative, Charles Dupin s'y montra, comme toujours, le défenseur énergique des principes sur lesquels reposent les sociétés civilisées, et de ceux qui doivent présider à l'organisation des grands pouvoirs publics pour assurer leur action et leur indépendance réciproques. C'est à ce double point de vue, règle invariable de sa conduite politique, que Dupin ne craignit pas d'aborder, à cette époque orageuse, la question, de nouveau pendante aujourd'hui, de la nécessité de deux assemblées législatives, destinées à établir entre elles et le pouvoir exécutif une pondération salutaire. Les clameurs des passions politiques, auxquelles notre impressionnable nation n'est que trop sujette, ne purent imposer silence à sa voix consciencieuse et convaincue; mais,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ses paroles prophétiques ne furent pas entendues, et, peu de temps après, l'Empire était fait.

« Devant la manifestation du suffrage universel, et quelle que fût son opinion sur la lucidité de son jugement, Charles Dupin s'inclina, et, la considérant au moins comme un moyen de salut, qui pouvait préserver la France des maux imminents de l'anarchie, il ne crut pas devoir refuser le concours de ses lumières au gouvernement qu'elle venait d'acclamer.

« Ancien pair de France, il accepta au Sénat une position qui lui permettait d'y défendre encore ses convictions politiques. Là, comme ailleurs, il donna des preuves de la sagesse et de l'indépendance de ses opinions à tous les points de vue qui intéressent la vie morale, politique et industrielle du pays.

« Défenseur convaincu des principes moraux et de la foi religieuse d'un pays qui compte plus de trente millions de catholiques, il ne craignit pas de critiquer la marche incertaine et variable du gouvernement de l'Empire envers le chef de la chrétienté.

« Je ne vous parlerai pas, Messieurs, de la vie académique de notre confrère. Vous la connaissez tous, et les plus vieux d'entre nous peuvent vous dire que, pendant les cinquante-cinq années qu'il a siégé dans cette Académie des sciences, dont il savait toujours et partout soutenir l'honneur et la dignité, il n'a jamais cessé d'être bienveillant pour ses confrères, juste et impartial pour les droits des candidats, étranger aux discussions passionnées, dont les savants ne sont pas plus exempts que les poëtes, mais en même temps défenseur énergique des droits de la science et des règlements qui les garantissent, sachant au besoin les opposer à ses propres affections. Charles Dupin nous laisse à tous, sous ce rapport, comme sous tant d'autres, le plus honorable exemple à suivre.

« Dans sa jeunesse, animé par le patriotisme et par un ardent amour de la liberté; dans son âge mûr, promoteur infatigable de l'instruction, qui élève, ennoblit et améliore l'espèce humaine, en même temps que législateur prudent; dans son énergique vieillesse, défenseur inflexible des principes qui sont la sauvegarde des sociétés, tel a été, dans sa longue, laborieuse et irréprochable vie, le confrère auquel nous rendons aujourd'hui le pieux hommage auquel il a droit comme citoyen, comme savant et comme homme de bien.

« Cette âme généreuse, cet esprit si intelligent et si vaste, ce caractère si ferme n'avaient qu'une enveloppe mortelle, d'apparence délicate, qui ne pouvait donner l'assurance d'une existence si longue et si bien remplie. Mais la régularité de sa vie, un sage mélange du travail intellectuel et de l'activité physique, et surtout les soins, la surveillance incessante et doucement dominatrice d'une épouse dévouée, nous ont conservé au delà des bornes ordinaires le confrère dont le nom restera l'un des plus honorés.

« Adieu, cher et vénéré Dupin! Heureux ceux qui, après une carrière scientifique et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

politique de plus de soixante-dix ans, consacrée au service de la patrie, s'éteignent, comme vous, pleins de foi et d'espérance dans la justice divine! »

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Sur les crues de la Seine, par M. E. Belgrand. — Sous le titre de *La Seine, études hydrologiques,* M. E. Belgrand, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, chargé du service des eaux de Paris, a récemment publié un livre où l'on trouve, sur le régime de la Seine et de ses affluents, les détails les plus intéressants.

Des études de l'auteur sur le bassin de la Seine et sur les cours d'eau des différents terrains qui le composent, il résulte que les terrains imperméables qui ont une action sur les crues du fleuve sont : le granit, le lias, le terrain crétacé inférieur, les argiles du Gâtinais, les argiles à meulières de Brie et de Montmorency, les argiles des sources de l'Eure et de la Rille, dont la surface totale est de 20 000 kilomètres carrés. Un seul des terrains perméables, les calcaires oolithiques de la basse Bourgogne, dont l'étendue est de 14 000 kilomètres carrés, donne naissance à des cours d'eau dont les crues ont une action considérable sur celles du fleuve; elles relient, l'une à l'autre, les crues successives des affluents torrentiels, les empêchent de redescendre brusquement et font croître le fleuve d'une manière continue, pendant des mois entiers, ce qui n'a jamais lieu dans les fleuves franchement torrentiels comme la Loire, par exemple.

L'étendue du bassin de la Seine est de.	79 000	kilom. carrés.
Les terrains qui ont une action sur les crues occupent une surface de.	34 000	—
Le reste formant une surface de.	45 000	—

est absolument sans action sur les crues; ces terrains ont, au contraire, une action très-importante sur les basses eaux du fleuve.

Après avoir indiqué la règle suivie pour annoncer les crues du fleuve, l'auteur fait de ces crues la classification suivante :

Lorsque la Seine s'élève à $3^m,50$ au-dessus de l'étiage à l'amont de Paris, et à 4 mètres à l'aval, ce qui correspond à la cote 4 mètres de l'échelle du pont de la Tournelle, elle couvre les chemins de halage et la navigation halée est interrompue.

La Seine entre en grande crue ordinaire, lorsqu'elle atteint la cote 5 mètres à l'échelle du pont de la Tournelle et la cote 6 mètres au pont Royal. *Elle effleure alors les bords des grands cercles de fonte des culées du pont des Saints-Pères,* et submerge certaines rues basses de Paris, notamment le quai de Bercy et la rue Hérold, à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Auteuil. Les crues commencent à être désastreuses lorsqu'elles atteignent la cote 6 mètres au pont de la Tournelle; or, cette cote a été dépassée en 1740, 1741, 1751, 1764 et 1799.

Dans le cours du XIXe siècle, on compte, jusqu'en 1866, vingt-sept crues ayant atteint ou dépassé le niveau de 6 mètres, sur lesquelles cinq ont été désastreuses.

Les crues dépassant 7 mètres sont des phénomènes séculaires : on en compte huit depuis le 1er janvier 1649, dont les plus élevées sont celles du 27 février 1658, la plus grande de toutes (8m,81), du 26 décembre 1740 (7m,90) et du 3 janvier 1802 (7m,45).

La crue de 1658 a eu huit jours de croissance et est due à deux crues des affluents, produites, la première par une grande fonte de neige et une débâcle, la seconde probablement par la pluie.

La crue de 1740 a eu quinze jours de croissance et a été produite par cinq crues des affluents, dont la première est due à une fonte de neige. Le débit de cette crue, calculé d'après la règle donnée par M. Poirée, a été, du 3 au 31 décembre, de 3 809 346 000 mètres cubes d'eau.

La crue de 1802 est due entièrement à la pluie; le nombre des jours de croissance a été de quarante-six, et les crues correspondantes des affluents ont été au nombre de quinze.

Les désastres causés dans toute l'étendue du bassin par ces trois crues ont été considérables. La crue de 1658 a emporté plusieurs ponts, notamment le pont Marie, à Paris, et le pont de Vernon. D'après un récit du temps, vingt-deux maisons bâties sur le pont Marie sont tombées dans l'eau, et près de cent vingt personnes qui habitaient ces maisons ont été noyées.

Si ces grandes crues se reproduisaient, elles couvriraient encore à Paris, malgré l'exhaussement progressif du sol, 1 100 hectares pour la crue de 1658, 700 pour celle de 1740 et 450 pour celle de 1802.

Les grands débordements de la Seine étant toujours produits par plusieurs crues successives des affluents, la plus petite crue peut être le commencement d'un de ces cataclysmes. Ainsi, dans le débordement qui a eu lieu à la fin de 1872, l'Yonne, qui est le plus violent des affluents et qui était restée, au début, à un niveau assez bas, a éprouvé deux crues qui se sont combinées avec celles du Grand-Morin. Il en est résulté que le fleuve a approché la cote de 6 mètres au pont de la Tournelle.

Quant à la crue du mois de janvier 1873, elle a été produite par un seul phénomène météorologique, la grande pluie qui est tombée sur toute l'étendue du bassin de la Seine, dans la nuit du 18 au 19 et dans la journée du dimanche 19. Le 20 au matin, les stations d'observation ayant envoyé des télégrammes annonçant que les affluents torrentiels du fleuve étaient en grande crue, tous les services intéressés de Paris et de la basse Seine ont été prévenus. La Seine s'élevant, le 19, à la cote de 2m,30 à l'échelle du pont Royal, on a calculé la cote qu'elle atteindrait trois jours après, c'est-à-dire qu'on a multiplié par 2 la moyenne des montées des petits affluents torrentiels sur les-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quels portent les observations, et, en ajoutant le produit à la cote du pont Royal, on a pu annoncer que, le jeudi 23, la Seine s'élèverait, à ce pont, à la cote 4m,80, cote qui a, en effet, été exactement atteinte.

Par suite des crues, beaucoup de caves, à Paris, sont envahies par l'eau sur les deux rives du fleuve. Sur la rive gauche, la nappe d'eau des pluies est, en général, à une grande profondeur, et la submersion des caves est due aux infiltrations des eaux de la Seine. Cette submersion cesse aussitôt que le niveau du fleuve s'est suffisamment abaissé. Sur la rive droite, la nappe d'eau des puits est à une petite profondeur; l'invasion des caves est due à son relèvement et peut résister longtemps après le retrait des eaux de la Seine. Ainsi, dans l'hiver de 1866-1867, des caves ont été envahies, comme elles viennent de l'être, par l'effet de crues persistantes, et ne se sont asséchées complétement que dans le cours de l'automne de 1867.

Les débâcles étaient autrefois fort redoutées. Les ponts étant formés d'arches très-étroites, les glaces s'accumulaient en amont et y formaient de véritables barrages, nommés *embâcles,* et de grandes retenues d'eau. Au moment de la débâcle, ces retenues se lâchaient brusquement et formaient une crue qui grossissait de pont en pont. Depuis 1830, on a ouvert de grandes arches marinières dans tous les ponts. Les *embâcles* ne sont plus possibles, et les débâcles s'effectuent aujourd'hui avec la plus grande facilité; à peine les distingue-t-on des autres crues de la Seine.

On peut facilement, aujourd'hui, préserver Paris des grands débordements du fleuve, au moyen des quais rendus insubmersibles et des égouts collecteurs débouchant à Asnières. (Résumé d'après les *Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

(M.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 14 février 1873.

Présidence de M. *Balard,* vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Fillet* (Joseph), rue Jean-Jacques Rousseau, 61, présente un appareil de son invention, au moyen duquel il pense pouvoir diriger les ballons. (Arts mécaniques.)

M. *Ardisson* (Annibal), ancien officier de marine, boulevard Magenta, 111, présente une roue avec laquelle il compte pouvoir diriger les ballons, et constituant, suivant lui, un nouveau propulseur marin supérieur à l'hélice. (Arts mécaniques.)

M. *Chevallier* (Ludovic), manufacturier, à Orléans (Loiret), envoie à la Société un mémoire sur un moyen propre à concentrer la chaleur dans l'intérieur des cylindres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des machines à vapeur. Ce moyen consiste principalement dans l'emploi d'une enveloppe en liége qu'il dispose autour des cylindres, et pour l'exécution de laquelle il découpe le liége d'une manière spéciale. (Arts mécaniques.)

M. *Bernard* (L.), place de la Barre, à Mâcon (Saône-et-Loire), envoie un prospectus contenant l'annonce d'une invention qu'il a faite, pour supprimer le bruit métallique des plaques tournantes de chemins de fer au passage d'un train.

MM. *Coignet* père et fils, manufacturiers, rue Lafayette, 130, soumettent à l'examen de la Société les nouveaux engrais qu'ils fabriquent par la dessiccation et une torréfaction modérée des matières animales. (Agriculture.)

M. *Pimont* (Prosper), rue de la République, 57, à Rouen, a déjà présenté à la Société une série de ses produits dits *calorifuges* et *aéristiques*. Il écrit de nouveau pour attirer l'attention sur la facilité avec laquelle on peut coller des papiers et appliquer des peintures sur ses enduits. (Commission spéciale.)

M. *Sirand* (P.), pharmacien, à Grenoble, adresse à la Société quelques exemplaires d'une brochure sur la sériciculture qu'il vient de publier, et qui contient les résultats obtenus par le système d'éducation de la graine saine de vers à soie, pour lequel la Société lui a décerné, en 1871, un prix de 500 fr. (Agriculture.)

M. le *Consul général adjoint* d'Autriche-Hongrie adresse à la Société trois exemplaires du programme n° 69, publié par la direction générale de l'Exposition universelle de Vienne, pour faire connaître à tous les intéressés le concours qui sera ouvert pour les contre-maîtres et ouvriers de mérite. (Commission du *Bulletin*.)

M. *Maistrasse* (A.), membre de la Société, rue Campagne-Première, 21, expose à la Société les détails et les usages d'une pile à éléments de plomb de grande surface qu'il emploie pour l'étamage, la galvanoplastie et le zincage. (Arts économiques.)

M. *Gabry* (J.), fabricant de poteries, à Antibes (Alpes-Maritimes), adresse des observations sur la manière dont la Société a mis au concours la préparation d'un vernis pour couvertes de poteries, dans lequel le borax et l'acide borique doivent être remplacés par d'autres matières plus répandues dans la nature. (Arts chimiques.)

M. *Tarin*, ancien magistrat, fait présenter à la Société par M. *Chatin*, membre du Conseil, un ouvrage intitulé : *Nouveau traité théorique et pratique sur les abeilles*. Montargis, 1872, 1 vol. in-18. (Agriculture.)

M. *Richardson* (Géo. Gibson), 6, Duke-street Southwark, à Londres S. E., envoie deux exemplaires du mémoire qu'il a lu devant la Société centrale d'agriculture de France sur l'importance de la culture de l'orge en France, et de son exportation pour l'Angleterre. (Comités de l'agriculture et du commerce.)

M. le docteur *Leret*, Notice sur la vie et les travaux du docteur *Herpin* (de Metz), lue au Conseil de la Société pour l'instruction élémentaire, le 12 juillet 1872. Brochure in-8.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. *Delesse* et *de Lapparent* font hommage, à la Société, de leur revue de géologie IX, extraite des *Annales des mines*, in-8.

M. *Armengaud* jeune, ingénieur civil, boulevard de Strasbourg, 23, fait hommage, à la Société, des trois ouvrages suivants qu'il vient de publier :

Guide manuel de l'inventeur et du fabricant, répertoire pratique et raisonné de la propriété industrielle. 6e édition. Paris, 1870, in-8.

L'ouvrier mécanicien, guide de mécanique pratique. 9e édition. Paris, 1872, in-12.

Formulaire de l'ingénieur. Paris, 1872, in-12.

Rapports des Comités. — *Greniers conservateurs*. — M. *Boitel* lit, au nom du comité d'agriculture, un rapport sur les greniers et gerbiers conservateurs construits au moyen de la brique et du cadre à conjonction, et sur le coffre à avoine de M. *Pavy* (E.).

Dans ce rapport, le comité fait connaître en quoi consistent les constructions agricoles diverses qui composent le système économique inventé et préconisé par M. *Pavy;* il en fait ressortir les avantages, indique les circonstances dans lesquelles ce système est plus spécialement applicable, et il propose de remercier l'auteur de cette communication et de faire insérer au *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu. (Adopté.)

Coffre à avoine. — M. *Huzard* lit, au nom du même comité, un rapport sur le coffre à avoine que M. *Boulay*, propriétaire au Lude (Sarthe), a présenté à la Société. Le comité propose de remercier M. *Boulay* de sa communication, et de faire insérer le rapport au *Bulletin*, avec la description de l'appareil. (Adopté.)

Défrichement des landes. — M. *Heuzé* lit, au nom du même comité, un rapport sur les défrichements opérés dans une lande par M. *Gautier*, percepteur, à Uzel (Côtes-du-Nord).

Le rapporteur propose de remercier M. *Gautier* d'avoir fait connaître à la Société ses travaux agricoles, et de faire insérer au *Bulletin* le rapport auquel cette communication a donné lieu. (Adopté.)

Titrage de l'humidité de la fécule; féculomètre. — M. *Cloez* fait, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur un petit appareil, inventé par M. *Bloch*, fabricant de fécule, à Tomblaine, près de Nancy (Meurthe-et-Moselle), qui a pour objet de faire connaître la quantité d'eau contenue dans la fécule du commerce.

Le comité propose de remercier M. *Bloch* de sa communication, et d'insérer le rapport au *Bulletin*. (Adopté.)

Chauffage par les combustibles gazeux; fours à gaz d'éclairage. — M. *Lamy* fait, au nom du même comité, un rapport sur le chauffage des cornues des usines à gaz par des combustibles gazeux, système imaginé par MM. *Muller* et *Eichelbrenner*.

Le comité propose d'adresser des remercîments à MM. *Leblond* et *Mulot*, pour l'intéressante communication qu'ils ont faite du système de chauffage de MM. *Muller*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et *Eichelbrenner*, et de faire insérer le rapport au *Bulletin*, avec dessin et légende explicative. (Adopté.)

COMMUNICATIONS. — M. *Lamy* fait au Conseil un rapport sur les produits chimiques à l'Exposition de Lyon. (Voir plus haut, p. 183.)

Engrais produit par la torréfaction des débris des substances animales. — M. *Coignet*, qui a déjà fait connaître à la Société les améliorations qu'il a apportées dans l'industrie de la gélatine et de la colle forte, dans celle des bétons comprimés et de leurs diverses applications aux travaux publics, aux constructions, à l'agriculture, présente les engrais nouveaux qu'il prépare par la torréfaction, convenablement exécutée, des débris de matières azotées.

Il rappelle d'abord l'origine de ses recherches à ce sujet. Il se proposait de dessécher du blé et autres substances à un prix modéré, et il avait installé, pour cela, des appareils dans lesquels les corps à dessécher étaient placés sur une sole perméable à l'air et traversés de haut en bas par un courant d'air chauffé à une température convenable. Cette température pouvant varier, à volonté, de 40 à 150 degrés, il a reconnu, ainsi, qu'on pouvait dessécher, parfaitement et promptement, du blé à la température de 40 degrés, sans lui faire perdre ses facultés germinatives. Cet appareil lui a permis de connaître le degré de chaleur le plus élevé, qui convenait pour dessécher les matières animales sans leur faire perdre de substances azotées.

C'est la température de 150 à 160 degrés, que M. *Coignet* a adoptée pour dessécher les résidus sans valeur dont il voulait composer ses engrais ; mais, comme l'air chauffé à ce point produisait souvent une déflagration destructive, il l'a remplacé par de la vapeur surchauffée.

Par ce procédé, il prépare des produits dont il montre des échantillons, et il a, à Saint-Denis, une fabrique qui en fournit 20 mètres cubes par jour. Il est convaincu que cette fabrication est la meilleure solution pour l'emploi des matières animales, jetées et détruites en si grande abondance dans les régions qui bordent la rivière de la Plata et ses affluents. Leur décomposition produit, dans ce pays, les émanations les plus dangereuses, en sorte que leur transformation en engrais serait un grand bienfait pour la population de ces contrées. (Renvoi au comité d'agriculture.)

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil :

MM. *Jarre*, ingénieur, à Ornans ; *Noblet* (Charles-Constant), filateur, à Signy-l'Abbaye.

Séance du 28 février 1873.

Présidence de M. *Dumas*, président.

CORRESPONDANCE. — M. *Jarre* (G.), membre de la Société, ingénieur, à Ornans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(Doubs), envoie la description et le dessin d'une nouvelle pompe hydropneumatique qui fonctionne à Ornans. (Arts mécaniques.)

M. *Donnet* (A.), ingénieur, place Louis XVI, 13, à Lyon, qui s'est présenté comme candidat pour concourir au prix de 12 000 francs que la Société décerne en 1873, envoie, pour joindre à sa demande et aux autres pièces qui y sont annexées le dessin exact de sa machine servant à l'établissement des puits tubés. (Commission spéciale.)

M. *Beaumont* (Ferdinand), poêlier et chaudronnier, rue Belle-Image, à Valence (Drôme), désire publier un traité des cheminées, de leurs vices et des moyens d'y remédier, et il demande à la Société de lui prêter son concours pour la publication de cet ouvrage, qui a été approuvé par la Société centrale des architectes de Paris. Il envoie la table des matières de ce livre et un prospectus qui font connaître le but qu'il se propose. (Arts économiques.)

MM. *Giraudeau* et *Jalibert*, ingénieurs civils, rue Daru, 15, envoient une description et des dessins détaillés de quelques appareils nouveaux de chauffage à eau et de plusieurs perfectionnements qu'ils ont apportés aux calorifères de cave *Laury* et aux calorifères d'appartements. (Arts économiques.)

M. le *Consul général adjoint* d'Autriche-Hongrie adresse à la Société des exemplaires des circulaires n^os^ 70, 71, 72 et 73, relatives à l'Exposition universelle de 1873, à Vienne, et qui concernent les catalogues, la réception des objets venant de l'étranger, et le programme spécial des courses internationales de chevaux.

M. le Général commandant l'École d'application de l'artillerie et du génie, à Fontainebleau, demande à la Société de faire don à cette école, pour la reconstitution de sa bibliothèque, d'un exemplaire de la collection de ses *Bulletins*. (Renvoyé au Bureau et à la commission du *Bulletin*.)

M. le *Directeur* de la comptabilité générale du ministère de la Marine envoie un exemplaire du 1^er^ numéro de 1873 de la *Revue maritime et coloniale*, et demande l'échange de cette publication mensuelle avec le *Bulletin* de la Société. (Bureau et commission du *Bulletin*.)

M. *Poussard* (L. F.), ancien élève de l'Association polytechnique, rue du Chemin-Vert, 14, à Paris, adresse à la Société une note dans laquelle il cherche à démontrer que le rapport de la circonférence au diamètre n'est pas égal à un nombre fractionnaire incommensurable, dont les trois premiers chiffres sont 3,14, mais bien, exactement, à 3,20.

M. *Cottillon* (J.), dessinateur, à Romanèche-Thorins (Saône et-Loire), présente à la Société des études sur l'art du lavis et des ombres sur des surfaces courbes, études qui sont résumées dans une brochure (*Essai d'orthochromie,* ou *Nouvelle disposition des teintes servant à l'imitation du relief des corps;* Mâcon, 1872, in-8), et dans un volumineux et bel atlas de planches lavées suivant ce système. (Arts économiques.)

M. *Caron* (L.), rue du Cherche-Midi, 58, soumet à l'examen de la Société un pro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duit qu'il nomme *préservatif-Léo*, et qu'il emploie pour préserver de l'humidité les lieux habités. (Arts chimiques.)

Le *Directeur* de l'Exposition universelle, internationale, gastronomique, culinaire, vinicole et florale, envoie le programme de cette exposition destinée à s'ouvrir le 16 mars aux Champs-Élysées, derrière le palais de l'Industrie.

Le *Président du comité de la bibliothèque populaire* de Boulogne-sur-Seine et de Saint-Cloud envoie un prospectus indiquant le but de cette bibliothèque, et engageant tous ceux qui approuveront ce but à coopérer à cette œuvre d'éducation et de moralisation. (Commission du *Bulletin*.)

M. *Paris* (E.), fabricant de cristaux et d'émaux, au Bourget (Seine), présente à la Société divers produits de son usine, qu'il a réédifiée après le siége de Paris, et qui fonctionne maintenant d'une manière régulière. Ces produits consistent en tôles émaillées avec des matières d'une dilatabilité égale à celle de la tôle elle-même; de sorte que les objets ainsi exécutés ne peuvent pas s'épaufrer et s'écailler par le froid ou le chaud. (Arts chimiques.)

M. *Figuier* (Louis) fait hommage, à la Société, d'un exemplaire de l'*Année scientifique et industrielle*, 16e année, 1872. Paris, 1873, in-12. Hachette, éditeur.

Le *même auteur* envoie à la Société les quatre premières livraisons des *Merveilles de l'industrie*, publication illustrée. Paris, 1873. Grand in-8. Furne, Jouvet et comp., éditeurs.

M. *Mangon*, après le dépouillement de la correspondance, fait présenter, au nom de M. *Leduc-Vic*, un mémoire sur la compression des fourrages et sur la presse à foin qu'il a inventée. (Agriculture.)

Rapports des comités. — *Géographie et cartographie.* — M. *Homberg* fait, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur l'ouvrage de M. *Dupaigne* (Albert), intitulé *les Montagnes*, qui a été édité, avec un grand luxe de gravures, par M. *Mame*, imprimeur-éditeur, à Tours.

Le comité propose 1° de remercier M. *Dupaigne* de sa communication, 2° de faire insérer le rapport auquel elle a donné lieu dans le *Bulletin*, et 3° d'inscrire son ouvrage sur la liste de ceux que la Société distribue aux contre-maîtres et aux ouvriers auxquels elle décerne des médailles. (Adopté.)

Moulinage de la soie. — M. *Alcan* fait, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur le nouveau moulin à soie, à double effet et à grande vitesse, de M. *Duseigneur-Kléber*.

Le comité propose de remercier M. *Duseigneur-Kléber* de son intéressante communication, et d'insérer au *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu, avec un dessin du nouveau moulin à soie. (Adopté.)

Communications. — *Métallurgie en Angleterre; procédés nouveaux.* — M. *Lemoine* (G.) fait à la Société une exposition des procédés métallurgiques nouveaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

remarqués par lui dans une récente visite qu'il a faite à diverses usines anglaises. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

Exposition de Lyon. — M. *Alcan* dépose sur le bureau la rédaction de la seconde partie de son rapport sur l'Exposition de Lyon que l'heure avancée ne lui permet pas de lire.

M. le *Président* le remercie de ce dépôt et en prescrit l'insertion au *Bulletin*.

Séance du 14 mars 1873.

Présidence de M. *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE. — M. *Ferrari* (N. *de*), architecte, rue d'Assas, 3, à Paris, présente un nouveau système de chapeau mécanique à ventilation hygiénique. (Arts économiques.)

M. *Meunier*, rue de la Barre, 54, à Vitry-sur-Seine, soumet à l'examen de la Société 1° une grue à double effet; 2° un appareil pour préserver des accidents les hommes qui travaillent sur les grandes roues des carrières; 3° un appareil de sûreté pour l'ascension par échelles dans les puits. (Arts mécaniques.)

M. *Blancoud* envoie le projet d'un barrage qu'il propose de construire à travers la Manche pour relier la France et l'Angleterre. (Arts mécaniques.)

M. le *Consul général adjoint* d'Autriche-Hongrie adresse plusieurs exemplaires de la circulaire 76, émanant de la direction générale de l'Exposition universelle de Vienne et relative à la composition du Jury international.

M. le Dr *Steinbeck* (A.), à Eisleben, province de Saxe (Prusse), réclame, dans une lettre, la priorité au sujet de la machine électrique de *Gramme*.

M. *Faucon* (L.), à Graveson, envoie une note imprimée sur le Phylloxera.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Tôle émaillée.* — M. *Peligot* (Eugène), l'un des secrétaires adjoints du Conseil, lit, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur les produits en tôle émaillée présentés par M. *Pâris* (E.).

Le comité propose de remercier M. *Pâris* de sa présentation et d'insérer le rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Tire-ligne traçant des traits d'épaisseurs variables. — M. *de la Gournerie*, au nom du comité des arts économiques, donne lecture d'un rapport sur un tire-ligne d'un nouveau système, présenté par M. *Daguin*, opticien, à Paris, et avec lequel le dessinateur peut varier à volonté l'épaisseur des traits par la seule pression de la main.

Le rapporteur propose de remercier M. *Daguin* et d'insérer le rapport au *Bulletin*.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Abatage des animaux de boucherie.* — M. *Barral*, membre du Conseil, présente, de la part de M. *Bruneau*, président du syndicat des abattoirs de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Villette, un système d'abatage des animaux de boucherie au moyen d'un masque frontal à cheville percutante.

A cet égard, énumérant les différents procédés en usage, il rappelle :

Celui prescrit par la religion juive, et qui consiste à saigner l'animal au moyen d'un couteau long et affilé, dit couteau du sacrificateur;

Celui de l'abatage avec la masse, qui se pratique habituellement dans nos abattoirs, et qui a l'inconvénient d'abîmer souvent la cervelle.

Celui de l'énervation, qui emploie une sorte de poignard avec lequel on opère à peu près comme les toréadors opèrent avec leur épée.

Enfin, le procédé des Anglais, qui se servent d'un mandrin. Cet appareil, qui est adapté à l'extrémité d'un manche, est une espèce de cylindre creux muni d'un biseau et d'une pointe. Par l'effet du coup, la pointe pénètre dans la cervelle en même temps qu'elle y laisse entrer une petite quantité d'air et l'animal est tué instantanément sans être abîmé. Ce procédé exige une grande habileté, sans quoi on est obligé de s'y reprendre à plusieurs reprises, et l'on a vu quelquefois l'animal furieux briser ses entraves et blesser l'opérateur avec le mandrin même qui était resté engagé dans la blessure.

Aux appareils de ces divers procédés, M. *Bruneau* substitue un masque qui aveugle l'animal et qui porte, à son centre, une cheville mobile, qui n'est autre que l'outil même des Anglais. Avec un coup de masse appliqué sur cette cheville, l'opération est sûre et demande moins de force, puisqu'un garçon de 14 à 15 ans peut facilement l'exécuter sans danger. (Renvoi au comité d'agriculture.)

A propos des animaux de boucherie, M. *Barral* raconte que, depuis quelque temps, on fait venir d'Asie des troupeaux de buffles, dont la viande excellente est un peu moins chère que celle de bœuf.

Végétaux nitrés. — M. *Chatin*, membre du Conseil, entretient la Société des végétaux qui concentrent le nitre dans leurs tissus et de l'emploi qu'on en peut faire en agriculture. Si ces plantes ne créent pas de toutes pièces l'acide nitrique au moyen de l'azote de l'air, ce qui paraît douteux, elles condensent au moins les nitrates qui sont dans le sol ou dans les engrais et peuvent avoir, dans certains cas, des usages spéciaux.

M. *Chatin* fait l'énumération de ces végétaux et montre que certains d'entre eux contiennent des quantités assez fortes de nitrates.

Soudure de l'aluminium. — M. *Troost*, membre du comité des arts chimiques, fait connaître un nouveau procédé de soudure de l'aluminium imaginé par M. *Bablon*, fabricant de régulateurs de becs de gaz, à Paris. A cet effet, M. *Bablon* enrobe l'aluminium bien décapé dans une couche mince de cuivre déposée par voie galvanique, puis il ne reste plus qu'à fondre la soudure à la manière ordinaire pour opérer la réunion de l'aluminium ainsi enrobé à une surface métallique quelconque.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Troost* fait remarquer que ce procédé est loin d'être applicable d'une manière générale et que la soudure ainsi faite ne résisterait pas à un effort de traction en raison du peu d'adhérence de la couche de cuivre recouvrant l'aluminium. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

Analyse des phosphates du commerce. — M. *Joulie*, chimiste, donne communication de ses recherches sur les phosphates de chaux, et sur une méthode d'analyse facile et sûre qu'il a imaginée.

Il rappelle que, jusqu'ici, l'industrie n'a eu, pour ainsi dire, pour méthode de dosage que celle de M. *Bobierre*, qui consiste à traiter la substance par l'ammoniaque. Cette méthode a rendu des services dans le commerce des noirs; mais le traitement par l'ammoniaque ne donne pas seulement du phosphate de chaux, il donne aussi de la chaux, ou du carbonate, ou du sulfate de chaux, et quelquefois aussi du chlorure de calcium, en sorte que, s'il est relativement expéditif par rapport aux autres méthodes qui sont longues, il ne donne pas des résultats assez satisfaisants pour l'agriculture. M. *Joulie* a donc recherché le degré d'assimilation des terrains pour les phosphates, et c'est sur ces recherches qu'il a fondé une nouvelle méthode d'analyse sur laquelle il demande permission de revenir dans une autre séance. (Renvoi aux comités des arts chimiques et d'agriculture.)

M. le comte *du Moncel* présente et explique, au nom de l'inventeur, M. *d'Arlincourt* (L.), rue de la Bruyère, 3, à Paris, deux appareils télégraphiques autographiques remarquables par le synchronisme des mouvements d'horlogerie.

Il présente également, au nom du même inventeur, un relai de télégraphe employé aujourd'hui presque partout en raison des avantages qu'il présente. Avec ce relai, on peut, au moyen d'une seule pile, mettre en communication directe deux points très-éloignés l'un de l'autre, tels que Londres et Marseille, par exemple, que sépare une distance de plus de 1 200 kilomètres. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *de la Gournerie*, membre du Conseil, commence, sur la théorie des ombres, une communication dont l'heure avancée l'oblige à remettre la fin à la séance suivante.

Le Conseil se forme en comité secret.

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

72e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XX. — Mai 1873.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

SÉANCE GÉNÉRALE DU 28 MARS 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DUMAS,

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, PRÉSIDENT.

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale a tenu, le 28 mars 1873, la séance générale annuelle dans laquelle elle distribue des récompenses (prix, encouragements et médailles) aux savants, aux industriels et aux ouvriers dont les titres ont été jugés les plus méritants. Cette séance, à laquelle assistait un public très-nombreux, se distinguait des précédentes en ce qu'il s'agissait, pour la première fois, de décerner le grand prix de 12000 francs que la Société a fondé en 1867 pour être décerné, tous les six ans, à l'auteur de la découverte la plus utile à l'industrie française.

Le fauteuil de la présidence était occupé par M. Dumas, Président de la Société, Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences. A ses côtés siégeaient MM. Balard, de l'Institut, l'un des vice-présidents, Peligot, de l'Institut, et Laboulaye, secrétaires adjoints du Conseil de la Société.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La séance a été ouverte par la lecture du rapport de la commission des fonds sur la situation financière de la Société (exercice 1871). A propos de l'article relatif au solde des comptes de l'ambulance, M. le Président a rappelé la conduite pleine de courage et de dévouement qu'a tenue, pendant 165 jours, M. Ginestou, bibliothécaire, qui avait été chargé de la direction de cette ambulance, établie dans l'hôtel de la Société pendant l'investissement de Paris; les éloges qu'il lui a publiquement décernés ont été ratifiés par les applaudissements de l'assemblée (1).

Les récompenses ont ensuite été distribuées dans l'ordre suivant :

Grande médaille d'Ampère, à Sir Charles Wheatstone, membre de la Société royale de Londres, pour ses remarquables travaux de physique théorique et appliquée (2).

Grand prix de 12 000 francs, à M. Pasteur, membre de l'Académie des sciences, pour ses études sur les vers à soie et sur les mycodermes.

Prix de 3 000 francs, à M. Gramme, pour sa machine magnéto-électrique.

Prix de 6 000 francs, partagé entre M. Decauville (Paul) et MM. Testard (Stanislas et Émile), pour leurs travaux de labourage à la vapeur.

Prix de 500 francs, à M. Bonnefond, de Ribérac, pour la production de graine saine de vers à soie.

Encouragement de 1 000 francs, à M. Fontaine, ingénieur civil, pour son moteur à vapeur de petite dimension.

Enfin, médailles de différentes classes aux industriels, ouvriers et contremaîtres.

Avant la distribution de ces médailles, M. Tresca a lu un éloge de M. le baron Charles Dupin, secrétaire de la Société, qui a été écouté avec les marques du plus vif intérêt.

---

(1) Voir, plus loin, la note extraite du procès-verbal du comité secret tenu le 14 juillet 1871.

(2) Au moment où le nom de Sir Wheatstone a été proclamé, M. Dumas a annoncé qu'il venait de recevoir un télégramme de Londres dans lequel le célèbre physicien lui disait le chagrin qu'il éprouvait de ne pouvoir, en raison de son grand âge, traverser le détroit pour venir recevoir en personne la récompense qui lui était décernée, faisant en même temps remarquer combien il se sentait fier qu'une des inventions au succès de laquelle il avait le plus contribué lui permît d'adresser, pendant la séance même, l'expression de ses regrets et de ses remercîments.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉLOGE

DU BARON CHARLES DUPIN, MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, SECRÉTAIRE GÉNÉRAL DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, PAR M. TRESCA.

Messieurs, je me repens beaucoup d'avoir accepté comme un devoir de vous entretenir, dans cette réunion, du doyen de votre Conseil, du Secrétaire général de votre Société, de M. le baron Charles Dupin, enlevé, par une mort récente, à notre affection, mais non pas à nos souvenirs.

M. le général Morin, au nom de l'Académie des sciences et du Conservatoire des arts et métiers, a retracé avec tant de cœur toute la vie de M. Dupin; notre honorable Président, M. Dumas, l'a, de son côté, si bien apprécié dans l'une de nos plus récentes séances, en vous faisant connaître, en quelques mots, les services qu'il a rendus, que je chercherais en vain de pareils accents pour vous en parler à mon tour.

Dans un tel embarras, il ne me restait d'autre ressource que d'étudier patiemment M. Dupin dans ses écrits, si empreints de sa douce philosophie, et d'en reproduire, devant vous, les citations les plus caractéristiques. C'est le parti que j'ai pris.

Né en 1784, il entrait, en 1801, à l'École polytechnique avec le premier rang, et en sortait également le premier, deux ans après, dans le service du génie maritime. Sa vocation pour les sciences était, dès lors, bien décidée; son aptitude pour l'enseignement ne l'était pas moins; il nous rappelait, peu de jours avant sa mort, qu'avant son entrée à l'École il avait donné des leçons de mathématiques à M. Mathieu, un peu plus âgé que lui, aujourd'hui le doyen des membres de l'Académie des sciences, et avec qui ses relations amicales ont duré près de trois quarts de siècle.

Dans l'un de ses ouvrages, M. Dupin nous fait connaître sa famille et les principes dans lesquels ses frères et lui ont été élevés; ce document est emprunté à la dédicace du discours de M. Dupin l'aîné, sur le droit d'aînesse, qu'il répudiait au nom d'une sage égalité et des liens de la famille.

« M. Dupin à ses frères :

« Nous sommes trois et je suis votre aîné : nos parents n'ont eu à déplo-
« rer la perte d'aucun de leurs enfants; nous leur devons la vie, la santé,
« l'éducation. Notre mère ne nous a point confiés à des mains merce-
« naires; elle nous a tous trois nourris de son lait. Notre vertueux père nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« a imbus de ses principes; il nous a élevés dans sa religion, dans le respect « de l'ordre, de la justice et des lois, dans l'amour sacré de la patrie..... Il « n'a permis à d'autres maîtres de nous apprendre que ce qu'il n'a pu nous « enseigner lui-même. Nos parents n'ont jamais pu remarquer qui de nous « les respectait le plus, et jamais ils ne nous ont laissé deviner s'ils avaient « pour l'un de leurs fils une prédilection qui ne fût point égale pour les « deux autres. Nous avons grandi ensemble dans le même amour du travail « et de la gloire, dans le même désir d'être utiles à nos concitoyens et à notre « patrie. »

Amour du travail, de la gloire et de la science, désir constant d'être utile à ses concitoyens et à sa patrie, c'est aussi toute la carrière de M. le baron Charles Dupin.

Ses succès d'école vont bientôt le conduire à d'importantes découvertes dans la science; plus tard, il deviendra vulgarisateur et moraliste, et il ne cessera son œuvre de dévouement que lorsque la mort viendra l'enlever à son travail.

Son talent, à son aurore, découvre des faits précis qui alimenteront les recherches des géomètres de tout un siècle, puis viendra le moment où la largeur des vues deviendra le caractère dominant de toutes les appréciations du savant et du philosophe.

M. Chasles, qui domine de si haut toutes les questions de géométrie, s'exprime ainsi sur M. Dupin, dans son rapport sur les progrès de cette science : « A la tête des disciples de Monge, se distingue M. le baron Charles Dupin, « dont les travaux ont eu la plus grande influence sur les progrès de la « science et sont encore invoqués constamment, de nos jours, dans les « recherches de pure Géométrie, comme dans celles de Mécanique et de « Physique mathématique.

« Le goût et l'aptitude rares du jeune ingénieur constructeur de vaisseaux, « sorti de l'École polytechnique en 1803, se sont révélés dans la première « année de son séjour à cette école par la solution du problème de la sphère « tangente à trois autres et par la découverte des théorèmes admirables aux- « quels cette question l'a conduit. »

C'était déjà le prélude de ses travaux dans cette science : en 1804, un Mémoire sur le contact des sphères (1); en 1806, ce qu'il appelait un Essai

(1) *Correspondance sur l'École polytechnique*, 1804.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur la description des lignes et des surfaces du second degré (1); en 1807, un Mémoire sur les déblais et remblais (2); en 1813, l'immortel travail intitulé : Développements de géométrie, dans lequel, dit encore M. Chasles, « M. Dupin s'est montré le véritable continuateur de Monge, en complétant « plusieurs parties importantes de l'*Application de l'Analyse à la Géométrie*, « et en dotant la science de théories nouvelles, qui sont entrées aussitôt dans « l'enseignement de l'École polytechnique et sont restées, depuis, le point « de départ constamment invoqué de toutes les recherches de la théorie des « surfaces; » en 1822, ses applications de géométrie et de mécanique, dans lesquelles se produit et se complète tout à la fois la théorie des surfaces en général et celle des surfaces cyclides en particulier.

Telle est l'œuvre géométrique de M. Dupin, œuvre commencée dans un élan de jeunesse, mûrie par la réflexion, ravivée à chaque instant par les travaux successifs de tous les géomètres, et que, dans son âge avancé, M. Dupin voulait encore doter de nouvelles applications.

Il n'y a pas encore six mois que, dans son ardent patriotisme, il nous demandait de lui procurer les cartes du col de Tende et celle des fameuses fourches caudines, pour expliquer, par ses méthodes si sûres, les propriétés géométriques relatives à la forme des surfaces qu'il convient de rechercher dans de pareilles conditions topographiques.

Pour établir devant vous, Messieurs, la grandeur de l'œuvre de M. Dupin, il faudrait vous montrer les travaux de chacun de ses successeurs, puisant à chacune des sources qu'il a découvertes, développant et vivifiant, au besoin, tout ce qu'il n'avait qu'indiqué. Le temps a donné toute sa valeur à cet éloge devenu historique de Lagrange, que Carnot nous a conservé : « L'auteur a « trouvé le secret de dire des choses neuves et intéressantes, sur un sujet que « nous croyions épuisé. »

Le champ des vérités géométriques n'est jamais épuisé sur aucune question, et je n'en veux chercher d'autres preuves que cette conclusion de M. Chasles.

« Tous les résultats principaux des recherches sur lesquelles s'est fixé « l'esprit actif de M. Dupin se retrouvent constamment depuis dans les tra- « vaux des géomètres. C'est que les conceptions de l'auteur ne se portaient

(1) *Correspondance sur l'École polytechnique*, 1806.
(2) *Journal de l'École polytechnique*, 1808.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« pas sur des questions prises au hasard et sans avenir; le sentiment du beau « et de l'utile, et un enthousiasme ardent pour la science n'ont jamais cessé « de l'inspirer. »

Cette appréciation de notre plus illustre géomètre est un monument scientifique élevé, dès avant sa mort, à M. Dupin.

Le général Poncelet a pris pour devise de son Traité des propriétés projectives des figures la phrase suivante, empruntée aux développements de géométrie de M. Dupin : « Il semble que, dans l'état actuel des sciences mathé- « matiques, le seul moyen d'empêcher que leur domaine ne devienne trop « vaste pour notre intelligence, c'est de généraliser de plus en plus les théo- « ries que ces sciences embrassent, afin qu'un petit nombre de vérités « générales et fécondes soient, dans la tête des hommes, l'expression abrégée « de la plus grande variété des faits particuliers. »

Cette citation plut beaucoup à M. Dupin; il se montra le défenseur de M. Poncelet, qui avait alors à se débattre, comme il le déclare lui-même, contre d'injustes préventions scientifiques, et lui écrivit aussitôt une lettre que M. Poncelet a publiée, et dans laquelle on reconnaît toutes ses préférences pour la méthode géométrique.

« J'aurai soin de faire valoir votre livre auprès des géomètres analystes, « qui se garderont bien de vous lire, parce qu'ils ne lisent qu'eux seuls. « Continuez, Monsieur, à cultiver la géométrie, et venez, enfin, nous joindre « à Paris. Nous ferons tous nos efforts pour vous admettre au nombre de « nos collègues de l'Institut, où vous soutiendrez l'honneur de la bonne « géométrie. »

Nous aurons encore à parler des relations des deux éminents géomètres.

Notre ingénieur des constructions navales est appelé hors de Paris par les obligations de son service; à Corcyre, à Toulon, à Dunkerque, il est aux prises avec les problèmes de la construction; il ne veut pas se contenter des règles plus ou moins empiriques que lui ont léguées ses devanciers, et son esprit droit demande à l'expérience des préceptes sûrs qu'il saura étendre à d'autres matières et à d'autres dimensions.

La position d'une fibre neutre dans les pièces de bois soumises à la flexion ne lui semble pas assez bien définie par les expériences de Duhamel du Monceau; les conditions géométriques de la flexion, telles qu'elles étaient interprétées à cette époque, ne concordent pas avec l'existence de cette fibre neutre. Il se demande enfin si, pour apprécier la résistance des différentes essences des bois, il est nécessaire d'étudier les conditions de leur rupture,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou seulement les conditions géométriques de leurs premières déformations.

M. Dupin aborde la question dans toute son étendue; il pose les vrais principes de la flexion, il en mesure les différents éléments, établit les lois, les interprète par l'analyse, et tout cela dans les conditions les plus difficiles.

« Rappelons toujours, dit-il dans son *Traité de mécanique*, que nous étions « dans un pays où tout manquait, jusqu'à des balances assez précises pour « pousser l'exactitude au delà des dix-millièmes, si même elles y arrivaient, « et l'on verra qu'aucune des petites différences de l'observation et du cal- « cul ne dépasse la limite assignable à la justesse des opérations. »

Les déterminations deviennent plus précises à Toulon, alors qu'il s'agit de reconnaître la position exacte de la fibre neutre : « Quand on aura déter- « miné par l'expérience, dit-il ailleurs, la position précise de la fibre inva- « riable, il sera très-facile d'en conclure le rapport des forces nécessaires « pour produire un allongement ou un raccourcissement donnés, dans les « fibres d'une même pièce de bois. Les expériences que nous avons faites à « Toulon et Dunkerque avaient en grande partie pour objet des recherches « de ce genre; nous les publierons quelque jour. »

Les premières seules nous sont connues dans tous leurs détails, par le tome X du *Journal de l'École polytechnique*, où nous trouvons, en quelque sorte, les fondements des principales recherches plus récentes.

Après avoir traité de la rupture des solides, l'auteur ajoute : « Il est un « autre genre de recherches non moins utiles, plus utiles peut-être, et qui, « cependant, me semble avoir été bien moins suivi. C'est de déterminer les « résistances comparées des bois, lorsqu'on les soumet à des forces capables « d'altérer très-peu leur figure.

« Lorsque nous construisons nos édifices, nos machines, nos vaisseaux, « nous supposons que les pièces d'une dimension considérable et, d'ailleurs, « peu chargées, conservent la figure qu'un dessin rigoureux leur a donnée; « il n'en est rien. Dans la nature, les moindres forces ont leurs effets cer- « tains, quoique parfois imperceptibles, et souvent ces effets, insensibles « individuellement, s'accumulent au point de produire les résultats les plus « marqués et les plus graves. »

Encore aujourd'hui, si on calcule mieux en France qu'en Angleterre les pièces qui doivent résister à des efforts plus ou moins considérables, c'est parce qu'on tient un plus juste compte des premières déformations, et que, sans s'inquiéter des conditions d'une rupture très-éloignée, on obéit, à plus juste titre, à celles qui résultent des propriétés élastiques de la matière. La

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manière de voir de M. Dupin est la seule qui soit rationnelle, logique et sûre.

Pour nous qui avons pris à tâche d'étendre à d'autres matières, à d'autres formes et à d'autres dimensions les données expérimentales de M. Dupin, et qui avons eu la bonne fortune de le pouvoir faire dans des conditions où aucun moyen ne nous faisait défaut, que de fois nous nous sommes étonné de ce que la puissance du raisonnement avait pu conduire M. Dupin à une série de lois, toutes exactes, toutes précises, toutes mathématiques, par la seule discussion d'expériences assurément incomplètes et trop peu probantes. En fondant les lois de la flexion, M. le baron Charles Dupin s'était montré, sous ce rapport, plus encore géomètre que mécanicien.

Ces succès étaient trop significatifs pour qu'ils n'enflammassent pas l'imagination si ardente de notre géomètre. La science de l'étendue, qui l'avait déjà rendu célèbre, lui apparaissait comme une sorte de guide nécessaire et infaillible dans toutes les opérations industrielles. L'industrie française, déjà renommée par les charmes de la forme qu'elle sait donner à ses produits, ne sera ni assez sûre d'elle-même, ni assez préparée pour la lutte avec l'Angleterre, que si la géométrie et la mécanique, au moins dans leurs vérités les plus essentielles et les plus immédiatement applicables, sont largement mises à sa portée.

M. Dupin a visité l'Angleterre, il a sondé sa puissance industrielle; c'est par l'instruction qu'il faut la combattre ; il dirigera lui-même le mouvement; il propose, il institue les cours du Conservatoire ; il y attire un public qui se presse à ses leçons ; il en fait le point de départ d'un vaste réseau de cours publics qui, dans le même esprit, s'adresseront à toutes les populations ouvrières des grandes villes de France.

Ses premières leçons remontent à l'année 1822, et les plus anciens d'entre nous se rappellent encore l'attrait qu'elles offraient à ceux qui étaient assez heureux pour pénétrer dans l'enceinte. Dupin était encore jeune, bien maître de sa parole, quelquefois lente et pesuasive, mais quelquefois aussi des plus vives, entassant images sur images pour faire saisir aux plus ignorants l'exactitude d'un principe, par sa conséquence immédiate sur quelque fait bien simple, bien net, et tout à fait à la portée de son auditoire. Il n'était pas jusqu'à l'exagération de son geste qui ne servît de complément à ses démonstrations, rarement préparées à l'avance, mais toujours marquées au sceau d'un à-propos pittoresque.

Un buste de M. Dupin, dont l'exécution est confiée à l'un de nos meilleurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

artistes, a sa place marquée au Conservatoire. Nous voudrions qu'il pût rendre le mouvement, l'animation qui présidaient à ces premières leçons.

Ces leçons elles-mêmes nous sont conservées dans leurs parties essentielles, dans la *Géométrie et Mécanique appliquée aux arts et métiers et aux beaux-arts*. On jugera du livre par l'introduction :

« Aux ouvriers français,

« Je vous consacre l'ouvrage qui m'a fait le plus de plaisir à composer. Je « vous offre les leçons que j'ai professées à beaucoup d'entre vous; ils en « ont retiré quelque fruit. Puisse un fruit pareil, et plus grand encore, « s'étendre à vous tous, d'un bout à l'autre de notre chère patrie.

« Je suis allé dans le pays de nos rivaux en industrie; j'ai vu que les sa- « vants et les puissants y réunissaient leurs efforts pour procurer aux ouvriers « anglais, écossais, irlandais une instruction nouvelle qui rend les hommes « plus habiles, plus à l'aise et plus sages. J'ai pensé qu'on pourrait vous « donner un enseignement plus complet et plus avantageux : j'ai tâché de le « faire.

« . . . . . .

« Il serait trop long de vous parler de tous les hommes sortis de vos rangs « pour remplir la terre de leur nom; en voici, du moins, quelques exemples : « Ce Franklin, qui fut le défenseur et l'ambassadeur de son pays, qui nous « apprit, ce qu'on ne savait pas avant lui, à s'emparer de la foudre, à la diri- « ger avec des paratonnerres, pour sauver nos maisons, nos églises, nos pa- « lais; ce Franklin, c'était un ouvrier, un garçon imprimeur, qui étudia « l'application de la géométrie et de la mécanique aux arts.

« Cet Arkwright, qui, par une seule mécanique, a donné aux Anglais le « moyen de primer dans l'art de filer les cotons, art où les Indiens excellaient « depuis trois mille ans; cet Arkwright qui, pour sa terre natale, a préparé les « moyens d'exporter annuellement, sur tous les points du globe, pour plus de « 400 millions de cette substance, filée ou tissée, c'était un ouvrier, un per- « ruquier, qui se mit à méditer sur la mécanique.

« Ce Watt, qui perfectionna la machine à vapeur, qui, seul, sut donner à « ses concitoyens une force égale à la force productive de 2 millions d'hommes « robustes ; ce Watt, à qui le roi d'Angleterre, et les ministres et les savants « de trois royaumes, viennent de voter une statue, près du tombeau des mo- « narques et des grands hommes, c'était un raccommodeur d'instruments « de mathématique, mais un raccommodeur qui sut bien appliquer la mé- « canique et la géométrie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Enfin, ce d'Alembert, qui a reculé les bornes de la géométrie, de la « mécanique et de l'astronomie; ce savant français qui a vécu l'ami des rois « et des empereurs, c'est dans une boutique de vitrier que son talent a com- « mencé d'éclore.

« Ouvriers, voilà des exemples qui parlent; ils suffiront pour enflammer « d'un noble zèle ceux d'entre vous dont le génie peut suivre de pareilles « traces. Mais ce sera le petit nombre. Pour tous les autres, il suffira d'avoir « acquis des moyens d'exécuter, avec plus d'intelligence et, par conséquent, « avec plus de plaisir, des travaux rendus moins rudes par la combinaison du « savoir et de l'adresse; il leur suffira d'avoir acquis des moyens d'ajouter à « leur bien-être et à celui de leur famille.

« Quand vous goûterez cette amélioration de votre sort, quand votre travail « sera fini, et que vous reviendrez auprès de votre femme et de vos enfants, « si j'ai pu vous aider en quelque chose à trouver le moyen de mieux satis- « faire à leurs besoins, de les rendre plus heureux, de les mieux vêtir, de « les mieux loger, de les mieux nourrir, de les instruire plus sagement et de « leur montrer plus de choses utiles; au milieu de ce bonheur, quand vous « jouirez de votre sort amélioré, s'il vous reste quelque souvenir à donner, « que votre cœur les ramène vers les vœux et l'espoir de votre ami *Charles* « *Dupin*. »

Oui, nous sommes ramenés vers les vœux et l'espoir de M. le baron Charles Dupin, et nous ne faisons que lui obéir quand nous cherchons à montrer tous les services qu'il a rendus, parce qu'il faut désormais que ces services, plus que jamais nécessaires, soient rendus par d'autres.

La note qui précède caractérise au mieux la façon bienveillante et insinuante que M. Dupin aimait à employer, et qui lui a si complétement réussi.

L'ouverture des cours du Conservatoire produisit un mouvement favorable dans toutes les villes de France. M. Dupin donne la liste de celles dans lesquelles des cours analogues furent créés; nous n'avons pas besoin de rappeler combien M. Poncelet surtout excella dans ceux qu'il fit aux ouvriers messins. Le gouvernement activa encore ce mouvement, si favorable aux progrès de l'industrie, et dans une circulaire du Ministre de la marine et des colonies nous lisons textuellement ce qui suit :

« Le succès du cours de mécanique professé par M. le baron Dupin au « Conservatoire m'a suggéré l'idée d'étendre les bienfaits de cet enseigne- « ment aux principaux ports du royaume, et, en fait, quarante-quatre ports

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« ont été pourvus du nouvel enseignement, en exacte conformité avec le « cours imprimé de M. Dupin.»

Il aurait été préférable, peut-être, de laisser à chacun des professeurs une plus grande initiative; l'amour du bien s'accommode peu d'une discipline trop sévère, et si les préfets, pressés par le ministre de l'intérieur, n'avaient adopté une marche contraire, nous aurions été privés de très-bons enseignements, recommandables à d'autres titres, et différents par la méthode de la voie suivie par M. Dupin.

Cette voie, si magistrale sur certains points, devenait un peu diffuse sur d'autres, et, bien que parfaitement appropriée à la nature de l'auditoire auquel elle était destinée, elle avait besoin d'être interprétée avec une vivacité que tous les talents ne comportent pas. S'il nous était permis d'établir un parallèle entre l'enseignement de M. Dupin, à Paris, et celui de M. Poncelet, à Metz, nous ne craindrions pas de dire que l'illustre officier du génie était plus précis dans ses détails scientifiques, mais plus difficile à comprendre, alors que M. Dupin, qui voulait, avant tout, que ses auditeurs profitassent de ses leçons, dans leur sens général, se mettait plus volontiers à leur portée, en s'écartant, toutes les fois qu'il en était besoin, de l'austérité scientifique.

A ces deux modèles extrêmes, il s'en serait joint beaucoup d'autres, particulièrement dans les écoles d'hydrographie, si les instructions ministérielles avaient été moins exclusives.

Quoi qu'il en soit, M. Dupin a joué un rôle important dans les préoccupations relatives à l'enseignement technique. Nous avons indiqué ce que ses travaux ont semé dans les sciences de la géométrie et de la mécanique. Commencé avec trois cours, l'enseignement du Conservatoire est devenu ce que vous savez qu'il est aujourd'hui. Il est juste de lui en reporter tout l'honneur.

Aujourd'hui que l'enseignement industriel a porté ses fruits, nous n'en sommes plus à discuter ses avantages, et nous nous étonnerions à juste titre qu'on vînt à les mettre en doute. Il n'en était pas de même avant la création du Conservatoire, en 1819, et avant la création de l'École centrale des arts et manufactures, dix ans plus tard. La question n'était pas alors jugée, et M. Dupin a eu plus d'une fois la douce satisfaction de remporter de véritables victoires à ce sujet, soit par les observations qu'il a publiées, soit par ses discours devant les chambres. Sa note sur les avantages sociaux d'un enseignement public appliqué à l'industrie restera comme une page importante de ce grand procès aujourd'hui gagné. Ses discours ont toujours été favorables

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à nos écoles d'arts et métiers, tant de fois attaquées mais toujours défendues, et que votre président actuel a su sauver une dernière fois, comme Ministre, au grand profit de notre industrie, qui sait reconnaître les immenses services que ces écoles lui ont rendus. M. Dupin ne les a jamais abandonnées, non plus que leur illustre fondateur, M. le duc de la Rochefoucauld, dont il sut faire respecter le cercueil, au jour de ses funérailles, et avec lequel une étroite communauté de vues a si souvent mis en lumière leur devise commune : « il faut aider tout ce qui est utile. »

M. Dupin, dans cette partie de sa vie, prend part à la vie publique; il étudie en homme de bien tout ce qui peut être utile au pays: habitué aux chiffres, il suppute, par des procédés sûrs, les forces productives des nations et, sans perdre sa supériorité scientifique, son travail s'attaque aux plus grands problèmes de l'existence des sociétés; ses convictions sont toujours fortes, son amour du bien plus ferme et plus résolu; mais, dans ce nouveau domaine, il nous est plus difficile de le suivre et nous ne pouvons plus que signaler ses efforts incessants en faveur de toutes les améliorations sociales.

Il est cependant une voie dans laquelle nous chercherons à le retrouver tout entier, c'est celle du progrès industriel qui lui est presque aussi redevable que le progrès scientifique.

Le Petit Producteur français, dont la publication a été commencée par M. Dupin en 1832, est un livre de grande érudition, d'un sens moral exquis, et qui, d'un bout à l'autre, fait rêver à toutes les améliorations et à tous les progrès techniques du pays.

Après y avoir introduit, dans ses traits principaux, son tableau des forces productives de la France, M. Dupin a consacré plusieurs petits livrets, comme il les appelle, aux titres suivants : *le Petit Propriétaire français*, *le Petit Fabricant français*, *le Petit Commerçant français*, *l'Ouvrier français*, *l'Ouvrière française*.

Tout cela respire le plus pur sentiment patriotique ; aussi combien doit-on regretter l'absence du *Petit Citoyen français*, qui devait en quelque sorte résumer tous ses devanciers, à moins, dit l'auteur de cette promesse : « qu'un sage, homme d'État, n'aime mieux se charger de le faire. »

Peu de livres sérieux et à la portée de tous ont joui d'un pareil succès, et nous ne doutons pas qu'il soit encore aussi goûté aujourd'hui si l'on en faisait paraître une nouvelle édition, appropriée à notre temps et à nos mœurs.

Dans *le Petit Propriétaire*, M. Dupin rappelle qu'il « a dressé, par teintes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« blanches et noires, la carte de l'instruction populaire du royaume. Cette « carte, à bien peu d'exceptions près, est aussi la carte de la saleté et de la « propreté du royaume. » Elle est vraiment la carte de la valeur réelle des différentes contrées.

Dans *le Petit Fabricant*, il revient à ses idées favorites sur l'instruction populaire :

« Quand on connaîtra tous ces moyens pour donner à la force de l'homme « le plus grand effet qu'elle peut produire, on sera surpris de voir quels « résultats plus variés, plus parfaits, plus nombreux seront obtenus avec « une population donnée. A mesure qu'on augmentera les moyens de s'in- « struire et l'habitude d'observer, chez les hommes adonnés à l'industrie, « les perfectionnements de détail, qui produisent à la longue les grands ré- « sultats d'ensemble, se multiplieront dans tous les genres de travaux; les « inventions deviendront plus nombreuses, et parmi elles il s'en présentera « nécessairement de très-importantes. »

Dans *le Petit Commerçant*, il raconte :

« Qu'un ancien ministre de l'Intérieur, le comte Chaptal, commença son « discours par ces paroles : Les arts de pur agrément, tels que la danse, la « déclamation et le chant, ont depuis longtemps, en France, des écoles spé- « ciales; tandis que l'agriculture, l'industrie et le commerce en ont manqué « jusqu'à ce jour. »

Et M. Dupin, en trois mots, termine le tableau en disant avec simplicité : « cela est triste, car cela est vrai. » On voit qu'il ne perd aucune occasion pour revenir aux mêmes raisons, et les faire, à force d'insistance, prévaloir. Voyez comme il est, quand il le veut, insinuant, dans son livret de *l'Ouvrière française :*

« Bonnes ouvrières, écoutez ma voix, car c'est celle de votre ami; en- « voyez vos enfants à l'école mutuelle, pour leur rendre l'étude agréable et « douce, pour leur rendre l'instruction facile et prompte. Dans ces écoles « qui ne prospèrent que par l'ordre et par la régularité, vos enfants appren- « dront qu'ils ne tiendront leur place d'homme, dans la société, qu'en sou- « mettant leurs actions à des règles et leur conduite à des lois; ils verront, « dès l'adolescence, comment l'instruction d'un seul profite à tous et l'in- « struction de tous à l'instruction de chacun. Ils seront conduits avec dou- « ceur, et cela les rendra doux, ou, pour mieux dire, cela conservera, dans « leur caractère, une douceur native, qu'ils n'auront perdue ni près de vous « ni dans les salles d'asile. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Que de conseils prudents et sensés; mais, dans ces chefs-d'œuvre de sens délicat, il faudrait tout citer pour être juste, car, à tout propos, les aperçus abondent, tantôt touchants quand il convient, tantôt fermes et précis comme la droiture de celui qui les trouve sous sa plume, toujours prête à suivre les aspirations de son cœur et de sa raison.

M. Dupin, par ces traités populaires, par son ardent amour de son pays et de ses progrès par l'instruction, ne saurait être mieux comparé qu'à ce qu'aurait été, peut-être, Franklin, si ce grand philanthrope avait été élevé dans notre vieille France et placé dans les conditions d'instruction que notre compatriote a pu puiser, d'une manière si complète, à l'École polytechnique.

Je me sens beaucoup plus à l'aise pour vous entretenir du rôle de M. Dupin dans les expositions. Vice-président du jury en 1834, il accepta la lourde tâche d'y remplir les fonctions de rapporteur général. Le rapport, entièrement rédigé par lui, exigeait une profonde connaissance de l'industrie.

Deux fois encore, il occupe la vice-présidence, à côté de M. le baron Thénard, l'un des présidents de la Société d'encouragement, celui qui, après Chaptal et avant M. Dumas, s'est tant intéressé aux services rendus par elle à l'industrie française. C'était en 1839 et en 1844. En 1849, il est élu président du jury, alors que M. Dumas lui succède à la vice-présidence. Enfin, à la première Exposition universelle à Londres, en 1851, M. Dupin est nommé président de la commission française. Les quatre volumes qu'il a publiés dans l'œuvre de la commission sont là pour témoigner de la part qu'il y a prise. On lui a reproché les longueurs de ses exposés, qui dénotent cependant une érudition profonde et une parfaite entente de la situation de l'industrie; il était déjà à l'époque de sa vie où ses vues, sans cesser d'être nettes et vraies, morales toujours et empreintes du plus pur patriotisme, ne se contentaient plus d'une analyse sommaire et d'aperçus d'ensemble. On a pu les trouver longues, en effet, ces méditations qui résumaient tous les éléments de la statistique industrielle qu'il avait créée : mais pour nous, qui avons eu l'honneur de travailler à côté de M. Dupin, dans cette première lutte entre les industries des différents peuples, nous trouvons le livre moins étendu que ne le comportait un labeur incessant d'une année. Quelles peines il s'est données pour faire prévaloir les mérites de nos exposants! Quelle influence son nom respecté en Angleterre n'a-t-il pas exercée sur les décisions des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jurys ! Il a été jusqu'à faire abnégation de lui-même pour obtenir parfois des succès qui auraient pu être contestés, mais qui restaient indiscutés dès lors qu'il les patronait.

D'ailleurs, s'il a écrit des volumes, il a aussi su condenser, sur le même sujet, l'expression de ses pensées, et, dans l'un des appendices du compte rendu de la commission royale, il a réussi à exposer ses vues avec autant de cœur que de concision. C'est au moment même de quitter Londres qu'il signait la lettre à laquelle nous empruntons encore les extraits suivants.

« Nous avons lutté pour que les restrictions, les interdictions fussent aussi « limitées qu'il a dépendu de nous, sans nous inquiéter des répulsions, des « répugnances et des appréciations mercantiles, même en Angleterre.

« L'art est comme la nature; loin de se montrer exclusif, il aime à « répartir ses dons entre les enfants des grandes familles nationales. Nous « sommes heureux de cette diversité qui permet d'honorer, à différents « titres, le génie, le goût, l'imagination et la raison chez les peuples dont « la variété brillante constitue la richesse et la splendeur du genre humain.

« Français, et fiers à ce titre, nous ne sommes pas de ces cosmopolites qui « suppriment la patrie afin d'y substituer des abstractions nébuleuses et « d'adorer des tables rases. Nous ne sommes pas de ceux qui rêvent pour « l'avenir la disparition des types sacrés qui caractérisent les races et les na- « tionalités. La grandeur et la beauté disparaîtraient de la surface de la terre « si, par un effet de magie, ses montagnes s'abaissaient, ses vallées « s'exhaussaient, tandis que ses animaux, ses plantes et ses hommes, tous « devenus de même taille et de même couleur, se ravaleraient sous un « niveau qui ressemblerait au néant à force d'uniformité.

« Mais chaque nation, sans effacer son caractère, peut ajouter à son bien- « être, à sa richesse, à sa puissance, par des emprunts judicieux plus ou « moins habiles, demandés aux découvertes, aux perfectionnements des « autres nations. Telle est la réalité du service qu'aura préparé l'exposition « universelle.

« Ici, chaque peuple voit ses produits rapprochés de tous les autres et « bien souvent surpassés. L'orgueil que son isolement exaltait s'abaisse invo- « lontairement et la raison en profite. Au lieu de rêver encore qu'il se suffit « à lui-même et qu'il est né supérieur, il voudra travailler à le devenir.

« On verra donc des efforts nouveaux tentés dans tous les pays pour amé- « liorer les produits utiles au genre humain. »

Le progrès en tout et partout; l'honneur récompensant tous les mérites

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et dominant les mauvaises passions; l'amour de la patrie, la religion, la morale invoqués avec une conviction profonde et conduisant à des leçons dans lesquelles les intérêts matériels sont mis sous la sauvegarde des principes, tel est le caractère des derniers écrits de M. Dupin.

Nous laisserons de côté ses titres, ses fonctions, ses gloires, pour ne penser ici qu'à ses mérites.

M. le baron Ch. Dupin appartenait à la Société d'encouragement depuis l'année 1845. Il vous a fait diverses communications sur son sujet favori de l'enseignement industriel ; plusieurs fois, il vous a rendus témoins de l'ardeur qu'il savait mettre à la défense des grandes idées, notamment lorsqu'il s'est agi des projets de M. de Lesseps, accomplis aujourd'hui. Toujours nous avons rencontré en lui une grande bienveillance, et c'est elle qui l'a conduit à s'occuper de tant d'institutions de prévoyance, de tant d'institutions utiles et charitables.

Conduit par la nécessité de vous retracer sa vie, à faire, après sa mort, une connaissance plus intime avec ce grand et excellent homme, je me plais à déclarer que ses mémoires scientifiques m'ont beaucoup appris sur la manière de mieux voir et de mieux penser ; que l'expression, parfois si incisive, de sa douce philosophie m'a rendu meilleur, et, s'il arrivait qu'il en pût être de même pour quelques-uns d'entre vous, il ne sera que juste de reconnaître que, même au delà du tombeau, Charles Dupin sert encore les intérêts de la science, de l'industrie et de la civilisation.

Nous ne saurions mieux terminer, Messieurs, qu'en appliquant à notre regretté collègue les paroles adressées par lui sur la tombe d'un de ses confrères :

« Adieu, pour la dernière fois, ami qui serez à jamais regretté de tous ceux « dont vous fûtes connu. Vivez du moins dans nos mémoires et dans nos « discours, vous qui léguâtes à la science et à l'industrie, à l'honneur et à la « vertu un exemple de plus à citer pour l'espoir et l'émulation de la jeu- « nesse française. Un tel exemple est le plus beau présent que les hommes « célèbres, qui furent hommes de bien, puissent laisser à la postérité. Il fait « aimer la gloire des travaux utiles. Il inspire, il soutient les résolutions « fortes, nécessaires aux grands succès. Il produit le spectacle sublime d'un « peuple où les talents supérieurs, devenus héréditaires, sont transmis de « générations en générations, pour perpétuer et pour accroître la préémi- « nence de ce peuple sur les nations rivales. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

N'est-il pas vrai, Messieurs, que nous n'aurions pu vous intéresser au même degré, si nous n'avions laissé M. le baron Charles Dupin parler lui-même.

CONCOURS.

COMPTE RENDU DES PRIX MIS AU CONCOURS PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE POUR ÊTRE DÉCERNÉS EN 1873.

Suivant le programme qu'elle a publié l'an dernier, la Société d'encouragement avait à décerner, en 1873, une Grande Médaille, un Grand Prix et seize prix ordinaires; mais, ainsi qu'on va le voir par l'énumération suivante, toutes les questions mises au concours n'ayant pas été résolues, beaucoup de ces récompenses n'ont pu être décernées.

GRANDE MÉDAILLE DES ARTS ÉCONOMIQUES.

Cette médaille est décernée, tous les six ans, à celui qui, en France ou à l'étranger, a exercé la plus grande influence sur les progrès de l'industrie française.

D'un avis unanime, le Conseil a décidé qu'elle serait accordée, cette fois, à sir Charles Wheatstone, membre de la Société royale de Londres.

GRAND PRIX DE 12000 FRANCS.

Ce prix, qui revient tous les six ans et qui alterne avec le prix du marquis d'Argenteuil, est décerné à M. Pasteur, membre de l'Académie des sciences.

PRIX ORDINAIRES.

Arts mécaniques.

Cinq prix ont été mis au concours :

1° *Prix de* 2000 *francs pour une embarcation à vapeur pontée ou non pontée, de* 13 *à* 14 *mètres de longueur, marchant en mer à la vitesse de* 9 *nœuds en eau calme et pouvant porter un approvisionnement de combustible pour* 12 *heures de fonctionnement à toute puissance.*

Un seul concurrent s'est présenté, dont le projet, quoique bien étudié,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est néanmoins sans application pratique; en conséquence, la Société ne croit pas devoir décerner le prix.

2° *Prix de* 1000 *francs pour un petit moteur destiné à un atelier de famille.*

Un seul concurrent, M. Fontaine, s'est présenté; mais il n'a pas satisfait complétement à toutes les conditions du programme. Convaincue néanmoins que les perfectionnements qu'il annonce le conduiront à la solution complète du problème, la Société lui accorde un encouragement égal à la valeur du prix, et elle remet la question au concours.

3° *Prix de* 4000 *francs pour des progrès à réaliser dans la filature mécanique du lin et du chanvre.*

Aucun concurrent n'a envoyé de solution satisfaisante, et la question est encore une fois remise au concours.

4° *Prix de* 5000 *francs pour un moyen pratique et économique de tailler les meules de moulin, en écartant les causes actuelles d'insalubrité de cette industrie.*

Ce prix, fondé par des industriels de la Ferté-sous-Jouarre, est mis au concours d'une manière permanente jusqu'en 1876.

Cette année, pas plus qu'en 1872, aucun concurrent n'a mérité le prix.

5° *Prix de* 2000 *francs pour celui qui aura contribué le plus efficacement au développement ou au progrès de l'industrie cotonnière en France.*

Ce prix, destiné à être délivré tous les six ans, a été fondé par les exposants de la classe XXVII à l'Exposition universelle de 1867.

La Société n'a pas trouvé l'occasion de le décerner cette année.

Arts chimiques.

Six prix ont été mis au concours :

1° *Prix de* 2000 *francs pour l'application industrielle de l'eau oxygénée.*

Aucun concurrent ne s'est présenté.

2° *Prix de* 1000 *francs pour l'emploi industriel d'une substance minérale quelconque, abondante et à bas prix.*

Aucun concurrent ne s'est présenté.

3° *Prix de* 1000 *francs pour une application utile des métaux nouvellement découverts.*

Aucun concurrent ne s'est présenté.

4° *Prix de* 3000 *francs pour la préparation artificielle du diamant noir compacte.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un seul concurrent s'est présenté, mais les expériences du comité ayant démontré que les échantillons envoyés ne répondaient pas aux desiderata du programme, le prix n'a pu être décerné.

5° *Prix de* 1000 *francs pour un procédé capable d'effectuer la désinfection et la clarification promptes et durables des eaux d'égouts.*

Un dossier très-complet et contenant des études très-détaillées a été présenté par MM. les ingénieurs du Service municipal de Paris, chargés, comme on sait, d'étudier la question de désinfection et d'emploi des eaux d'égouts, de la ville. Ce dossier contient la relation des premières expériences faites et des résultats remarquables qui ont été obtenus; mais ces expériences ont été entreprises sur une échelle relativement restreinte, et comme la ville de Paris a, dans ces derniers temps, entrepris des travaux importants en vue d'appliquer le système en grand, c'est-à-dire en vue de réaliser l'emploi du tiers de toutes les eaux d'égouts, le Conseil de la Société, sur l'avis du comité, a pensé qu'il convenait d'attendre, pour décerner le prix, que l'exécution de ce grand projet vînt confirmer les espérances qu'ont fait concevoir les résultats primitivement acquis.

6° *Prix de* 1000 *francs pour le raffinage, en France, du nitrate de soude de l'Amérique méridionale, et pour l'extraction de l'iode qu'il renferme.*

Aucun concurrent ne s'est présenté.

Arts économiques.

Un seul prix a été mis au concours :

Prix de 3000 *francs pour la construction d'un appareil donnant un courant électrique constant en direction et en intensité (pile ou machine magnéto-électrique), dont la force électro-motrice et la conductibilité seraient comparables à celles d'une pile à acide azotique de* 60 *à* 80 *éléments de grandeur ordinaire et présentant des conditions de supériorité, tant comme économie que comme salubrité, sur les appareils qui sont aujourd'hui en usage.*

Une machine magnéto-électrique, présentée par M. Gramme, remplissant les conditions du programme, le Conseil, sur l'avis du comité, lui décerne le prix.

Agriculture.

Trois prix ont été mis au concours :

1° *Prix de* 6000 *francs pour le labourage à la vapeur.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Deux concurrents se sont présentés, MM. Decauville et Testard, qui ont également satisfait aux conditions du programme en employant le labourage à vapeur sur des surfaces de grande étendue. Le Conseil a décidé que le prix serait partagé entre eux.

2° *Deux prix de* 1000 *francs chacun, l'un pour un ouvrage contenant la description des procédés de vinification adoptés dans la haute Bourgogne, l'autre pour un ouvrage semblable, relatif au bas Languedoc, contenant la discussion et la critique des procédés employés et indiquant les améliorations dont ils sont susceptibles.*

Aucun concurrent ne s'est présenté.

3° *Prix de* 500 *francs pour la production de graine saine de vers à soie de race indigène.*

Six concurrents se sont présentés, parmi lesquels M. Bonnefond, de Ribérac, a été jugé digne de recevoir le prix.

Beaux-arts appliqués à l'industrie.

Un seul prix a été mis au concours :

Prix de 1000 *francs pour un procédé permettant de convertir, héliographiquement, un cliché photographique en une planche qui puisse être mise, avec les caractères typographiques, dans une forme d'imprimerie et tirée avec eux, à l'encre grasse, comme un cliché de gravure sur bois.*

Un seul concurrent, Suédois, s'est présenté; mais les documents incomplets qu'il a adressés n'ont pas permis à la commission d'apprécier d'une manière suffisante les efforts qu'il avait faits, en sorte que le prix n'a pu être décerné et est remis au concours.

Résumé.

En résumé, sur les seize questions mises au concours :

Trois seulement ont donné lieu à des prix et une à un encouragement égal à la valeur du prix proposé.

Sur les douze autres questions, il en est plusieurs qui ont donné lieu à des travaux assez satisfaisants pour laisser espérer une solution prochaine, en sorte qu'elles sont laissées au concours.

Enfin, il en est deux, celle concernant la taille des meules et celle relative à l'industrie cotonnière, qui, par suite de fondations spéciales, restent d'une manière permanente au concours pendant un certain nombre d'années.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

GRANDES MÉDAILLES.

MÉDAILLE D'AMPÈRE.

RAPPORT, AU NOM DU COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES, SUR LES TITRES DE SIR CHARLES WHEATSTONE A LA GRANDE MÉDAILLE D'AMPÈRE, PAR M. LISSAJOUS.

Messieurs, notre Société décerne pour la première fois, cette année, sa grande médaille pour les arts économiques. Le comité, appelé à proposer au Conseil un candidat pour cette récompense, a regretté de ne pas trouver parmi les Français, dans l'ordre d'idées qu'il représente, un nom assez illustre pour prendre place à côté de ceux inscrits, les années précédentes, sur les médailles des arts chimiques, du commerce et de l'agriculture.

Si Léon Foucault eût vécu, son nom eût emporté tous les suffrages et figuré dignement dans nos archives à côté de ceux de MM. Sainte-Claire Deville, de Lesseps et Boussingault. Cette satisfaction nous a été refusée. Heureusement, nos règlements ne nous prescrivent pas de réserver nos médailles exclusivement à nos nationaux. Il nous est possible d'en faire hommage, cette fois, à l'une des illustrations de l'étranger.

C'est pour nous une occasion d'affirmer hautement que notre admiration est toujours acquise aux grandes découvertes, quelle que soit leur origine, et que notre reconnaissance va chercher partout les savants de premier ordre, quelle que soit leur nationalité.

Le Conseil, sur la proposition du comité des arts économiques, décerne donc, cette année, la grande médaille à *sir Charles Wheatstone*.

Nous honorons en lui le savant ingénieux qui, dans toutes les branches de la physique, a su imprimer à ses œuvres le caractère d'une inépuisable originalité.

Ses inventions, aussi nombreuses que variées, n'ont pas seulement agrandi le domaine de la science, elles ont aussi été utiles à l'industrie.

Si l'auteur de l'application du miroir tournant à la mesure de la vitesse de l'électricité a inspiré les travaux par lesquels Arago et Foucault ont assuré les bases de la doctrine ondulatoire, et déterminé le triomphe de Huyghens et de Fresnel sur Newton et sur Biot, l'inventeur du stéréoscope a contribué à développer, dans notre pays, les industries qui dérivent des découvertes de Niepce, de Daguerre et de Talbot.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si le kaléidophone de sir Charles Wheatstone a été le point de départ de la méthode qui permet d'étudier les sons à l'aide de l'œil; si ses recherches sur le timbre, sur la production des voyelles, si la création de sa machine parlante ont élucidé bien des points relatifs à la théorie de la voix; si ses appareils ingénieux, figurant la propagation et la combinaison des ondes, ont facilité l'intelligence de ces phénomènes si délicats, et contribué à éclairer la mécanique des mouvements ondulatoires, ses recherches si nombreuses sur les applications de l'électricité, où il a montré tout à la fois une science profonde et un génie merveilleusement inspiré, occupent une grande place dans l'histoire de la télégraphie électrique. C'est lui qui a le premier réalisé dans des conditions véritablement pratiques cet admirable moyen de communication entre les hommes et entre les peuples, et nous ne devons pas oublier que, plus d'une fois, il est venu *personnellement* chez nous en préparer l'organisation et en stimuler le succès.

A quoi bon, Messieurs, passer en revue les travaux si nombreux de sir Charles Wheatstone? Ce que nous pourrions en dire n'ajouterait rien à sa réputation si glorieusement conquise. Le choix unanime fait par le comité des arts économiques et ratifié avec empressement par le Conseil honore au moins autant notre Société que celui qui en est l'objet.

Nous sommes heureux de donner, dans cette circonstance, un témoignage de sympathie à une nation où la science est tenue en si haute estime.

Ceux d'entre nous qui ont eu la bonne fortune de visiter les savants anglais dans leur pays n'ont pas oublié que nous avons toujours reçu chez eux la plus cordiale et la plus généreuse hospitalité.

En accordant à sir Charles Wheatstone une récompense illustrée déjà par ceux qui l'ont reçue, le Conseil fait un acte de bonne justice, et acquitte, au moins pour quelques-uns d'entre nous, une dette de reconnaissance.

GRAND PRIX

DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT.

—

RAPPORT SUR LE CONCOURS OUVERT POUR LE GRAND PRIX FONDÉ, EN 1867, PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE, PAR M. E. PELIGOT.

La Société a décidé qu'elle décernerait, tous les six ans, un grand prix de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la valeur de 12 000 francs *à l'auteur de la découverte la plus utile à l'industrie française*. Ce prix alternera désormais avec celui d'une égale valeur dont elle doit la fondation à l'un de ses généreux donateurs, M. le marquis d'Argenteuil.

Rappeler les noms de MM. Vicat, Chevreul, Heilmann, Sorel et Champonnois auxquels, depuis vingt-sept ans, le prix d'Argenteuil a été décerné, c'est rappeler en même temps l'importance des services rendus que la Société a pour mission de récompenser.

C'est la première fois que la Société est appelée à décerner le prix qu'elle a fondé. D'un assentiment unanime, elle l'offre à M. Pasteur, dont le nom figurera désormais avec honneur à côté des noms illustres ou méritants à des titres si divers, que, chaque année, depuis soixante-quinze ans, elle inscrit dans ses annales.

Les études auxquelles M. Pasteur s'est livré depuis un grand nombre d'années présentent un ensemble bien remarquable de caractères communs; elles l'ont conduit à des résultats pratiques dont profitent aujourd'hui plusieurs de nos grandes industries; ces résultats sont la conséquence directe et pour ainsi dire naturelle des découvertes de M. Pasteur sur les phénomènes chimiques accomplis par des êtres dont le microscope peut seul faire connaître la nature, qui, sous le nom de ferments, exercent sur les produits élaborés par ces industries une action tantôt utile, tantôt désastreuse.

C'est un ferment organisé spécial qui produit le vinaigre; ce sont des ferments organisés spéciaux qui font le vin et la bière, et qui amènent l'altération ou la destruction de ces produits; ce sont encore des êtres organisés analogues aux ferments qui produisent cette maladie régnante du ver à soie qui, depuis vingt-cinq ans, sévit d'une manière si désastreuse sur l'industrie séricicole. On comprend comment l'étude persévérante du développement de ces êtres microscopiques a conduit à des applications qui concourent, dès aujourd'hui, aux progrès de plusieurs de nos grandes industries : la production de la soie, celle du vin, de la bière et du vinaigre tirent des travaux de M. Pasteur les conséquences les plus fructueuses.

Les études de M. Pasteur sur le vinaigre datent de 1861 : elles ont été résumées dans un mémoire qui a paru, en 1868, sous le titre de : ***Études sur le vinaigre, sa fabrication, ses maladies; moyens de les prévenir.***

A la suite des expériences de Davy, publiées en 1821, sur la transformation de l'alcool en acide acétique sous l'influence de la mousse de platine, on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avait admis généralement que le vinaigre est le résultat de la combinaison de l'alcool avec l'oxygène de l'air par l'entremise de certains agents, tels que les matières azotées du vin ou les copeaux de hêtre dans le procédé allemand. Ce mode de formation de l'acide acétique comptait, au nombre de ses adhérents les plus convaincus, deux illustres chimistes, Berzélius et M. Liebig.

M. Pasteur a démontré que les conditions nécessaires et suffisantes pour l'acétification sont le contact de l'alcool avec l'oxygène, une matière azotée et un végétal microscopique, le *mycoderma aceti*, celui-ci vivant dans des conditions convenables de température à la surface du liquide alcoolique. C'est ce végétal qui est l'élément actif de l'acétification, que celle-ci se produise au moyen du vin, comme à Orléans, ou bien au moyen de l'alcool en contact avec l'air et les copeaux de hêtre, comme dans le procédé des Allemands.

On comprend, dès lors, que la culture raisonnée de ce mycoderma ait pour résultat de rendre son action plus régulière et plus active. Telle est l'origine du nouveau procédé de fabrication du vinaigre qu'on doit à M. Pasteur, procédé qui est appliqué sur une grande échelle dans plusieurs fabriques, notamment à Orléans, chez M. Breton-Laugier, auquel la Société a accordé, en 1870, un prix de 1000 francs.

Dans des cuves ouvertes, sur une épaisseur de 30 à 40 centimètres, se trouve un mélange d'alcool et de vinaigre déjà formé : on sème à la surface de ce liquide le *mycoderma aceti* avec une petite quantité de matière azotée; sous l'influence d'une température de 20 à 25 degrés, les germes se développent et couvrent bientôt toute la surface de la cuve d'une sorte de voile uniforme. C'est alors que l'acétification commence et qu'elle se développe régulièrement, avec grande économie de matière, de temps, de place et de matériel, et avec de grands avantages au point de vue de la qualité et de la conservation du vinaigre ainsi produit.

Dans ses *Études sur le vin*, publiées en 1866, M. Pasteur a développé tous les principes scientifiques propres à guider le praticien dans l'art de traiter et d'aménager ce précieux liquide, le plus envié et le moins imitable de nos produits agricoles.

En vertu de sa nature propre, le vin peut subir, avec le temps, deux sortes de modifications : ou bien il s'altère peu à peu et il devient malade; ou bien il s'améliore en subissant ces changements si appréciés et si variés qui constituent le *vieillissement*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les maladies des vins, l'acescence, la graisse, l'amertune, la faculté de tourner, etc., viennent à la suite de plusieurs sortes de ferments organisés dont M. Pasteur a fait connaître la forme et le développement. Les germes de ces ferments s'étaient introduits dans le liquide avant ou pendant la fermentation; car, on le sait, M. Pasteur est l'ennemi des générations spontanées. Le vieillissement est principalement dû à l'action lente de l'oxygène; il varie de nature suivant que l'oxygène intervient sous l'influence de l'obscurité ou sous l'influence de la lumière.

De ces observations est née une conséquence pratique d'une importance bien considérable. Il suffit de chauffer le vin à la température de 60 degrés environ pour le soustraire aux maladies qui peuvent le menacer. En tuant ainsi les germes de tous les organismes, on empêche leur développement ultérieur. Le vin, ainsi préservé, ne perd aucune de ses qualités; il conserve son goût et sa couleur; sa faculté de vieillir semble même s'exalter par le chauffage.

Ce procédé, aussi simple que rationnel, est aujourd'hui entré dans la grande pratique, non-seulement pour les vins en bouteilles, mais aussi pour les vins en fûts; la dépense à laquelle il entraîne est insignifiante quand on la compare aux résultats qu'il produit. Il assure à tous les vins de France la faculté d'être transportés dans tous les pays et de s'y conserver sans altération; il fournit, en conséquence, à notre commerce d'exportation de nouveaux et importants débouchés.

Les bons effets du chauffage ne sauraient être mis en doute désormais; ils sont attestés par plusieurs commissions qui depuis 1865 ont été chargées, soit par les représentants du commerce des vins de Paris, soit par le ministre de la marine, de déguster comparativement des vins chauffés et les mêmes vins non chauffés; ils sont attestés également par les nombreux appareils, brevetés ou non brevetés, qui ont été inventés pour le chauffage des vins. L'un de ces appareils, celui de MM. Giret et Vinas, de Béziers (Hérault), a remporté, en 1870, le prix de 3000 francs que la Société avait proposé pour le meilleur appareil construit dans ce but.

M. Pasteur a entrepris sur la bière un travail analogue à celui qu'il avait fait sur le vin; ces deux liquides sont produits par des variétés d'un même ferment, la levûre alcoolique; l'oxygène intervient pour modifier leurs qualités; mais, comme la bière ne gagne pas en vieillissant, c'est principalement de sa fabrication et des moyens de prévenir les altérations aux-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelles elle est exposée que M. Pasteur s'est occupé; il a déjà obtenu, par ces études, les résultats les plus positifs.

Les travaux de M. Pasteur *sur la maladie des vers à soie* sont si connus et ont fourni des résultats si importants, qu'il est facile d'en faire connaître en peu de mots toute la valeur.

En 1865, au moment où M. Pasteur commença ses études sur la maladie des vers à soie, on supposait vaguement, sans aucune observation rigoureuse, qu'il existait une relation entre les corpuscules vibrants dont Cornalia avait fait pressentir l'importance et l'épidémie régnante.

M. Pasteur a démontré, par des expériences suivies, qu'il existe en réalité deux maladies des vers à soie, indépendantes l'une de l'autre, *la pébrine et la flacherie*, chacune ayant une relation nécessaire avec un organisme microscopique distinct qui se développe dans le ver à soie comme une graine dans un terrain fertile. Ces deux maladies sont contagieuses; avec les semences de ces organismes, l'une ou l'autre peut être communiquée artificiellement aux vers.

Les germes des corpuscules de la pébrine passent directement des papillons dans les œufs et de ceux-ci dans le ver à soie, tandis que les vibrions de la flacherie ne passent pas des parents aux enfants, bien qu'ils leur communiquent une prédisposition marquée à la maladie; néanmoins, les conditions de l'éducation peuvent modifier profondément cette prédisposition héréditaire.

La conséquence pratique de ces études a été un procédé de grainage, aujourd'hui très-répandu, qui, avec le temps, rendra, aux contrées qui produisent la soie, la sécurité et, par suite, l'état prospère dont elles jouissaient autrefois. Ce procédé repose sur les principes suivants :

On fait grainer séparément les papillons d'une chambrée de vers n'ayant pas présenté les signes de la flacherie; on en fait l'examen au microscope et on ne conserve que la graine des femelles exemptes de corpuscules. Cette graine, élevée seule en petites chambrées, fournit fréquemment des cocons bons pour graine industrielle, c'est-à-dire ne contenant pas au delà de 3 à 4 pour 100 de papillons corpusculeux. Élevée à nouveau, après sélection, elle donne des vers qui sont exempts de pébrine et qui n'ont à redouter que la flacherie accidentelle qu'on évite sûrement par des soins convenables.

Cette méthode de grainage donne des résultats bien supérieurs à ceux qu'on obtient avec les graines ordinaires; elle fournit souvent, par once de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

25 grammes, 40, 50 et même 60 kilog. de cocons, c'est-à-dire des rendements égaux ou supérieurs à ceux qu'on obtenait dans les meilleurs temps de la prospérité séricicole; elle est aujourd'hui fort répandue; le microscope est devenu, pour l'éducation des vers à soie et surtout pour celui qui fait la graine, un instrument de première nécessité; près de 2000 de ces instruments ont déjà été livrés aux sériciculteurs de France et d'Italie, par trois habiles fabricants de Paris, MM. Hartnack, Nachet et Veyrick; avant de s'adresser à eux, on avait acheté beaucoup de ces instruments à Berlin et à Munich.

Le grainage industriel par sélection est devenu lui-même une industrie importante à laquelle la Société a déjà accordé plusieurs récompenses; l'année dernière, un graineur du Midi, M. Raibaud-Lange, a produit par cette méthode plus de 50 000 onces de graines.

Le procédé Pasteur est arrivé désormais à cette période de notoriété que les découvertes les plus importantes n'atteignent qu'après des temps de doute et de controverse plus ou moins prolongés. Il faut reconnaître, d'ailleurs, qu'à cet égard les étrangers ont été plus vite que nous. On a vendu plus de microscopes pour l'Italie que pour la France, et le Gouvernement autrichien, à la suite d'un concours, a décerné, l'an passé, à M. Pasteur, un prix important, d'après le vote unanime des sériciculteurs les plus autorisés. Dans sa lettre d'envoi, le Ministre de l'agriculture d'Autriche déclare que « la méthode de M. Pasteur est parfaitement efficace pour prévenir la mala- « die des corpuscules; qu'elle est facilement et universellement applicable, « et que déjà elle est universellement appliquée. »

Ajoutons, pour compléter cet exposé à la fois trop long et trop sommaire, qu'en dotant son pays et plusieurs pays étrangers de découvertes aussi fructueuses M. Pasteur a constamment laissé de côté toute question d'intérêt personnel; pour accomplir son œuvre et pour en faire prévaloir les résultats pratiques, il a maintes fois sacrifié son repos et compromis sa santé. Aussi, en décernant à M. Pasteur le grand prix qu'elle a fondé, la Société d'encouragement croit se rendre l'interprète de l'opinion publique et elle s'estime heureuse d'inaugurer sa nouvelle fondation par un acte de haute justice et de profonde reconnaissance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PRIX DES ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT SUR LE CONCOURS POUR UN PETIT MOTEUR DESTINÉ A UN ATELIER DE FAMILLE, PAR M. TRESCA.

(Prix de 1000 francs.)

Messieurs, la Société d'encouragement a institué un prix pour un petit moteur pour atelier de famille.

Déjà, en 1869, vous avez nommé une commission pour examiner les droits des concurrents à un prix analogue, et, tout en réservant pour l'avenir l'attribution de ce prix, vous avez accordé à M. Coque un encouragement de 500 francs pour les améliorations apportées par lui à la construction des petites machines à colonne d'eau.

Vous deviez vous attendre à recevoir, cette fois, d'autres communications de même nature, et cependant nous n'aurons à appeler votre attention que sur des efforts poursuivis dans une direction toute différente.

L'appareil que votre commission a distingué est, cette fois, une véritable machine à vapeur, en sorte que nous nous trouvons conduit à porter devant vous le débat, si varié dans ses divers éléments, de l'application de la puissance de l'eau ou du feu; toutefois, ce débat ne se produira, dans ce rapport, que pour des intérêts d'une minime importance, si l'on considère les effets en eux-mêmes, mais d'un intérêt général cependant, si l'on envisage la multiplicité des applications désirables.

Il s'agit de mettre à la disposition de l'ouvrier, de l'ouvrière en chambre, un moteur qui puisse dispenser de la fatigue qu'exigerait la manœuvre d'un procédé mécanique quelconque. Bien que faible, ce moteur devra se prêter à des allures variables et fonctionner, suivant les besoins, avec une régularité extrême, entre des limites de force et de vitesse analogues à celles que permet le développement direct de la force musculaire, transmise à l'aide de la main ou du pied.

Ainsi envisagé, le moteur domestique doit développer 6 à 20 kilogrammètres par seconde; il ne sera pas trop encombrant; il ne dépensera qu'en raison de son produit; il sera robuste, d'un entretien facile, d'une docilité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

complète; on lui demandera même de travailler en silence, et de n'exiger, pour ainsi dire, aucun soin.

Ce programme sévère sera-t-il réalisé par l'eau ou par le feu. L'est-il aujourd'hui par l'un ou par l'autre de ces agents? Se prête-t-il, enfin, sous l'une de ces formes, à une solution économique?

Il semblerait, à en juger par les pièces du concours, que la vapeur a gagné, cette fois, le terrain perdu par les combinaisons hydrauliques.

Théoriquement, 10 kilogrammètres par seconde exigent 10 litres d'eau, tombant d'un mètre, et, en pratique, près du double. On pourra bien diminuer la quantité en augmentant la chute dans le même rapport; mais les organes de la machine à eau ne peuvent se prêter à une vitesse excessive, le travail étant alors moins bien utilisé, et même, pour cette faible puissance, le moteur hydraulique sera toujours encombrant; il fera craindre l'humidité inévitable et il exigera une alimentation qui, sur nos conduites des villes, n'est pas encore assurée d'une manière absolument régulière et à tous moments.

Le moteur à vapeur est plus indépendant, mais ne fonctionne qu'à la suite de quelques préparatifs; il exige des soins continus; le service du combustible entraîne des malpropretés d'une autre nature; ou si l'on emploie du gaz, qui coûte relativement cher, il exige l'établissement d'une conduite; le travail qu'il peut fournir varie avec la pression; si celle-ci dépasse accidentellement une limite donnée, une explosion peut se produire.

On voit, par l'indication de ces difficultés, qu'entre l'eau et la vapeur il y a de nombreux motifs de préférence dans l'un ou dans l'autre sens; mais, en fait, une machine en eau de 10 kilogrammètres par seconde est déjà très-encombrante, et l'on n'avait pas encore tenté de faire des machines à vapeur d'une taille si exiguë.

M. Fontaine a tenté la solution de ce 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'en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

semble 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; mais l'on doit reprocher à M. Fontaine d'avoir exagéré la rapidité de marche, qui atteint jusqu'à 500 tours par minute. Il nous semble impossible que cette rapidité ne soit pas, à la longue, une cause de destruction, et, quelle que soit la perfection de l'exécution, elle ne saurait certainement résister, en fonctionnement industriel, à cette extrême vélocité, à laquelle le moindre obstacle accidentel, fût-il très-momentané, sera souvent une cause d'arrêt immédiat.

Dans les nombreuses expériences que nous avons faites sur la machine Fontaine, la consommation de gaz, pour chaque heure d'un travail de 6 kilogrammètres par seconde, doit être estimée à 820 litres. Pour Paris, ce serait une dépense de 0ᶠ,25 environ; il y aura lieu, pour l'inventeur, de rechercher les moyens les plus propres à abaisser le chiffre de cette consommation.

Depuis qu'il a mis en construction sur une grande échelle ses moteurs de 6 kilogrammètres, M. Fontaine paraît avoir, par avance, reconnu la justesse de ces critiques, et, dans la note qu'il a adressée pour le concours, il annonce qu'il va construire une autre machine de 20 kilogrammètres, à laquelle nous ne pouvons encore que prédire le succès, si elle est construite avec la même entente que la première.

Toujours est-il que la Société ne peut donner son approbation entière à la jolie machine de M. Fontaine, déjà exécutée cependant à plus de cent exemplaires, mais que l'inventeur n'a voulu, toutefois, livrer à l'industrie avant d'avoir épuisé sur eux tous les moyens de contrôle.

Nous ne serons pas moins prudent qu'il ne l'est lui-même, en lui refusant, quant à présent, l'attribution du prix fondé par la Société d'encouragement;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais il fallait cependant lui donner un témoignage sérieux de l'intérêt que nous prenons à ses utiles et intéressants travaux.

Le moteur domestique de 15 à 20 kilogrammètres ne sera constitué certainement, dans les conditions les plus favorables, que par l'emploi de la vapeur ou de l'air chaud. Déjà le développement de ce minime travail exige, soit pour un appareil hydraulique, soit pour le développement du jeu de pression de l'air comprimé, des dimensions trop encombrantes. Les appareils à ressort, exigeant, pour être remontés, le double du travail qu'ils développent ensuite, ne sauraient être pris au sérieux, et se trouvent ainsi hors de cause.

Il ne reste donc, dans l'état actuel des choses, que la machine à vapeur, et il n'est que juste de reconnaître que M. Fontaine a beaucoup fait pour la rendre plus pratique, dans les dimensions dont il s'agit, en même temps que pour la doter d'un fonctionnement plus sûr et à l'abri de tous dangers.

Par ces motifs, la Société accorde à M. Fontaine un encouragement de 1 000 francs, égal à la valeur même qu'elle avait attribuée au prix proposé.

PRIX DES ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT SUR LE CONCOURS POUR UN APPAREIL ÉLECTRIQUE PUISSANT ET ÉCONOMIQUE, PAR M. LE COMTE DU MONCEL.

(Prix de 3000 francs.)

Messieurs, vous avez proposé un prix de 3 000 francs pour la construction d'un appareil donnant un courant électrique constant en direction et en intensité (pile ou machine magnéto-électrique), dont la force électro-motrice et la conductibilité seraient comparables à celles d'une pile à acide azotique de 60 à 80 éléments de grandeur ordinaire, et présentant des conditions de supériorité, tant comme économie que comme salubrité, sur les appareils qui sont aujourd'hui en usage.

Des différents générateurs électriques imaginés dans ces dernières années, nous ne voyons guère que les machines magnéto-électriques qui puissent remplir les conditions du programme précédent. Les piles de Bunsen ou de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Grove continuent toujours à être employées exclusivement quand il s'agit de courants intenses et constants, et les autres piles, bien que quelques-unes d'entre elles aient une force électro-motrice supérieure aux piles précédentes, sont tellement inconstantes ou tellement coûteuses, qu'elles ne peuvent évidemment remplir le but que s'est proposé la Société en fondant ce prix.

Les machines magnéto-électriques, au contraire, ont subi de notables perfectionnements, et aujourd'hui elles représentent les générateurs électriques les plus économiques, quand il s'agit de grandes intensités électriques.

Les premiers perfectionnements importants, apportés à ces machines au point de vue qui doit nous préoccuper, sont ceux qui ont transformé la machine de Clarke en ces ingénieuses machines exploitées depuis une quinzaine d'années par la compagnie l'Alliance, et qui, malgré les inventions récentes, se font encore remarquer par la sûreté et la constance de leurs effets. Quoique depuis 1867 les idées se soient dirigées dans une autre voie, ces machines ont toujours progressé dans leur construction, et, grâce à la persévérance et à l'activité sans égales de M. Joseph Van Malderen, l'habile contre-maître, qui, seul, a conduit la construction de ces machines, elles ont pu avoir leur volume réduit de près de moitié, et leur prix diminué de près d'un tiers, sans perdre de leur puissance et de leur constance. Vous avez déjà, Messieurs, décerné une médaille d'or à la compagnie l'Alliance pour ces machines; mais le comité des arts économiques croit que vous devez faire plus encore, et si vous ne pouvez accorder à ce système magnéto-électrique le prix que vous avez fondé parce que, sous certains rapports, il se trouve primé par une invention capitale qui réunit davantage les conditions du programme que vous avez posé, le comité pense que vous devez tenir compte à M. Van Malderen de ses efforts persévérants, en lui donnant un souvenir qui montrera que vous vous intéressez toujours à une invention qui a fait ses preuves et qui, quoi qu'on fasse et pour des raisons dont nous parlerons bientôt, ne doit pas être considérée comme tombée en déchéance, du moins pour certaines applications et, en particulier, pour la lumière électrique.

Après les machines magnéto-électriques de la compagnie l'Alliance, sont venues les machines de Wilde, fondées sur ce principe que le fer doux étant susceptible d'une aimantation infiniment plus énergique que l'acier trempé, on peut, en reportant l'effet sur la cause, créer, sous l'influence de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

courants issus d'une petite machine, des électro-aimants inducteurs d'une énergie considérable et, par suite, des courants induits beaucoup plus intenses que ceux qui ont servi de point de départ. En un mot, on réalisait ainsi, pour les machines magnéto-électriques, le problème résolu par M. Delarive pour les courants voltaïques dans son condensateur voltaïque. Ces machines, adoptées avec enthousiasme dans l'origine, et qui sont même encore employées dans beaucoup d'usines galvanoplastiques de l'Angleterre, laissaient pourtant encore beaucoup à désirer; car, si le courant fourni par ce genre de machines était d'une énergie considérable pour leur taille, il fallait, en échange, une vitesse énorme de rotation pour le produire, et la chaleur considérable développée dans la bobine d'induction, qui avait besoin d'être continuellement refroidie par un courant d'eau froide, prouvait qu'une grande partie de la force mécanique employée pour la marche de l'appareil était dépensée en pure perte à fournir de la chaleur dans le circuit intérieur du générateur, c'est-à-dire à produire une action nuisible.

Peu de temps après cette innovation apportée aux machines magnéto-électriques, M. Wheatstone, pensant qu'il pouvait suffire d'une première aimantation très-minime, communiquée à un électro-aimant, pour augmenter indéfiniment sa force, si on faisait circuler à travers son hélice magnétisante le courant induit qui pouvait en résulter, imagina de supprimer, dans la machine de Wilde, le système magnéto-électrique et de le remplacer par l'action momentanée d'une pile très-faible. Cette pile, en effet, faisant naître une première aimantation dans l'électro-aimant inducteur et y laissant une certaine quantité de magnétisme rémanent, fournissait la cause initiale du dégagement électrique appelé à réagir d'une manière plus énergique, et il résultait de ce système un accroissement successif de force de l'électro-aimant inducteur et, par suite, un renforcement du courant induit qui ne pouvait avoir pour limite que la saturation maxima de l'électro-aimant et la résistance mécanique opposée au mouvement du moteur. Cette idée ne tarda pas à être perfectionnée par MM. Siemens et Ladd qui imaginèrent, le premier de supprimer la pile d'amorcement de Wheatstone admettant que le simple magnétisme rémanent du fer de l'électro-aimant pouvait suffire pour déterminer l'action, le second de séparer les effets d'induction produits de manière à les confiner dans deux circuits différents, ce qui était d'une extrême importance pour l'application de ces machines. En conséquence, l'induction s'effectuait à la fois sur deux bobines différentes; l'un des courants, produit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par l'une de ces bobines, était utilisé à renforcer successivememt l'énergie de l'électro-aimant inducteur, et l'autre courant fournissait le travail. Toutefois, ces machines, bien que plus simples, se trouvaient dans le même cas que la machine de Wilde relativement à la grande vitesse de rotation qu'il fallait leur donner et à la chaleur inutile développée.

Dans toutes les machines dont nous venons de parler jusqu'ici, les courants produits, étant des courants d'aimantation et de désaimantation, il fallait, pour les obtenir dans un même sens, employer un commutateur ou inverseur de courants, et l'emploi de cet organe, outre sa facile détérioration, entraîne toujours une perte énorme de courant : il était donc à désirer qu'on pût s'affranchir de cet organe délicat, et c'est là que sont venus s'échouer tous les inventeurs qui se sont occupés, jusqu'ici, de ces sortes de machines.

Il est vrai que, pour la lumière électrique, ce commutateur n'est pas indispensable ; au contraire même il est nuisible, comme nous le verrons à l'instant. Mais la lumière électrique n'est pas devenue, jusqu'ici, une des applications les plus répandues de l'électricité, et d'ailleurs il était à désirer, si on devait faire usage des nouveaux systèmes magnéto-électriques, que cette conversion en chaleur nuisible d'une partie de la force motrice pût être réduite le plus possible. Or c'est ce problème qu'a réalisé M. Gramme dans sa machine qui est fondée sur un principe tout à fait nouveau, et dont les résultats sont tels, que la commission a cru y trouver la réalisation des conditions exigées pour le prix de 3 000 francs dont nous avons parlé en commençant.

Dans le but de simplifier ce rapport, nous réservons pour une note spéciale la théorie et la description de cette machine ingénieuse, nous contentant de dire, pour le moment, que, par la substitution d'électro-aimants annulaires aux bobines d'induction ordinaires, M. Gramme est parvenu à obtenir des courants continus dans un même sens; et en adaptant ces électro-aimants annulaires à la machine de Ladd, renforcée par un système double d'électro-aimants inducteurs, il a pu réunir les avantages des deux systèmes.

M. Gramme a disposé sa machine pour la lumière et pour la galvanoplastie ; mais, bien que les effets lumineux qui ont été produits aient été très-remarquables par leur très-grande intensité, les expériences n'ont pas été jusqu'ici assez multipliées pour qu'on puisse conclure d'une manière définitive à leur égard. Nous pouvons seulement dire que les expériences, faites devant la commission, ont démontré que, avec une force motrice de 4 che-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vaux et une machine dont les dimensions ne dépassaient pas 1m,25 en hauteur, 0m,80 en largeur et épaisseur, on a pu obtenir une lumière équivalente à 900 becs Carcel; on a pu rougir deux fils de cuivre, juxtaposés, de 12 mètres de longueur sur 7 dixièmes de millimètre de diamètre, et fondre sur une longueur de 2m,50 un fil de fer de 13 dixièmes de millim. de diamètre; mais, comme je le disais, ces expériences vraiment extraordinaires n'ont pas été prolongées assez longtemps sans interruption, pour que nous puissions affirmer que la lumière fournie par cette machine serait parfaitement constante pour un long service, tel que celui des phares, par exemple, et la machine modèle ayant été vendue pour l'Angleterre, nous n'avons pu provoquer de nouvelles expériences à cet égard. Ce qui pourrait faire supposer que cette constance ne serait pas tout à fait complète, c'est que les bobines annulaires, bien que s'échauffant infiniment moins que la bobine de Wilde, présentent cependant une élévation de température assez sensible, ce qui n'a pas lieu dans la machine de la compagnie l'Alliance, dont les courants, comme nous l'avons déjà dit, ont été reconnus, après l'expérience de plusieurs années de fonctionnement, parfaitement constants. D'ailleurs, par l'adjonction même de la disposition magnétique de Ladd au système, il doit résulter que les petites irrégularités qui existent toujours, soit dans le mouvement de la machine, soit dans l'action des frotteurs, doivent se trouver considérablement grossies par suite du report continuel de l'effet sur la cause, et de là, par conséquent, des variations dans l'intensité du courant produit.

D'un autre côté, les expérimentateurs ne regardent pas généralement le redressement des courants, qui a lieu dans cette machine, comme un avantage au point de vue de la lumière électrique produite, car ils admettent qu'avec les courants alternativement renversés l'usure des charbons s'effectue dans des conditions plus régulières et plus sûres.

Quant à la machine disposée pour la galvanoplastie, des expériences journalières de plus d'une année dans les ateliers galvanoplastiques de M. Christofle, expériences faites comparativement avec la machine de Wilde et la machine de l'Alliance, ont pu fixer complétement la commission sur la valeur de cette machine considérée dans ce genre d'application. Les résultats ont été on ne peut plus favorables. Ainsi, alors qu'une machine de Wilde animée d'une vitesse de 2400 tours par minute ne déposait, par heure, que 170 grammes d'argent, la machine de Gramme, de dimension plus petite et n'étant animée que d'une vitesse de 300 tours seulement, a pu déposer 200 gr.,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et l'élévation de la température de l'anneau ne dépassait pas 50 degrés. Avec une vitesse de 275 tours, on ne constatait même pas aucune élévation de température. Il est facile de comprendre combien un pareil résultat, obtenu avec une vitesse de rotation de la bobine huit fois moins grande qu'avec la machine de Wilde, plaide en faveur de l'invention de M. Gramme. Ordinairement, les circuits, chez M. Christofle, sont disposés de manière que le dépôt d'argent, par heure, soit de 600 grammes, et M. Bouilhet a toujours constaté que les dépôts avec la machine Gramme se faisaient avec une régularité et une constance qui ne laissaient rien à désirer, et qui ne pouvaient être obtenues avec aucun autre générateur électrique; aussi s'est-il décidé à ne plus employer de piles à l'avenir et a-t-il fait construire, dans cette intention, sept machines Gramme du modèle dont nous parlons.

Après de pareils résultats et se référant au texte qui précise les conditions d'obtention du prix proposé par la Société, la commission a cru que M. Gramme réunissait tous les titres voulus pour obtenir ce prix, du moins en ce qui se rapporte à la création d'un générateur économique à courants continus d'une force supérieure à 60 éléments à acide nitrique; mais elle réserve ses conclusions à l'égard de l'application de ce générateur à la lumière, et comme, sous ce rapport, la machine de l'Alliance a fait ses preuves, la commission vous propose d'accorder, comme marque d'intérêt et de sympathie, à M. Joseph Van Malderen, qui en est en quelque sorte l'auteur, une médaille d'or.

PRIX DE L'AGRICULTURE.

RAPPORT, AU NOM DU COMITÉ D'AGRICULTURE, SUR LE CONCOURS POUR LE LABOURAGE A VAPEUR, PAR M. HERVÉ MANGON.

(Prix de 6 000 francs.)

Messieurs, vous avez décidé, en 1867, que la Société d'encouragement pour l'industrie nationale décernerait, cette année, un prix de 6000 francs « à celui qui, le premier, aura employé, en France, le labourage à la vapeur « sur la plus grande surface ou dans les conditions les plus économiques. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Deux concurrents, M. Paul Decauville, à Évry-sur-Seine, et MM. Stanislas et Émile Tétard, à Gonesse, se sont mis sur les rangs pour prendre part au concours ouvert par la Société. Nous allons exposer, aussi rapidement que possible, les titres de ces honorables concurrents.

En 1867, un concours international de labourage à vapeur fut organisé par les fondateurs de la Société des agriculteurs de France, à Petit-Bourg, chez M. Decauville aîné, père de M. Paul Decauville, l'un de nos concurrents. A la suite de ce concours, M. Decauville aîné se rendit en Angleterre et se décida, après une étude attentive des différentes méthodes de labourage à vapeur, à faire l'acquisition d'un appareil du système Fowler, composé de deux machines à vapeur, d'une charrue à bascule à six socs, d'un cultivateur tournant de 3m,40 et d'une herse de 7m,20.

Ces machines n'ont pas cessé de fonctionner depuis 1868 jusqu'en octobre 1870, époque de l'invasion. Aussitôt après l'armistice, M. Decauville ramena chez lui les locomobiles, que les Prussiens avaient fait transporter à Juvisy, et remit en marche les appareils à vapeur.

Peu de temps après la guerre, M. Decauville aîné succomba aux attaques d'une courte maladie; mais son fils, qui lui succède dans la direction de ses vastes cultures, n'a pas cessé un instant d'employer l'appareil à labourer acheté par son père.

L'étendue de la ferme de Petit-Bourg est de 400 hectares environ, dont 125 hectares étaient en blé l'année dernière. M. P. Decauville attribue avec conviction à la perfection du travail de la terre par la vapeur l'excès de ses produits par hectare sur ceux de ses voisins qui cultivent des terres semblables aux siennes avec les mêmes fumures.

Parmi les avantages de la culture à vapeur, M. P. Decauville signale particulièrement : 1° la facilité de donner les façons au sol dans les temps les plus propices; 2° la suppression du piétinement des terres par les animaux de trait; 3° la possibilité de herser 20 hectares par jour, ce qui lui permet d'entretenir ses terres fortes dans un état de propreté parfaite; 4° la réduction, dans un énorme rapport, de la main-d'œuvre qui devient, chaque jour, plus chère et plus difficile à obtenir. Le labourage à vapeur occupe, à Petit-Bourg, cinq ouvriers seulement, qui font l'ouvrage de vingt hommes et de soixante chevaux.

M. P. Decauville, parfaitement édifié, par sa grande expérience, sur les avantages du labourage à vapeur, s'est décidé à l'installer d'une manière défini-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tive dans son exploitation. Des roches à fleur de terre rendaient le travail difficile dans quelques pièces; bien que fermier à bail, il n'a pas hésité à dépenser 200 francs par hectare pour les faire enlever. D'un autre côté, la forme irrégulière des parcelles causait, par places, des pertes de temps et des embarras; des remises pour le gibier interrompaient les sillons. M. Decauville a remanié, à grands frais, à l'aide d'échanges onéreux, la division de toute la plaine, qui se trouve, maintenant, partagée en bandes régulières de 350 mètres de longueur, sur les rives desquelles cheminent facilement les locomobiles en passant toujours sur les mêmes lignes.

Enfin, M. Decauville a complété récemment son matériel par l'achat d'un rouleau de 7^{m},20 de long, et il espère, dans un temps rapproché, demander à la vapeur non-seulement le travail de sa terre, mais encore l'arrachage de ses betteraves et la moisson de ses autres récoltes.

MM. S. et E. Tétard, dont nous avons maintenant à faire connaître les titres, ne sont pas moins connus comme agriculteurs que M. Decauville. Ces Messieurs exploitent, à Gonesse, une surface de 495 hectares. Les circonstances dans lesquelles MM. Tétard se sont décidés à employer la culture à vapeur et les résultats qu'ils ont obtenus sont tellement intéressants que, si le temps nous le permettait, nous citerions ici leur mémoire tout entier.

Le 6 septembre 1870, ces Messieurs, chassés par la menace de l'invasion, furent obligés, par ordre supérieur, de se réfugier à Paris et d'y amener tout leur bétail, pendant que leurs récoltes et leurs produits en magasin étaient livrés aux flammes.

Après le siége, il ne restait à MM. Tétard que 7 chevaux sur les 167 animaux amenés à Paris. Ces Messieurs s'empressèrent, cependant, de retourner à Gonesse, mais leur ferme était occupée par les Prussiens, qui ne les laissèrent pas s'y installer et qui, en partant, volèrent tout ce qui s'y trouvait, jusqu'à la litière qui pouvait y rester encore.

Le 1er avril 1871, un changement de garnison ennemie leur permit enfin d'occuper une petite partie de leurs bâtiments. Mais que faire, au mois d'avril, sans un hectare labouré, sans ensemencements ni d'automne, ni de printemps, sans animaux, sans fourrages, au milieu d'un pays ravagé par l'ennemi et où sévissait avec violence la peste bovine?

MM. Tétard ne perdirent pas courage; ils commandèrent en Angleterre un appareil à vapeur de M. Fowler qui devait leur être immédiatement livré, mais les événements de Paris ôtaient toute confiance au commerce extérieur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La maison Fowler hésitait à livrer; l'un des deux associés dut aller lui-même en Angleterre et solder le second tiers du prix pour pouvoir, enfin, faire terminer les appareils.

Le temps, au milieu de ces difficultés de toute sorte, s'écoulait rapidement. Les appareils de labourage à vapeur commencèrent seulement à travailler le 18 mai 1871. Mais, grâce à l'admirable puissance de ces appareils; grâce aussi, hâtons-nous de le dire, à leur invincible énergie, MM. Tétard, en un seul mois, en travaillant sans interruption de 3 heures du matin à 8 heures du soir, car la vapeur ne se fatigue pas comme les chevaux, purent préparer et ensemencer dans de bonnes conditions 240 hectares de betteraves. Leur campagne sucrière était, dès lors, assurée, et ils affirment que la valeur de leur appareil était payée par cet immense résultat.

Dès les mois d'août et de septembre suivants, les appareils de labourage à vapeur reprirent leur tâche pour préparer les terres, dont une partie était forcément restée en jachère, pour les ensemencements d'automne. Le travail de la vapeur permit, heureusement, de n'acheter, à l'automne, que la moitié du nombre de bœufs ordinairement employés, car les 70 bœufs nécessaires aux transports mouraient du typhus au commencement de janvier.

Les travaux se firent sans difficulté en 1872, et, dès les premiers jours de mai, 217 hectares étaient ensemencés en betteraves.

Les pluies diluviennes de l'automne dernier devaient fournir aux appareils de culture à vapeur, entre les mains intelligentes de MM. Tétard, l'occasion d'un nouvel et éclatant succès. Dès le mois de novembre, le sol se trouvait tellement détrempé, qu'il était impossible de sortir les betteraves des champs; 16 ou 18 bœufs ne pouvaient pas tirer, dans les terres mouillées, une voiture chargée de 2000 kilog. de racines; la sucrerie allait s'arrêter, faute de matières premières. On fit encore appel à la vapeur. La locomobile se plaçait sur le chemin qui borde la pièce de terre; deux ou trois paires de bœufs déroulaient le câble et portaient son extrémité libre auprès du tombereau chargé. On attelait le câble à la flèche de la voiture et on mettait en mouvement le treuil de la locomobile. La voiture, cédant à cet énergique effort, arrivait sans peine jusqu'à la route, où on la confiait à son attelage ordinaire.

« Nous continuons et nous continuerons toujours, disent MM. Tétard, à « nous servir de l'appareil à vapeur; avec lui, suppression de la moitié des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« animaux de travail, remplacés par des animaux de rente; avec lui, plus de « retards dans les travaux des champs. »

Nous n'ajouterons rien, Messieurs, à cette opinion de praticiens consommés, opinion qui est aussi depuis bien longtemps celle de votre rapporteur.

En 1867, lorsque vous avez ouvert le concours, beaucoup de personnes pensaient que le prix proposé ne serait pas mérité. On affirmait que jamais le labourage à vapeur ne deviendrait pratique dans les plaines de France. La Société d'encouragement, habituée à prévoir de loin les grands triomphes de la mécanique et à ne jamais douter du progrès agricole ou industriel, ne devait pas s'arrêter devant les doutes qu'elle entendait exprimer de toutes parts. Le concours dont je viens de rendre compte prouve, Messieurs, que votre confiance était fondée. La Société d'encouragement doit s'honorer à jamais d'avoir osé, pour la première fois dans notre pays, offrir une grande récompense, non plus à des appareils de concours, mais à des applications pratiques et sur une grande échelle de la culture à vapeur.

MM. Decauville ont évidemment sur MM. Tétard la priorité pour l'application en grand du labourage à vapeur. De leur côté, MM. Tétard ont le mérite d'une application faite dans des conditions les plus difficiles et avec un succès des plus remarquables.

En présence de titres si éminents, constatés dans des conditions différentes, votre comité d'agriculture a été d'avis que le prix proposé devait être partagé également entre les deux concurrents.

Conformément à la proposition de son comité, la Société a décidé, en conséquence, que le prix de labourage à vapeur serait partagé également entre M. P. Decauville, le digne successeur de son père, le regretté Decauville aîné, de Petit-Bourg, et MM. S. et E. Tétard, les habiles cultivateurs de Gonesse.

RAPPORT SUR LE CONCOURS POUR LA PRODUCTION DE GRAINE SAINE DE VERS A SOIE DE RACE INDIGÈNE, PAR M. CHATIN.

(Prix de 500 francs.)

Les demandes qui nous sont arrivées sont au nombre de six; nous exposons, ci-après, sommairement les titres de chacun des candidats.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

I. — M. Fernand Digeon, de Limoux (Aude), dit avoir élevé avec succès, pour le grainage, les vers fournis par 4 onces de graines.

Cette éducation paraîtra bien considérable à ceux qui pensent avec nous que le succès des grainages doit être demandé aux petites éducations. M. Digeon n'ayant, d'ailleurs, fourni aucune des garanties demandées par notre programme, nous estimons qu'il n'y a pas lieu, quant à présent, de lui accorder de récompense.

II. — Madame E. Conte, née Pradet, à Montauban, a écrit, le 15 mai, qu'elle se met sur les rangs pour le concours ouvert par la Société, et qu'elle se propose de mettre au grainage 50 kilog. de cocons.

Les détails et les constatations manquant, nous proposons de remettre madame Conte au concours prochain, en l'invitant à remplir les conditions du programme des prix.

III. — MM. Tardieu aîné et Lafrayette, de Cahors, élèvent depuis deux ans des vers pour grainage. Nous avons, disent-ils, parfaitement bien réussi et fait des graines qu'on nous dit très-bonnes, et dont nous désirons bien avoir le placement

MM. Tardieu et Lafrayette ont envoyé des échantillons de cocons et des graines sur lesquelles nous n'avons pas trouvé de corpuscules.

Nous pensons qu'il y a lieu de les engager à continuer leurs élevages, à en faire suivre et constater, en temps utile, les résultats par la Société d'agriculture et le maire de Cahors. Nous pourrons, sans doute, alors récompenser, par un de nos prix, les résultats séricicoles, dès aujourd'hui dignes d'intérêt, de MM. Tardieu et Lafrayette.

IV. — Le docteur Brouzet, secrétaire général de la Société d'agriculture du Gard, membre et lauréat de l'Académie nationale agricole, manufacturière, etc., de Paris, a fait plusieurs communications sur l'art d'élever le ver à soie.

L'auteur, qui paraît avoir plus écrit que pratiqué, conclut

A l'inutilité de l'emploi du microscope;

A l'impossibilité d'avoir de bonne graine dans les régions contaminées;

Au chaulage des graines par le nitrate d'argent (pratique reconnue inutile et dangereuse);

A l'emploi exclusif, dans les magnaneries, de bois injectés de cuivre, par le procédé Boucherie;

A la reconstitution des races par une nourriture variée, dans laquelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entreraient, avec le salsifis, les feuilles de chou, de chêne, d'ailante, de pins, etc.

Nous estimons que M. Brouzet ne saurait être récompensé. Ses travaux ne rentrent, d'ailleurs, en rien dans le programme des prix.

V. — M. d'Hupaïs, propriétaire, à qui l'on doit de petits grainages qui ont été l'objet d'éducations complétement réussies de la part de trente-deux habitants des communes de Fuveau et de Meyreuil, aux environs d'Aix, et dont les succès séricicoles sont de notoriété publique dans son pays, est présenté (à son insu), pour l'un des prix de la Société d'encouragement, par M. Ch. de Falbaire, président du comice agricole d'Aix. M. de Falbaire adresse, à l'appui de sa demande, une très-bonne notice, dans laquelle M. d'Hupaïs indique, avec clarté et concision, d'abord ses échecs, ensuite son succès et les soins par lesquels il est parvenu à fixer celui-ci qui ne s'est pas démenti depuis six ans.

C'est par des sélections intelligentes et sévères que M. d'Hupaïs obtient, depuis 1866, au milieu d'une région sericicole tellement contaminée que beaucoup de propriétaires avaient arraché leurs mûriers, des graines saines recherchées de tous ses voisins.

M. d'Hupaïs fait porter successivement la sélection :

1° Sur les vers nouvellement éclos, dont il rejette les derniers nés. En général, pour une éclosion qui dure quatre jours, il abandonne les sujets à partir de la quatrième journée;

2° Sur les mues, à la suite de chacune desquelles il abandonne les vers qui, plus faibles, sont les derniers à se réveiller;

3° Sur la montée, époque à laquelle les vers sont examinés minutieusement à la loupe, un à un, les tâchés et les traînards étant impitoyablement sacrifiés;

4° Sur les cocons, dont les doubles, les petits, les faibles, enfin ceux dont la soie n'est pas belle, sont envoyés à la filature.

M. d'Hupaïs, en produisant, par les soins les plus intelligents, de bonnes graines, et en montrant que chacun peut faire comme lui, même dans une région où la maladie sévit depuis longtemps avec une grande force, a rendu un vrai service à la sériciculture.

Nous aurions proposé qu'un prix de 500 francs lui fût décerné, si précisément M. d'Hupaïs n'avait malheureusement, pour motif de santé, cessé de s'occuper de grainage. Nous estimons que, du moins, M. d'Hupaïs a droit à une médaille de platine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VI. — M. Bonnefon, ancien pharmacien à Périgueux, aujourd'hui propriétaire à Ribérac, a fait dans ce dernier pays, resté, jusqu'à ces dernières années, étranger à la sériciculture, d'importantes plantations de mûriers qui lui permettent maintenant de se livrer à des éducations de vers pour grainage.

M. Bonnefon n'a pas planté moins de 800 tiges, 500 nains, 200 mûriers du Japon et 6000 pourrettes. Cet exemple, bientôt suivi, a provoqué la plantation, aux environs de Ribérac, de 25000 mûriers par les particuliers et de 5000 de ces arbres sur les routes par l'Administration.

C'est avec les produits de ses plantations que M. Bonnefon a élevé, cette année, pour le grainage, avec un plein succès, en deux éducations séparées par un intervalle de quelques semaines pour éviter l'encombrement, 70 grammes de graines de la race milanaise. Ces 70 grammes ont produit 147k,500 de beaux cocons, qui, à leur tour, ont fourni 492 onces (de 25 grammes) de graines, dont une part importante suivant la méthode cellulaire de M. Pasteur.

Comme les vers, les papillons et les graines n'ont présenté aucune trace de corpuscules. Votre rapporteur s'en est assuré sur les échantillons envoyés à la Société.

Un mémoire bien rédigé accompagne les envois de M. Bonnefon, et les résultats, obtenus à l'aide de soins incessants et bien compris, sont confirmés par des attestations de la commission de sériciculture et du maire de Ribérac.

Nous n'hésitons pas à proposer à la Société de récompenser, par un prix de 500 francs, les travaux sériciccoles de M. Bonnefon.

La Société peut voir, par le présent rapport, constatant les efforts faits par les graineurs, que son appel a été entendu, et que le mouvement qu'elle a provoqué est en plein développement. Elle aura bien mérité du pays en contribuant, dans une mesure importante, à assurer, comme dans un passé malheureusement trop loin de nous, la récolte des vers à soie, richesse d'un si grand nombre de départements, en même temps qu'elle aura fait cesser l'importante exportation de numéraire (environ 20 millions) que nécessite l'approvisionnement, à l'étranger, de graines n'appartenant même qu'à des races beaucoup moins rémunératrices que les races indigènes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLES.

I. LISTE DES MÉDAILLES DÉCERNÉES POUR DES INVENTIONS OU DES PERFECTIONNEMENTS INDUSTRIELS.

Nos d'ordre.	NOMS.	RAPPORTEURS.	INVENTIONS OU PERFECTIONNEMENTS ayant motivé les médailles.
		Médailles d'or.	
	MM.	MM.	
1	Duseigneur-Kléber.	Alcan.	Moulin à soie à double effet et à grande vitesse.
2	Meyer.	Du Moncel.	Télégraphe autographique.
3	Muller et Eichelbrenner.	Lamy.	Nouveau système de chauffage des fours à gaz.
4	Van Malderen (Joseph).	Du Moncel.	Coopération au succès de la machine magnéto-électrique l'Alliance.
		Médailles de platine.	
1	D'Hupaïs.	Chatin.	Travaux de sériciculture.
2	Dunod et Bougleux.	Barral.	Produits chimiques et engrais extraits des os.
3	Gautier.	Heuzé.	Défrichement de landes.
		Médailles d'argent.	
1	Capitaine.	Bouilhet.	Outils perfectionnés pour la joaillerie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos d'ordre.	NOMS.	RAPPORTEURS.	INVENTIONS ou PERFECTIONNEMENTS ayant motivé les médailles.
	MM.	MM.	
2	CHAMBRIER.	PRIESTLEY.	Nouveau système de bouchage des bouteilles de champagne.
3	DEFIENNE.	LISSAJOUS.	Lampe tubulaire à pétrole.
4	DREYFUS.	LABOULAYE.	Théorie du tour à ovale.
5	DUPAIGNE.	HOMBERG.	Ouvrage de géographie intitulé *Les Montagnes*.
6	MANSOY.	BELLA.	Fabrication mécanique des fers à cheval.
7	MAUREL.	DUMÉRY.	Fabrication des abat-jour.
8	POLLARD.	SALVETAT.	Perfectionnement du four à moufle pour cuire les peintures sur porcelaine.
9	SAINT-PÈRE.	TRESCA.	Appareil hydraulique pour les fermetures de boutiques.
10	TRANIÉ.	MANGON.	Traité d'arrosage pratique.
	Médailles de bronze.		
1	BLOCH.	CLOEZ.	Féculomètre.
2	BOULAY.	HUZARD.	Compteur d'avoine.
3	GRANIER.	DE LUYNES.	Appareil pour mesurer l'inflammabilité du pétrole.
4	VOISIN et DRONNIER.	DU MONCEL.	Sels excitateurs pour les piles à bichromate de potasse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DISTRIBUTION DES MÉDAILLES.

MÉDAILLES DÉCERNÉES POUR DES INVENTIONS OU DES PERFECTIONNEMENTS INDUSTRIELS.

(Voir le tableau I.)

Médailles d'or.

1. MOULIN *à soie à double effet et à grande vitesse,* par M. Duseigneur-Kléber, à Lyon (Rhône) (1).

Par son importance et la qualité de ses produits, l'industrie des soieries françaises s'est placée au premier rang dans le monde. Son développement va croissant malgré l'élévation du prix de la matière première et des salaires, car en dépit des circonstances médiocrement favorables aux affaires, en général, dans ces derniers temps, la France a vendu, en 1872, pour un 1/2 milliard de soieries de sa fabrication à l'étranger. Jamais l'exportation de la spécialité n'avait atteint ce chiffre; il dépasse de beaucoup celui des nations industrielles les plus puissantes.

Ces résultats semblaient indiquer l'apogée du progrès. Cependant M. Duseigneur-Kléber, par une invention récente, vient de faire faire un nouveau pas à l'une des branches essentielles du travail des soieries. Il est parvenu, par d'heureuses modifications apportées aux machines existantes, à étendre leur action, à perfectionner les produits qui en résultent, en diminuant notablement la dépense des transformations.

L'invention de cet habile industriel permet, 1° d'obtenir des fils moulinés d'une finesse impossible à exécuter par les moyens en usage, et de fournir ainsi un nouvel élément au tissage, à la couture et à l'ornementation des étoffes; 2° d'éviter désormais les défauts inévitables jusqu'ici, et connus sous les noms de *bouclage*, de *travelage*, etc.; 3° de réaliser, en moyenne, une économie de 25 pour 100 sur les frais occasionnés par le moulinage et les apprêts.

(1) Le rapport paraîtra prochainement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette invention est aussi remarquable par l'ingénieuse simplification des moyens que par l'importance des résultats.

L'empressement que met l'industrie à s'approprier le système nouveau prouve sa valeur. Ce système contribuera désormais, pour sa part, à maintenir à la hauteur où elle s'est placée notre belle industrie des soieries.

La Société d'encouragement, pour témoigner à M. Duseigneur-Kléber du prix qu'elle attache au progrès que l'industrie lui doit, lui décerne une médaille d'or.

2. TÉLÉGRAPHE *autographique*, par M. Meyer, avenue de Lamothe-Piquet, 6, à Paris (1).

La télégraphie autographique, conçue à l'origine par Wheatstone, a fait, pour la première fois, son apparition à l'Exposition universelle de 1851, où l'on voyait un spécimen d'écriture envoyé par un habile mécanicien, M. Backwell, qui était parvenu à réaliser la conception de l'illustre physicien anglais.

Le système était loin d'être pratique; aussi, depuis lors, les recherches ont été très-actives de la part des inventeurs. Au nombre de ceux-ci, on doit citer l'abbé Caselli, qui, dès 1855, montrait déjà des résultats qui émerveillaient les savants. Cette fois, on put croire que la solution du problème de l'écriture à distance était trouvée, et pourtant il ne fallut pas moins de sept années d'efforts persévérants pour permettre aux appareils de M. Caselli de fonctionner convenablement en ligne. Mais ces appareils, dont la fonction est due à l'action électro-chimique, sont délicats et exigent, de la part des employés chargés de les manœuvrer, une adresse et des connaissances techniques qu'ils possèdent rarement à un degré suffisant. Il était donc à désirer que l'action électro-chimique pût être remplacée par l'action électro-magnétique, et c'est dans ce sens que des études suivies ont été faites par M. Meyer, qui a réussi, grâce au concours d'un habile constructeur, M. Hardy, à produire un appareil vraiment remarquable.

Des expériences faites, en 1870, devant la commission de perfectionnement du matériel télégraphique ont démontré qu'on pouvait transmettre avec cet appareil, entre Paris et Lyon, en une minute quarante-trois secondes, une

(1) Le rapport paraîtra ultérieurement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dépêche couvrant une surface de 30 centimètres carrés; avec l'appareil Caselli, il aurait fallu trois minutes au moins pour couvrir la même surface. On peut donc dire que l'appareil de M. Meyer est le plus rapide des télégraphes autographiques jusqu'à présent essayés en ligne, et qu'il réalise, comme l'a avancé M. le Directeur général des lignes télégraphiques, dans son rapport au Ministre, du 2 octobre 1869, un progrès réel et décisif dans la télégraphie.

Si nous ajoutons à ces considérations qu'il permet la reproduction des dessins et plans explicatifs, des écritures les plus variées et les plus compliquées, on comprendra les ressources immenses qu'il met entre nos mains; on peut même ajouter qu'il est le seul qui puisse réaliser, d'une manière convenable, l'application de la télégraphie en Chine et, en général, dans les pays où l'écriture n'est pas alphabétique.

En présence de pareils résultats la Société décerne à M. Meyer la médaille d'or.

3. Nouveau *système de chauffage des fours à gaz*, par MM. Muller et Eichelbrenner, 47, rue Abbatucci, à Paris (1).

Le mode ordinaire de chauffage des cornues employées dans la fabrication du gaz d'éclairage présente une série d'inconvénients, tels que, détérioration du foyer intérieur et, par suite, dislocation du four; obligation d'avoir un double personnel de chauffeurs spéciaux pour le jour et pour la nuit, dont le travail est très-pénible en raison du rayonnement des cornues; chargement et nettoyage des grilles, difficiles à régler en raison des écarts de température qu'ils produisent et des variations de rendement qui en sont la suite; difficulté de maintenir une température uniforme; impossibilité de brûler, sur la même grille, des combustibles différents, houille, coke ou même goudron, etc. MM. Muller et Eichelbrenner ont réussi à parer à tous ces inconvénients au moyen du système de fours suivant :

Dans ce système, rien n'est changé à la disposition ordinaire des cornues; mais le foyer est supprimé et remplacé par une grille à gradins, placée à l'arrière du massif et surmontée d'une trémie pour le chargement du combus-

(1) Le rapport paraîtra ultérieurement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tible, dont la capacité permet de ne la remplir que tous les huit ou dix heures. A cet avantage s'ajoutent tous ceux qui résultent du chauffage par le gaz; le foyer, en effet, est un véritable producteur de gaz, analogue dans ses effets aux gazogènes connus. Le combustible éprouve, sur la grille, une sorte de distillation, et les gaz de la combustion pénétrant dans un carneau central passent, de là, dans le four par une série d'orifices distribués sur toute la longueur de la sole, en même temps qu'y arrive de l'air échauffé dans des conduits spéciaux munis de registres.

En résumé, les principaux avantages résultant de ces dispositions sont les suivants : application facile, et relativement peu coûteuse, du système à tous les fours à gaz ordinaires; commodité dans le chauffage; réduction du personnel, et même suppression de l'équipe des chauffeurs de nuit dans les petites usines; économie sensible de combustible; diminution des frais d'entretien; plus grande uniformité de température, d'où résulte un accroissement de rendement du gaz.

Les fours de MM. Muller et Eichelbrenner, dont la construction est confiée à MM. Leblond et Mulot, ont déjà été adoptés en France dans quinze usines, et nul doute qu'ils ne se répandent davantage. Sans doute, les principes sur lesquels leur système est fondé ne sont pas nouveaux; mais MM. Muller et Eichelbrenner ont le grand mérite de les avoir combinés et appliqués dans des conditions de simplicité, de généralité et d'économie que l'on n'avait pas encore réalisées jusqu'ici. C'est là un perfectionnement industriel dont la Société apprécie l'importance en décernant à ses auteurs une médaille d'or.

4. Coopération *apportée aux perfectionnements de la machine magnéto-électrique de la compagnie l'Alliance*, par M. Joseph Van Malderen.

Voy. plus haut, p. 276, le rapport de M. le comte du Moncel sur le prix des arts économiques.

Médailles de platine.

1. Travaux *de sériciculture*, par M. d'Hupaïs, à Aix (Bouches-du-Rhône).

Voy. plus haut, p. 282, le rapport de M. Chatin sur le prix de l'agriculture relatif à la production de graine saine de vers à soie de race indigène.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2. FABRICATION *de divers produits dérivés des os*, par MM. Dunod et Bougleux, à Aubervilliers (Seine) (1).

MM. Dunod et Bougleux ont repris, il y a six ans, une ancienne usine, fondée en 1842, à Aubervilliers, et ils sont arrivés à la création et au fonctionnement régulier d'un matériel permettant d'extraire, d'une façon plus complète et plus rationnelle qu'on ne l'a fait jusqu'à ce jour, d'une part les produits décolorants, d'autre part les produits fertilisants qui dérivent des os.

La fabrique reçoit, chaque année, 7 à 8 millions de kilog. d'os, c'est-à-dire pour 3000 francs environ par journée de travail. Elle occupe quatre-vingts ouvriers dans les temps ordinaires, et jusqu'à cent vingt lorsque arrive la grande saison de la fabrication, c'est-à-dire l'époque où la sucrerie demande le plus de noir. Deux machines à vapeur, l'une de 25, l'autre de 10 chevaux, mettent en mouvement tous les appareils. Une écurie de 9 chevaux est occupée aux transports.

Les produits qu'on prépare dans cette usine sont : 1° du noir animal gros grain et noir à filtrer pour les sucreries; 2° du noir en grains moyens pour les raffineries; 3° de l'huile empyreumatique; 4° du suif d'os; 5° du noir impalpable pour la peinture et le cirage; 6° du noir vierge pour engrais: 7° du superphosphate d'os et de noir pour l'agriculture; 8° des poudres d'os pour engrais; 9° du sulfate d'ammoniaque; 10° des os blancs pour la fabrication des coupelles; 11° des os vitrifiés pour la fabrication du verre opale.

Pour arriver à la préparation d'un aussi grand nombre de produits dont un seul, la poudre d'os de diverses grosseurs, atteint le chiffre de 1000000 à 1500000 kilog. par an, MM. Dunod et Bougleux ont réuni les meilleurs procédés connus et l'outillage le plus perfectionné. Ils rendent là un véritable service à l'industrie agricole et manufacturière, et la Société est heureuse de les récompenser par sa médaille de platine.

3. DÉFRICHEMENT *des landes*, par M. A. Gautier, percepteur, à Uzel (Côtes-du-Nord) (2).

Les défrichements des landes entrepris dans le centre de la Bretagne sont de deux sortes; les uns sont exécutés par des propriétaires qui peuvent faire

(1) Voir *Bulletin* de 1872, 2e série, t. XIX, p. 551.
(2) Le rapport paraîtra très-prochainement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

facilement de grandes avances à la terre; les autres, par des agriculteurs dont les capitaux sont très-limités. Ces dernières entreprises sont les plus difficiles; elles ne réussissent que quand le défricheur agit avec lenteur et sagesse.

C'est ainsi que, par des soins incessants, par une intelligence remarquable, par une mise en pratique bien raisonnée des excellents conseils qu'il a puisés autrefois aux écoles de Coëtbo, de Rennes et de Roville, M. A. Gautier, percepteur, à Uzel (Côtes-du-Nord), a su rendre très-productif un domaine de 44 hectares 18 ares, qui, au début, renfermait plus de 34 hectares de landes. Son amour pour l'agriculture est tel, que, bien que résidant à 20 kilomètres de sa propriété, il n'a pas laissé passer un seul jour sans que lui ou ses enfants, quel que soit le temps, ne s'imposent la tâche de parcourir cette distance à pied pour aller surveiller les travaux.

Le succès obtenu par M. Gautier mérite d'être signalé à l'attention des pays qui ont encore des landes à défricher, et dont les propriétaires ont peu de capitaux à leur disposition. Il est, enfin, la preuve la plus évidente de la vérité de ce précepte agricole : *Il faut demander au temps ce qu'on ne peut demander à l'argent.*

La Société accorde sa médaille de platine aux persévérants et heureux efforts de M. Gautier.

Médailles d'argent.

1. Outils *perfectionnés pour la joaillerie et la bijouterie*, par M. Capitaine, rue Sainte-Anne, 53, à Paris (1).

M. Capitaine a réuni en un seul outil, qu'il appelle *boulet-coussin*, plus de 300 des petites matrices à l'aide desquelles, par le procédé ordinaire, l'ouvrier estampe et mouvemente les feuilles d'argent ou d'or destinées à être garnies de pierres précieuses; il évite ainsi des recherches et des pertes de temps toujours préjudiciables.

Il a également imaginé un outil dit *chasse-pierre*, qui sert à dessertir, d'une manière sûre et facile, les diamants montés qu'on veut sortir des griffes qui les enchâssent, soit pour les monter autrement, soit pour en apprécier plus sûrement la valeur au moyen de la balance, opération qui, par le

(1) Le rapport paraîtra ultérieurement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

procédé ordinaire, entraîne souvent la perte d'une pierre de valeur et peut déformer la monture.

D'autres perfectionnements ont encore été apportés aux outils par M. Capitaine et sont, comme les précédents, très-appréciés de tous les joailliers et bijoutiers qui en ont fait l'application. En conséquence, la Société décerne à M. Capitaine la médaille d'argent.

2. Nouveau *système de bouchage des bouteilles de vin de Champagne*, par M. Chambrier, à Charleville (Ardennes) (1).

M. Chambrier a eu l'idée ingénieuse de remplacer la ficelle et le fil de fer, généralement employés dans le bouchage des vins de Champagne, par une griffe à trois branches qui traversent une capsule métallique coiffant la partie supérieure du bouchon, et dont les extrémités inférieures, en forme de crochets, sont retenues par la bague terminant le col de la bouteille. On voit, de suite, l'effet de ce système; c'est la pression même du gaz qui est utilisée pour retenir le bouchon qu'elle tend à faire sauter.

Ce système, exploité aujourd'hui par MM. Fisse et Thirion, de Reims, simplifie le mode de bouchage ordinaire, en même temps qu'il rend le débouchage très-facile. Il y a donc là un perfectionnement qui peut recevoir une application très-étendue, puisqu'il s'adresse à toutes les boissons gazeuses qu'on met en bouteilles, et que la Société juge digne de la médaille d'argent.

3. Lampe *tubulaire à pétrole*, par M. Defienne, rue des Petites-Écuries, 31, à Paris (2).

En créant son nouveau système de lampe, M. Defienne s'est préoccupé d'obtenir tout à la fois l'économie, l'élégance, la sécurité, jointes à une lumière puissante dont l'éclat puisse être varié à volonté entre certaines limites.

Ces conditions sont réalisées au moyen d'une série de mèches cylindriques, remplaçant la mèche unique et disposées en couronne autour d'un disque analogue à celui des lampes à schiste; logées chacune dans un tube séparé, ces mèches se remontent en même temps à l'aide d'une seule crémaillère. La

(1) Le rapport paraîtra ultérieurement.
(2) *Ibid.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

répartition de l'air nécessaire à la combustion est tellement bien entendue, que la lampe fonctionne sans fumée comme sans odeur avec un verre quelconque, donnant une brillante couronne de lumière formée des flammes de chacune des mèches, lesquelles se soudent par leur partie moyenne.

Cette lampe n'exige pas un pétrole de qualité supérieure pour son fonctionnement. Les becs de 8, 10 et 12 mèches peuvent être substitués les uns aux autres, et, comme le prix du plus coûteux n'est que de 5 francs, on peut avoir à sa disposition, avec un seul réservoir, plusieurs lampes de puissances très-différentes.

Cette lampe, encore peu connue, mérite d'être encouragée. Son inventeur étant décédé, c'est donc à sa veuve que la Société accorde la médaille d'argent.

4. Théorie *du tour à ovale*, par M. Dreyfus, 58, rue de Larochefoucauld, à Paris (1).

La théorie géométrique des tours composés n'a jamais été traitée complétement; les ouvrages sur le tour qui existent, écrits par des praticiens avant les progrès récents de la cinématique, renferment bien moins de théorie que de descriptions et de recettes pratiques.

C'est un savant et excellent chapitre sur ce sujet qu'a fait M. Dreyfus dans le mémoire qu'il a présenté à la Société. Par une heureuse application des derniers progrès de la géométrie, et notamment de la théorie des centres instantanés de rotation, il a pleinement élucidé la théorie du tour à ovale, c'est-à-dire du tour qui sert, dans l'industrie, à obtenir des pièces de forme elliptique. Les curieux résultats auxquels l'analyse le conduit ne sont pas purement spéculatifs; ils sont, en outre, susceptibles de fournir de curieuses applications.

La Société, voulant récompenser le savant travail de M. Dreyfus, lui décerne la médaille d'argent.

5. Ouvrage *de géographie intitulé les Montagnes*, par M. Dupaigne, boulevard Mont-Parnasse, 172 (2).

Désirant inspirer à la jeune génération le goût de la géographie, cette

(1) Le rapport paraîtra bientôt.
(2) *Ibid.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

science si utile et pourtant si peu aimée en France, M. Dupaigne, ancien élève de l'École normale, agrégé des sciences physiques et naturelles, a publié, sous le titre *les Montagnes*, un ouvrage qu'on peut regarder comme un cours presque complet de géographie physique, de géodésie et de géologie. Illustré de gravures, ce livre contient de nombreuses cartes, parmi lesquelles on doit citer une carte orographique de la France et pays voisins, ainsi qu'une carte géologique des mêmes contrées, sur lesquelles des teintes variées indiquent, pour la première, les diverses altitudes du sol, et pour la seconde la nature des terrains qui le composent.

M. Dupaigne ne se borne pas à indiquer les réformes qu'il voudrait voir introduire dans l'étude de la géographie et dans la confection des cartes servant à cette étude; lorsqu'en touriste enthousiaste il parle des excursions à travers les montagnes de la Suisse et des Pyrénées, lorsqu'en artiste et en savant il dépeint les sites grandioses et décrit les phénomènes variés qui s'y rencontrent, enfin lorsqu'il cherche à donner à ses lecteurs des notions de géodésie, de géologie et d'histoire naturelle, son but est toujours d'inspirer, avec le goût des voyages, celui de l'étude de la géographie, et de rendre ces voyages et cette étude plus agréables et plus intéressants.

Si maintenant nous ajoutons que c'est la maison Mame, de Tours, qui a édité l'ouvrage de M. Dupaigne avec cet art et ce luxe qu'elle sait si bien apporter dans ses publications les plus importantes, on comprendra que la Société n'ait pas hésité à accorder à l'auteur sa médaille d'argent.

6. Fabrication *mécanique des fers à cheval*, par MM. Mansoy et comp., à Clichy-la-Garenne (Seine) (1).

Ce n'est que depuis douze ans environ qu'on a commencé à employer les fers fabriqués à la mécanique pour la ferrure des chevaux, et cette fabrication a déjà pris une très-grande importance. MM. Mansoy et comp., qui ont été les premiers à la développer, possèdent quatre outillages complets pouvant, en dix heures de travail, produire chacun 2000 fers; c'est donc 8000 fers par jour qui pourraient être fabriqués.

Aujourd'hui, plusieurs administrations importantes se servent avec succès des fers sortant de l'usine de MM. Mansoy; mais il ne faudrait pas cependant

(1) Voir cahier de janvier 1873, p. 12.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se faire illusion sur les raisons de ce succès, qui n'est dû ni à la qualité, ni au bas prix des produits de ces honorables industriels. Les fers fabriqués à la mécanique sont devenus une nécessité, comme deviennent nécessaires, dans nos diverses industries nationales, la plupart des produits fabriqués par l'intervention des machines, des machines-outils et des mécaniques. Depuis que les progrès de la richesse publique ou du bien-être général ont fait augmenter la consommation de toutes choses et diminuer en même temps le nombre des ouvriers travaillant de leurs mains, on a plus de peine que par le passé à trouver des maréchaux ferrants habiles et consciencieux; on éprouve aussi plus de dommages par les pertes de temps qu'exigent l'envoi et l'attente des chevaux aux établissements de maréchalerie; enfin on a beaucoup plus à craindre les effets des grèves qui, de temps à autre, soulèvent les masses ouvrières.

Les fers fabriqués à la mécanique s'offrent naturellement comme l'un des moyens les plus efficaces de diminuer les inconvénients de cette situation. Grâce à eux, un bon ferreur peut ferrer dans le même temps deux fois plus de chevaux. Le nombre des maréchaux ferrants peut donc être réduit sans inconvénients, et les pertes de temps qu'il fallait consacrer à forger les fers se trouvent singulièrement réduits.

Il faut donc savoir gré aux habiles industriels qui, les premiers, sont parvenus à appliquer les machines à la fabrication des pièces de forme aussi irrégulière que le fer à cheval, et particulièrement à MM. Mansoy et comp., qui ont su apporter de grands perfectionnements à cette difficile fabrication.

En conséquence, la Société leur accorde sa médaille d'argent.

7. Fabrication *des abat-jour*, par M. Maurel, 17, rue de la Chapelle, à Paris (1).

La fabrication des abat-jour de M. Maurel exige la mise en œuvre de trois substances différentes, un métal, du mica et la carte ou papeterie décorative. Elle repose sur une série d'outils simples, portatifs et très-intelligemment conçus qui lui permettent d'obtenir deux résultats bien précieux :

---

(1) Le rapport paraîtra très-prochainement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le premier, d'occuper une foule de bras sans profession;

Le second, de donner du travail à domicile et de faciliter ainsi la vie de famille au sein de la fournaise parisienne, et cela sans nuire à ses propres intérêts, que M. Maurel a su sauvegarder par une judicieuse application du principe de la division du travail.

On jugera du développement qu'a pris l'industrie de M. Maurel, quand on saura que le nombre d'ouvriers employés dépasse 200, et que le chiffre d'affaires annuel, qui, en 1865, n'était que de 30000 fr., est, aujourd'hui, plus que décuplé, malgré les efforts de la contre-façon étrangère.

En présence de ces résultats la Société décerne à M. Maurel sa médaille d'argent.

8. NOUVEAU *système de moufles pour cuire les peintures sur porcelaine, faïence, etc.*, par M. Pollard, à Auteuil, route de Versailles, 134 (1).

M. Pollard, fabricant de moufles à l'usage des décorateurs de produits céramiques, a soumis à l'examen de la Société un nouveau système de construction qui assure la réussite des cuissons, en même temps qu'il prolonge de beaucoup la durée des appareils. Le jeu de flamme qui entoure le moufle est obtenu par la superposition de briques creuses, dont les vides intérieurs se correspondent pour former des carneaux verticaux dans lesquels la flamme circule.

Votre Société décerne à M. Pollard une médaille d'argent.

9. APPAREIL *hydraulique appliqué aux fermetures des boutiques*, par MM. Ch. et Eug. Saint-Père, 1, rue Jacob, à Paris (2).

MM. Saint-Père ont fait une application heureuse de la pression hydraulique aux manœuvres d'ouverture et de fermeture des volets en tôle des boutiques. Ils effectuent ainsi, d'une manière automatique, une opération longue et gênante, soit en employant directement la pression de l'eau dans les conduites de la ville, soit, en cas de chômage, celle d'un réservoir supplé-

(1) Le rapport paraîtra ultérieurement.
(2) Voy. cahier de février 1873, p. 71.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mentaire établi dans les combles. Le travail ainsi disponible est certainement applicable à beaucoup d'autres actions mécaniques, et le Conseil, en décernant à MM. Saint-Père une de ses récompenses, espère que ces architectes seront suivis dans la même voie pour d'autres opérations dans lesquelles il s'agit de réaliser certaines actions mécaniques de faible durée.

MM. Saint-Père reçoivent une médaille d'argent.

10. TRAITÉ *d'arrosage pratique*, par M. H. Tranié, conducteur faisant fonctions d'ingénieur des ponts et chaussées, à Toulouse (Haute-Garonne) (1).

Le comité d'agriculture a été chargé de l'examen d'un mémoire intitulé : *De l'arrosage pratique; canal d'irrigation de Lestelle* (*Haute-Garonne*) par M. Tranié, conducteur faisant fonctions d'ingénieur des ponts et chaussées.

Le canal d'irrigation de Lestelle n'est pas une de ces vastes entreprises qui s'imposent à l'admiration par la grandeur des difficultés vaincues et des résultats obtenus. C'est, au contraire, un ouvrage d'importance moyenne, construit par une association de petits propriétaires travaillant la terre de leurs propres mains. C'est un canal comme on devrait en compter des milliers dans notre pays, comme on en construirait, chaque année, un grand nombre si l'initiative individuelle et l'esprit d'association avaient été mieux cultivés jusqu'à présent dans nos campagnes françaises.

Ce modeste arrosage de Lestelle mérite la plus bienveillante attention de la Société d'encouragement. L'avenir des irrigations en France repose bien plus, en effet, sur la multiplicité de petites entreprises locales, que sur la création d'immenses opérations, nécessairement isolées et peu nombreuses.

Le canal de Lestelle a 3764 mètres de longueur et arrose une surface de 100 hectares. Les travaux de toute sorte et la mise en culture ont coûté 985 francs par hectare, et ont produit une plus-value nette de 4 723 francs pour la même surface.

Le mémoire de M. Tranié servira de guide pour la réalisation d'entreprises semblables et contribuera certainement au développement des travaux d'irrigation dans notre pays. En conséquence, la Société accorde une médaille d'argent à M. Tranié.

---

(1) Voir *Bulletin* de 1871, 2e série, t. XIX, p. 481.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Médailles de bronze.

1. INSTRUMENT *dit* FÉCULOMÈTRE *pour constater le degré d'hydratation de la fécule de pomme de terre,* par M. N. Bloch, à Tomblaine, près Nancy (Meurthe-et-Moselle) (1).

La fécule de pomme de terre, employée en quantité toujours croissante pour la fabrication de la dextrine et de la glucose, présente des états d'hydratation variables, difficiles à déterminer à la simple vue ou au toucher; cependant il est important, pour le commerçant comme pour l'industriel, de pouvoir apprécier d'une manière simple et courante la quantité réelle de fécule existant dans un échantillon donné.

C'est pour répondre à ce besoin que M. N. Bloch, fabricant de fécule et de glucose, à Tomblaine, près Nancy, a imaginé un instrument spécial dit *féculomètre*, lequel est destiné à fournir des indications sinon exactes, du moins suffisamment approchées.

Cet instrument, qui est fort simple (il se compose d'un tube de verre formé de deux parties de diamètres différents), est employé avec succès dans les grands centres de production de la fécule; à Épinal, l'Administration des magasins généraux s'en sert depuis plus de dix ans; le gérant de l'Association féculière de la même ville en fait également un grand éloge.

Appréciant l'utilité du féculomètre, la Société décerne à M. Bloch une médaille de bronze.

2. COMPTEUR *de rations d'avoine*, par M. A. Boulay, au Lude (Sarthe) (2).

Dans le but d'empêcher les cochers de donner, aux chevaux de maîtres qu'ils sont chargés de conduire, plus d'avoine que n'en comporte la ration ordinaire, ce qu'ils sont toujours tentés de faire pour donner à l'animal plus de vivacité et augmenter l'aspect luisant de sa robe, M. Boulay a imaginé un appareil qui est un véritable compteur de rations; cet appareil a, en outre, l'avantage de pouvoir servir au mesurage de tous autres grains de même volume à peu près que l'avoine.

La Société décerne à son auteur une médaille de bronze.

---

(1) Le rapport paraîtra incessamment.
(2) *Ib.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3. APPAREIL *servant à constater le degré d'inflammabilité du pétrole destiné à l'éclairage*, par M. Granier, rue Saint-Lazare, 46, à Paris (1).

On sait que le danger que présentent les huiles de pétrole destinées à l'éclairage provient surtout de ce qu'elles contiennent des matières volatiles à la température à laquelle on les manie. C'est pour diminuer, autant que possible, les causes d'incendie, que la loi a fixé la température de 35 degrés comme la plus basse à laquelle ces huiles ne doivent pas dégager de vapeurs susceptibles de prendre feu à l'approche d'une flamme quelconque. Il est donc important de pouvoir s'assurer, d'une manière rapide et exacte, que l'huile que l'on achète ou que l'on emploie satisfait à cette condition légale. C'est dans ce but que M. Granier a imaginé un petit appareil d'un transport et d'un fonctionnement faciles.

Cet appareil, qui est renfermé dans une boîte de fer-blanc, est d'un prix peu élevé. Il peut rendre de grands services, en mettant entre les mains de tout le monde un moyen facile de contrôle, propre à prévenir les accidents causés par l'inflammabilité trop grande des huiles mal rectifiées.

La Société décerne à M. Granier une médaille de bronze.

4. SELS *excitateurs pour les piles à bichromate de potasse*, par MM. Voisin et Dronnier, rue Saint-Fargeau, 41, à Paris (2).

L'application répandue des piles à bichromate de potasse a conduit à rechercher, parmi les perfectionnements dont elles ont été l'objet, celui qui consisterait à éviter l'inconvénient résultant de l'emploi d'un liquide préparé dans des proportions déterminées et d'un transport toujours difficile.

Un constructeur de pile, M. Chutaux, déjà récompensé par la Société, avait, dans ce but, essayé d'obtenir un sel solide de bichromate acidulé dans des conditions telles, que, pour préparer la solution excitatrice, on n'eût d'autre soin à prendre que de jeter dans l'eau une quantité assez grande de ce sel pour être en excès dans la solution. Il y était arrivé jusqu'à un certain point; mais son produit, n'ayant pas été constitué dans les conditions voulues

(1) Le rapport paraîtra ultérieurement.
(2) Voir cahier de mars 1873, p. 114.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour fournir une véritable composition chimique, n'avait produit que des résultats inférieurs à ceux que l'on obtient avec les solutions acides.

C'est cette même question qu'ont reprise MM. Voisin et Dronnier. En la traitant au point de vue des équivalents chimiques et en combinant les produits entrant dans la composition de leur sel excitateur (sulfate de soude, acide sulfurique et bichromate de potasse), de manière à utiliser complétement l'oxygène de l'acide chromique, ils sont arrivés à des résultats beaucoup plus satisfaisants.

Il résulte d'expériences nombreuses que les piles à sable de M. Chutaux, au bout d'un mois de service, développent une force électro-motrice plus grande avec la solution saline de MM. Voisin et Dronnier qu'avec la solution à bichromate acidulé, qui est pourtant plus riche en bichromate et en acide sulfurique. En même temps la constance en est plus grande, surtout quand la pile n'est pas très-bien entretenue de liquide, et on trouve dans ce liquide une plus grande homogénéité de composition.

En raison des avantages obtenus par MM. Voisin et Dronnier, la Société leur accorde une médaille de bronze.

II. LISTE DES CONTRE-MAÎTRES ET OUVRIERS JUGÉS DIGNES DE RECEVOIR DES MÉDAILLES D'ENCOURAGEMENT.

Nos D'ORDRE.	NOMS.	ANNÉES de service.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
1	ABADIE (Bernard).	23	Chef de culture du domaine de Bellèze appartenant à M. *Théron de Montaugé*, à Périole près Toulouse (Haute-Garonne).
2	ANNAT (Étienne).	21	Contre-maître dans la fabrique de bougies de l'Etoile, chez M. *de Milly*, à Saint-Denis (Seine).
3	AUBÉ (Pierre-François).	40	Contre-maître chez MM. *Huber frères* et *comp.*, fabricants d'ornements en carton-pierre, rue Montyon, 3.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos D'ORDRE.	NOMS.	ANNÉES de service.	ÉTABLISSEMENTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
4	Bruchon (Cyprien).	20	Contre-maître chez M. *Joseph Doney*, entrepreneur de menuiserie, à Ougney-Douvot par Baume-les-Dames (Doubs).
5	Cabassol (Léon).	25	Contre-maître chez M. *Coq fils*, constructeur de machines, à Aix (Bouches-du-Rhône).
6	Couzon (Ursin).	45	Ouvrier chez MM. *Marandon père* et *fils*, tanneurs, à Argenton (Indre).
7	Délécu (Gustave).	16	Contre-maître chez M. *de Laterrière*, fabricant de sommiers Tucker, rue Doudeauville, 37.
8	Demarcy (Maxime).	12	Contre-maître chez M. *Sellier Delaforge*, fabricant de tissus, à Esquennoy (Oise).
9	Dubosc (Aristide).	12	Employé chez MM. *Charnelet père* et *fils*, apprêteurs d'étoffes, rue Oberkampf, 98.
10	Dujardin (Auguste).	52	Contre-maître à *la sucrerie d'Hamage* près Marchiennes (Nord).
11	Durand (Jean) dit Marin.	20	Premier vigneron dans la ferme de *Lespinasse* appartenant à M. *Moll*, professeur d'agriculture au Conservatoire des arts et métiers.
12	Forret (Pierre-Victor).	32	Mécanicien-ajusteur chez M. *Ritaud-Plataret*, filateur, rue Saint-Maur-Popincourt, 74, à Paris.
13	Groulard (Jean-Baptiste).	18	Contre-maître chez M. *Cochot*, constructeur-mécanicien, rue Moreau, 12 et 14, à Paris.
14	Hebrard (Jacques).	19	Contre-maître chez M. *Th. Mahoudeau*, rectificateur d'alcools, quai des Augustins, 34, à Orléans.
15	Larcher (Zéphirin).	16	Contre-maître chez M. *Dumas-Fremy*, fabricant de papiers à polir, rue Beautreillis, 23, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nos D'ORDRE.	NOMS.	ANNÉES de service.	ÉTABLISSEMENNTS AUXQUELS ILS APPARTIENNENT.
	MM.		
16	LENOIR (Victor-Auguste).	40	Ouvrier chez M. *Secrétan*, ingénieur-opticien, place du Pont-Neuf, à Paris.
17	MATHIEU (Eugène).	28	Contre-maître chez MM. *Morel*, *Bercioux* et *Masure*, fabricants de papiers, Arches-Archettes (Vosges).
18	Mlle MAUGUE (Zoé).	9	Chef de fabrication chez M. *Maurel*, fabricant d'abat-jour.
19	MOITTIÉ (Isidore).	36	Ouvrier chez MM. *Tailbouis* et *Renevey*, fabricants de bonneterie, à Saint-Just-en-Chaussée (Oise).
20	MONTAIGNE (Léonor).	21	Contre-maître à la *Comp. chaufournière de l'Ouest*, M. *L. Renard*, directeur, rue de Suresnes, 5.
21	PILTÉ (Anatole).	24	Contre-maître chez MM. *Rime* et *Renard*, fabricants de couvertures, à Orléans.
22	PONSART (Toussaint-J.-B.).	45	Contre-maître chez MM. *du Boys* et *Noblet*, filateurs de laine à Signy-l'Abbaye (Ardennes).
23	RAFFY (Guillaume).	28	Chauffeur à la Comp. des chemins de fer d'Orléans.
24	Mme RIQUIER (Antoinette).	32	Ouvrière chez M. *Simon fils aîné*, fabricant de draps et couvertures, à Elbeuf.
25	SOLLIERS (Henri).	24	Contre-maître chez M. *Toussaint Maurel*, fondeur en bronze, à Marseille.
26	ZOLLER (Guillaume).	41	Contre-maître dans la fabrique de produits chimiques de Loos (Nord), *Société des manufactures de produits chimiques du Nord.*

Les secrétaires de la Société,

CH. LABOULAYE. E. PELIGOT,
Membre de l'Institut.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉDAILLES

DÉCERNÉES AUX CONTRE-MAÎTRES ET OUVRIERS DES ÉTABLISSEMENTS AGRICOLES ET MANUFACTURIERS.

(Voir le tableau II.)

Les notes suivantes sont extraites des dossiers concernant les lauréats.

1. M. *Abadie* (Bernard).

M. Abadie, ancien militaire décoré à la suite de la prise d'Alger où il a été dangereusement blessé, s'est constamment occupé de travaux agricoles depuis qu'il a quitté le service militaire. Son habileté dans la direction des cultures l'a fait rechercher par divers propriétaires du département de la Haute-Garonne, son pays natal. Après avoir géré pendant dix-sept ans un domaine considérable, il a passé au service de M. Théron de Montaugé, membre de la Société d'encouragement, qui lui a confié, depuis six ans, la gestion d'un domaine de 110 hectares aux environs de Toulouse, et qui donne sur lui les meilleurs renseignements au point de vue de la capacité et de l'honorabilité.

La Société récompense donc en M. Abadie vingt-trois années de services agricoles.

2. M. *Annat* (Étienne).

Entré, il y a vingt et un ans, dans l'usine de M. de Milly, membre de la Société, M. Annat y remplit aujourd'hui les fonctions de contre-maître savonnier, poste de confiance où il a à surveiller une fabrication annuelle de près de 2 millions de kilogrammes.

La conduite de M. Annat n'a pas cessé un seul jour d'être irréprochable, et c'est grâce à son intelligence et à son sang-froid qu'il a su maintenir dans le devoir, pendant les lugubres journées de la Commune, le nombreux personnel d'ouvriers placé sous ses ordres.

3. M. *Aubé* (Pierre-François).

Depuis quarante ans, M. Aubé est employé chez MM. Hubert frères et comp., fabricants d'ornements en carton-pierre, à Paris. Entré à l'âge de seize ans dans cette maison, il n'en est sorti que pendant deux ans pour satisfaire à la loi militaire. Les qualités qui distinguent cet honnête et modeste ouvrier sont tellement dignes d'éloges, que nous ne saurions mieux faire que de donner ici un extrait de la lettre que MM. Hubert ont adressée à la Société.

« De mœurs douces et paisibles, Aubé s'est marié de bonne heure, en 1845, et a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

eu cinq enfants. A cette époque, son salaire quotidien était loin de s'élever comme aujourd'hui à 5f,50 (gratifications comprises), en sorte que, pendant toute la période d'accroissement de sa famille, c'est-à-dire pendant au moins 15 ans, il a fallu que le seul produit de son travail et de celui de sa femme suffît à tous les besoins. Qu'on juge des difficultés à vaincre pour un pareil ménage ! Et cependant, soutenus par une affection mutuelle, par un accord parfait, par le sentiment absolu du devoir, Aubé et sa digne compagne, à force de travail, d'ordre, d'économie et surtout, il faut bien le dire, de privations, sont non-seulement parvenus à élever leur petite famille, mais encore à faire quelques faibles économies qui leur ont permis, plus tard, de marier très-convenablement trois de leurs enfants. Quant aux deux autres, l'un travaille chez un avoué, et le dernier, le seul que son jeune âge met encore à la charge de ses parents, suit régulièrement l'école comme l'ont suivie ses aînés.

« Dans le cours de sa laborieuse carrière, Aubé a souvent rencontré, ce qui est fréquent dans les mille variétés de l'industrie parisienne, des branches offrant momentanément des salaires beaucoup plus élevés que le sien ; mais son attachement à ses patrons, en même temps que son bon sens l'ont toujours préservé d'une séduction qui ne pouvait lui offrir que des résultats éphémères, en lui faisant préférer une position plus modeste, mais stable et régulière, dans la maison où il avait déjà reçu des témoignages nombreux de bienveillance.

« A quelle influence, à quelles circonstances Aubé et sa femme doivent-ils la raison, le dévouement, en un mot l'amour du bien dont ils ont fait preuve toute leur vie? Comment ont-ils pu traverser toutes les calamités démagogiques, d'ordinaire si contagieuses, au milieu desquelles ils ont vécu, sans qu'aucun d'eux y ait perdu un seul de ses bons sentiments? La raison en est dans l'influence bienfaisante qu'a exercée, sur les premières années d'Aubé, le vénérable curé de village qui lui a appris à lire et à écrire. Aubé est né dans un département où la religion est honorée, où l'autorité paternelle et l'obéissance hiérarchique sont respectées. Il a rapporté de son pays ces principes salutaires sans lesquels il n'y a pas de société possible, et c'est, soutenu par eux, c'est en les transmettant à ses enfants qu'il a traversé les phases les plus rudes de sa vie sans cesser d'être un instant un honnête homme et un bon ouvrier..... »

4. M. *Bruchon* (Cyprien).

C'est sous le patronage de M. Marquiset, membre de la Société, à Besançon, et de plusieurs maires de différentes communes, que M. Bruchon a été présenté à la commission des récompenses.

M. Bruchon, aujourd'hui contre-maître de l'usine de M. Doney, entrepreneur de menuiserie, à Dugney-Douvot, par Baume-les-Dames (Doubs), est entré, il y a vingt ans, dans cet établissement. Son patron aime à reconnaître que c'est à son concours intelligent qu'est due, en partie, la prospérité de son établissement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bruchon, appartenant à une très-pauvre famille, a commencé par être pâtre, puis garçon de ferme. Quand il eut amassé pour ainsi dire sou à sou une petite somme, il se mit en apprentissage chez un menuisier de Morteau. C'est là que sa vocation s'est décidée et que, animé d'un courage opiniâtre, il a acquis les premiers rudiments de son art. Appelé en 1848 sous les drapeaux, il put quitter le service en 1850, et reprendre alors le travail avec une ardeur nouvelle. Trois ans après, il est entré chez M. Doney, où il s'est perfectionné et a acquis une dose de connaissances fort appréciées des architectes avec lesquels les travaux de son patron le mettent souvent en contact.

5. M. *Cabassol* (Léon).

M. Cabassol, entré en 1847 dans les ateliers de M. Coq fils, constructeur de machines, à Aix (Bouches-du-Rhône), a commencé à y travailler comme ouvrier forgeron. Employé, peu de temps après, aux travaux plus délicats de l'ajustage et du tournage, il a su acquérir une habileté telle, que son patron finit par lui confier le montage complet des machines et même des usines.

Après avoir été envoyé pendant plusieurs années, tant en France qu'à l'étranger, pour monter des minoteries, des huileries, des chapelleries, etc., travaux qu'il a exécutés avec zèle et intelligence, M. Cabassol est revenu à l'usine de M. Coq, pour y prendre le poste de contre-maître chef d'atelier, qu'il occupe depuis six ans. C'est lui qui a monté les machines pour la fabrication des chapeaux, que son patron avait exposées en 1867 au Champ de Mars, et dont le fonctionnement attirait, chaque jour, une foule de visiteurs.

La Société d'encouragement récompense donc en M. Cabassol vingt-cinq années de services non interrompus chez le même patron.

6. M. *Couzon* (Ursin).

M. le maire d'Argenton (Indre) a présenté à la Société deux candidats, les frères Couzon, tous deux employés dans la manufacture de cuirs de MM. Marandon et se recommandant également par leur zèle, leur probité et leur bonne conduite. La commission, tout en réservant les droits de l'un des frères, accorde, cette fois, la médaille au plus âgé.

Couzon (Ursin), qui a 54 ans, est entré à 9 ans comme apprenti chez MM. Marandon, qu'il n'a pas quittés depuis lors ; il y a donc quarante-cinq ans qu'il travaille chez les mêmes patrons, où il remplit depuis quinze ans les fonctions de contre-maître.

7. M. *Délécu* (Gustave).

Seize ans de service chez le même patron, intelligence et zèle remarquables, tels sont les titres qui ont valu à M. Délécu la médaille.

M. Délécu est contre-maître de l'importante scierie mécanique appartenant à M. de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Laterrière, membre de la Société, et dans laquelle on prépare les bois qui servent à la confection des sommiers Tucker.

8. M. *Demarcy* (Maxime).

M. Sellier-Delaforge, fabricant de tissus, à Esquennoy (Oise), a présenté à la Société M. Demarcy, son contre-maître, qui est dans ses ateliers depuis douze ans. En faisant l'éloge de sa bonne conduite et de ses capacités, il s'empresse de reconnaître qu'il a contribué, dans une large mesure, au développement de son commerce par la perfection qu'il a su donner aux produits de la fabrique.

9. M. *Dubosc* (Aristide).

Employé dans une maison de commerce, à Toulouse, dès sa sortie du collége de Mirande, M. Dubosc a quitté cette maison à l'âge de 18 ans, pour venir à Paris, où il est entré chez M. Charnelet, apprêteur de tissus, membre de la Société. Sa bonne conduite et ses capacités l'ont fait attacher au bureau des écritures où il est depuis douze ans.

10. M. *Dujardin* (Augustin).

C'est sous les auspices de M. C. Lavollée, membre du Conseil, que les titres de M. Dujardin ont été adressés à la Société.

M. Dujardin, âgé de 67 ans, est un vétéran de l'industrie sucrière du Nord, où il a déjà fait cinquante-deux campagnes dans la fabrication. Depuis 1850, il est attaché en qualité de contre-maître aux établissements de Wandignies-Hamage, près Marchiennes, dirigés par M. Mottez.

Suffisamment lettré pour lire avec fruit les ouvrages spéciaux, M. Dujardin a élevé son intelligence à un niveau très-supérieur à celui de la plupart de ses collègues. Sa probité, son infatigable activité et ses connaissances techniques en ont fait l'un des hommes les plus connus et les plus estimés de l'industrie sucrière du pays.

11. M. *Durand* (Jean dit Marin).

M. Durand compte vingt années de bons et loyaux services dans la ferme de Lespinasse, appartenant à M. Moll, membre du Conseil de la Société. Outre la culture de la vigne dont il s'est toujours occupé avec une grande intelligence, il a puissamment contribué à l'amélioration de plusieurs pièces de terre qui, malgré la richesse de leur sol, ne donnaient qu'un maigre produit par suite d'un excès d'humidité.

Honnête, doux et laborieux, M. Durand jouit de l'estime générale.

12. M. *Forret* (Pierre-Victor).

M. Forret est l'un des deux candidats, présentés par MM. Ritaud-Plataret et comp.,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

filateurs, à Paris. Il est entré dans la fabrique en 1841 en qualité de mécanicien-ajusteur, et ne l'a pas quittée depuis cette époque. Il compte donc trente-deux ans de services non interrompus, pendant lesquels il n'a pas cessé de faire preuve du zèle le plus louable.

La candidature de M. Forret a été vivement appuyée par M. Alcan, membre du Conseil de la Société.

13. M. *Groulard* (Charles).

Élève sorti le premier de l'École normale primaire d'Angers, M. Groulard a fait son apprentissage en mécanique, dans la même ville, auprès de son père, contre-maître de la filature de MM. Oriolle. Entré, en 1855, chez M. A. Cochot, ingénieur-mécanicien, membre de la Société, à Paris, il n'a cessé, depuis cette époque, de seconder son patron de la manière la plus intelligente dans la construction de nombreuses et importantes machines.

Ses connaissances en calcul, tenue des livres, tracé des machines et chaudières, jointes à des notions de physique et de chimie, font de M. Groulard un contre-maître hors ligne.

14. M. *Hebrard* (Jacques).

Il y a dix-neuf ans que M. Hebrard travaille dans la distillerie de M. Mahoudeau, à Orléans, où il remplit les fonctions de contre-maître.

Sergent dans le corps des pompiers de la ville, M. Hebrard a été signalé avec éloge pour le dévouement dont il a fait preuve pendant les inondations de 1866.

15. M. *Larcher* (Zéphirin).

M. Larcher, contre-maître chez M. Dumas-Fremy, fabricant de papiers et toiles à polir, à Ivry-sur-Seine, membre de la Société, compte seize années de services dans cet établissement.

M. Dumas-Fremy donne les renseignements les plus satisfaisants sur la conduite et le zèle de M. Larcher, qui a montré le plus grand dévouement aux intérêts de son patron pendant les événements du siége et de la Commune.

16. M. *Lenoir* (Victor-Auguste).

Depuis quarante ans, M. Lenoir travaille dans la maison bien connue de MM. Lerebours et Secrétan, fabricants d'instruments de précision, à Paris, dont M. Secrétan, membre de la Société, est aujourd'hui seul propriétaire.

Outre l'instruction élémentaire, M. Lenoir sait un peu de physique et de chimie ; il connaît à fond toutes les recettes et tours de main usités dans les ateliers et labora-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toires ; c'est, en un mot, un travailleur zélé, qui doit tout ce qu'il sait à son heureuse mémoire et à son goût prononcé pour l'étude.

La candidature de M. Lenoir a été appuyée par M. Lissajous, membre du Conseil.

17. M. *Mathieu* (Eugène).

Né dans l'un des établissements de MM. Morel, Bercioux et Masure, fabricants de papiers à Arches (Vosges), M. Mathieu y a commencé son apprentissage à quinze ans et a passé successivement par tous les grades pour arriver au poste de contre-maître qu'il occupe depuis quatorze ans.

Il compte vingt-huit ans de service et jouit non-seulement de l'estime de ses patrons, mais encore de celle des 350 ouvriers qu'il a sous sa direction.

18. M^elle^ *Maugue* (Zoé).

Instruction et éducation solides, excellente conduite, grande intelligence et zèle soutenu, tels sont les titres qu'a fait valoir, auprès du Conseil, M. Maurel, fabricant d'abat-jour à Paris, membre de la Société, en faveur de M^elle^ Maugue, entrée, il y a neuf ans, dans sa fabrique dont elle est aujourd'hui contre-maîtresse.

M. Maurel aime à reconnaître que M^elle^ Maugue a contribué, pour une part notable, dans le perfectionnement de ses produits, et il signale l'empressement avec lequel sa contre-maîtresse consacre ses heures de repos à l'instruction des ouvriers et apprentis placés sous ses ordres.

19. M. *Moittié* (Eloi, dit Isidore).

M. Tailbouis, fabricant de bonneterie à Paris et à Saint-Just-en-Chaussée (Oise), membre de la Société, a présenté deux candidats, ouvriers de sa fabrique.

M. Moittié, l'un de ces candidats, travaille dans l'établissement depuis trente-six ans. Son patron ainsi que le maire de la commune signalent son zèle, sa bonne conduite et le soin qu'il a pris, dans sa modeste position, de faire instruire ses enfants.

20. M. *Montaigne* (Léonor).

M. Montaigne est employé, depuis plus de vingt ans, aux usines de la Rocque-Genest (Manche), appartenant à la compagnie chaufournière de l'Ouest. MM. Renard, directeur-gérant de cette compagnie, et L. Frontault, ingénieur-conseil, membres de la Société, font l'éloge de M. Montaigne et le recommandent tout spécialement pour son zèle, son dévouement et son instruction, qui est de beaucoup supérieure à celle d'un contre-maître ordinaire. C'est aux précieuses qualités de ce collaborateur intelligent que la compagnie chaufournière doit, en grande partie, la réussite des nombreuses améliorations qu'elle a introduites dans ses fours et dans l'exploitation de ses carrières, où la nitroglycérine est aujourd'hui employée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aux éloges de MM. Renard et Frontault se joignent les recommandations les plus pressantes, telles que celles de MM. le préfet et le président du tribunal civil de Saint-Lô, qui, en appuyant la candidature de M. Montaigne, dépeignent le courage avec lequel, au milieu du chagrin que lui cause la perte d'une excellente compagne, il élève ses trois jeunes filles avec les seules et modestes ressources que lui procure sa position de contre-maître.

21. M. *Pilté* (Anatole).

Il y a vingt-quatre ans que M. Pilté est employé, à Orléans, dans la fabrique de couvertures de MM. Rime et Renard, dont il est aujourd'hui le contre-maître. C'est à lui que la maison doit un système de comptabilité de contrôle qui permet non-seulement de surveiller de près la confection des produits, mais encore de remplir, avec plus d'exactitude, les commandes faites par les clients. Aussi MM. Rime et Renard se louent-ils beaucoup du concours de M. Pilté.

La considération dont il jouit auprès de ses camarades d'atelier et des ouvriers des autres usines l'a fait choisir, depuis plus de douze ans, pour représenter leurs intérêts au conseil des prud'hommes; c'est là un hommage rendu à son caractère et à la justesse de son esprit, hommage que consacrent les certificats d'honorabilité adressés à la Société par le président de ce conseil et par le commissaire de police du 1er arrondissement de la ville d'Orléans.

22. M. *Ponsart* (Toussaint J. B.)

« Vous pensez qu'un témoignage de ma part en faveur de votre vie honorable et laborieuse serait de nature à vous être utile; s'il en doit être ainsi, je me fais un vrai plaisir de vous l'accorder avec empressement.

« Durant une longue période de quarante-cinq ans, vous avez, sans aucune interruption, travaillé dans le même établissement. D'abord simple ouvrier fileur, vous avez su, par une conduite irréprochable qui ne s'est jamais démentie et par une application intelligente aux procédés de votre profession, mériter chaque jour davantage la confiance de vos patrons, et parvenir à l'emploi de contre-maître que vous exercez aujourd'hui. Vos efforts persévérants vous ont valu l'estime de tous; ils sont, à la fois, un encouragement et un exemple pour la nombreuse et paisible population ouvrière de Signy-l'Abbaye.

« Je suis donc heureux de m'associer à l'attestation qui vous est donnée, en ce moment, par le digne chef de l'importante filature de laine où vous n'avez cessé d'être employé, et je fais en même temps des vœux aussi bien dans l'intérêt de nos ouvriers, en général, que dans le vôtre en particulier, pour que votre modeste carrière, si honorablement parcourue, soit couronnée par une récompense dont vous êtes digne à tous égards et que la voix publique a déjà ratifiée à l'avance. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Telle est la bienveillante lettre qu'a adressée à M. Ponsart M. le juge de paix de Signy-l'Abbaye (Ardennes), et qu'a transmise à la Société la maison Vve Du Boys et Noblet, manufacturiers de cette ville, à laquelle est attaché ce digne contre-maître. A ce témoignage plus que suffisant sont venues se joindre une recommandation de M. le conseiller général des Ardennes, et une pétition signée des principaux industriels et employés de la localité.

23. M. *Raffy* (Guillaume).

Voici la note que M. Thetard, ingénieur des ateliers d'Ivry de la compagnie du chemin de fer d'Orléans, fournit sur M. Raffy, chauffeur de machine fixe dans ces ateliers; elle est contre-signée de M. Forquenot, ingénieur en chef du matériel et de la traction.

« Raffy n'a pas seulement ses vingt-huit années de service, comme chauffeur, pour plaider en sa faveur, mais encore c'est un ouvrier modèle, très-assidu à son travail. Tous les matins, à cinq heures, il est à l'atelier pour l'allumage de sa chaudière, et il n'a jamais eu le plus petit retard pour la mise en marche.

« Il est très-entendu et très-soigneux pour l'entretien de la machine de 80 chevaux qu'il conduit; c'est, de plus, un très-honnête homme.

« Enfin il ne prend jamais de repos; il travaille fêtes et dimanches, sans songer jamais à demander de permission. »

Le Conseil s'empresse donc de récompenser un pareil sujet, dont les titres lui ont été présentés sous les auspices de M. Rougier, ingénieur du 1er arrondissement, par M. Ermond Rous, membre de la Société.

24. Mme *Riquier* (Antoinette).

On sait que, d'après les statuts de la Société, il est indispensable, pour obtenir une médaille d'ouvrier ou de contre-maître, de satisfaire à certaines conditions, parmi lesquelles celle de posséder une instruction élémentaire suffisante.

Mme Riquier ne sait, malheureusement, ni lire ni écrire. La commission avait donc hésité, d'abord, à l'inscrire au nombre des lauréats. Néanmoins, en raison de sa situation exceptionnelle et à la recommandation pressante de M. Alcan, membre du comité des arts mécaniques, le Conseil a déféré aux vœux de l'honorable industriel, M. S. J. Simon fils, manufacturier, à Elbeuf, qui a présenté Mme Riquier, employée dans sa fabrique depuis trente-deux ans. Voici ce qu'écrit M. Simon :

« ... Orpheline dès l'enfance, Antoinette Riquier a dû se suffire à elle-même par son travail. Entrée dans la fabrique de mon père en 1840, elle n'a cessé, depuis lors, de nous prêter son habile concours, suppléant, par la mémoire et le bon sens, au manque d'instruction que les circonstances ne lui avaient pas permis d'acquérir.

« A d'autres égards, Antoinette Riquier mérite encore l'estime des honnêtes gens,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

car, mariée à un homme sans conduite et mère de dix-sept enfants, elle a eu, seule, la charge de les élever. Aujourd'hui, bien qu'arrivée à sa soixante-dixième année, elle est encore la première au travail et plus active que beaucoup d'ouvrières plus jeunes qu'elle..... »

25. M. *Solliers* (Henry).

M. Toussaint Maurel, fondeur en cuivre, à Marseille, membre de la Société, a présenté son contre-maître, M. Solliers, entré comme apprenti chez lui depuis 1848.

M. Solliers compte donc vingt-quatre ans d'honorables services qu'atteste, du reste, un certificat signé par un grand nombre d'ingénieurs et de constructeurs-mécaniciens de la même ville, qui témoignent de la capacité et de la moralité du candidat.

26. M. *Zoller* (Guillaume).

M. Zoller est un vétéran de l'industrie âgé de près de soixante-dix-huit ans, et qui compte plus de quarante ans de service dans la manufacture de Loos, près Lille, appartenant à la Société anonyme des produits chimiques du Nord, dont M. Kuhlmann est l'administrateur général.

M. le directeur de la fabrique de Loos fait le plus grand éloge de M. Zoller, et rappelle que ce digne ouvrier a fait, comme engagé volontaire, les campagnes de France de 1814 et 1815.

ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ.

RAPPORT FAIT PAR M. LEGRAND, AU NOM DE LA COMMISSION DES FONDS, SUR LE COMPTE DES RECETTES ET DÉPENSES DE L'EXERCICE 1871.

Messieurs, votre commission des fonds, ainsi qu'elle le fait chaque année dans cette séance, vient soumettre à votre approbation le rapport détaillé des opérations financières de la Société arrêtées dans l'exercice précédent, et, comme les comptes vous ont été soumis l'année dernière jusqu'en 1870 inclusivement, celui qu'elle vous présente aujourd'hui se rapporte à l'année 1871.

Comme il a été spécifié précédemment, il se divise en trois parties.

La première comprend les *fonds généraux*, c'est-à-dire les *recettes* provenant des souscriptions de toute nature et des rentes sur l'État que la Société possède, ainsi que les dépenses faites pour le fonctionnement de la Société.

La deuxième partie est relative au *fonds d'accroissement* provenant d'un legs dont la capitalisation doit être effectuée jusqu'en 1882.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La troisième partie relate l'état des *fondations* et dons spéciaux, faits entre les mains de la Société, et au sujet desquels elle ne doit être considérée que comme mandataire chargée de réaliser les vœux des fondateurs.

Voici le résumé de chacune de ces parties.

1re PARTIE.

FONDS GÉNÉRAUX.

Recettes.

		fr. c.
Solde en recette présenté par le compte de 1870.		41 233,21
Souscription du Ministère du commerce 1870.	4 000,00	
Souscription de la Ville de Paris.	6 000,00	
Souscriptions particulières antérieures à 1871.	3 276,00	
Souscriptions particulières pour 1871.	21 646,50	
Vente d'exemplaires du *Bulletin*.	320,50	
Intérêts des sommes déposées à la caisse des consignations et à celle du crédit foncier.	1 403,24	70 862,61
Location de la salle des séances.	1 280,00	
Arrérages des rentes sur l'Etat.	31 668,72	
Arrérages des souscriptions perpétuelles et à vie.	974,00	
Versement de la commission de l'Exposition universelle de 1867. . .	293,65	
		112 095,82

Dépenses.

Rédaction, impression et expédition du *Bulletin*.	22 964,54	
Impressions diverses.	1 899,20	
Bibliothèque, achat de livres, reliures.	633,05	
Agence et secrétariat, concierge, économat.	13 517,56	
Jetons de présence des membres du Conseil.	325,50	
Hôtel de la Société, entretien, contributions, chauffage et éclairage. .	15 054,85	
Pensions.	»	59 350,74
Récompenses et encouragements.	»	
Expériences par les comités, frais de voyages.	442,50	
Écoles, subventions.	350,00	
Solde du compte de l'ambulance (1).	1 328,74	
Addition au legs Bapst, première partie.	1 334,80	
Annuité pour la fondation du grand prix de la Société.	1 500,00	
En caisse, excédant des recettes sur les dépenses.		52 745,08
Total pareil aux recettes.		112 095,82

(1) Voici l'extrait du procès-verbal du comité secret tenu le 14 juillet 1871, sous la présidence de M. Dumas relativement à la gestion de cette ambulance :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Matières.

Jetons de présence.

Il a été expliqué, dans le compte de 1870, que, dans cette année, il n'a été alloué aucun jeton aux membres du Conseil, le montant de cette allocation ayant été consacré à l'ambulance que la Société a entretenue dans son hôtel.

Le nombre des jetons de présence métalliques qui existent en caisse est donc, comme en 1869, de. 47

Médailles.

Il n'y a eu, en 1871, aucune séance générale, et, par conséquent, aucune distribution de médailles.

Il reste donc en caisse, comme au 31 décembre 1870,

Médailles de platine.	1
Médailles de bronze.	14

2e PARTIE.

FONDS D'ACCROISSEMENT.

Les fonds d'accroissement sont formés : 1° du quart d'une inscription de

---

..... Après avoir exposé les résultats obtenus par le service de l'ambulance et fait adopter le règlement des comptes, M. le Président s'exprime en ces termes :

« Pendant la durée de l'investissement de Paris par les Prussiens, et jusqu'au 20 mars 1871, notre ambulance a eu pour directeur M. Ginestou. J'avais demandé pour lui ce titre que M. Castagnol absent ne pouvait pas prendre, et dont je n'aurais pu accepter tous les devoirs.

« M. Ginestou s'est établi au siége de la Société; il en a surveillé les intérêts avec un zèle infatigable, tout en remplissant avec un scrupule sans égal tous les devoirs du patriotisme et de la charité la mieux comprise. Témoin chaque jour de sa belle et honorable conduite, je puis dire avec vérité qu'il a su concilier tous les intérêts. L'autorité municipale ne nous a point troublés. Les dignes sœurs de charité qui nous prêtaient un concours dévoué ont été respectées dans leur sainte mission; nos malades et nos blessés n'ont manqué de rien dans les plus mauvais moments; la nourriture ne leur a jamais fait défaut, grâce à leur pourvoyeur intelligent. Les maladies contagieuses n'ont pas fait reculer notre directeur; les malades que nous avons perdus ont trouvé en lui un parent pour les conduire au champ de repos et pour honorer leur dépouille mortelle.

« Il m'a paru, et j'espère que le Conseil partagera mon sentiment, que des services de cet ordre ne peuvent se payer, et que le seul moyen qu'on ait de les reconnaître et de les récompenser consiste à en inscrire le souvenir au procès-verbal de la séance et à donner lecture de celui-ci à la première séance générale de la Société..... »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rente 3 pour 100, de 11 405 francs, provenant du legs de Mme la comtesse Jollivet; 2° du quart d'une autre inscription de rentes, 4 1/2 pour 100, de 180 francs ayant la même origine; et 3° des revenus provenant des placements faits à chaque payement de ces rentes, par capitalisation continuellement croissante.

Cette opération, continuée régulièrement depuis l'entrée en jouissance du legs, a donné, en 1871, un revenu dont il a été fait emploi en achat de rentes, et qui a porté le titre de rente, représentant ce fonds, à. 23 274f,00
avec un excédant de recettes en caisse de. 100f,15

L'accroissement de ce fonds doit se poursuivre encore pendant onze années jusqu'à l'année 1882.

3e PARTIE.

FONDATIONS ET DONS SPÉCIAUX.

Cette troisième partie comprend diverses donations faites par des tiers à la Société, et qui sont pourvues d'affectations spéciales.

1° Fondation de M. le marquis d'Argenteuil.

Cette fondation est formée par une rente de 1 647 francs, qui doit servir à donner, tous les six ans, un prix de 12 000 francs à l'auteur de la découverte la plus utile aux progrès de l'industrie française.

Les arrérages de cette rente sont placés, au fur et à mesure de leur payement, à la caisse des consignations, et leur accumulation avec les intérêts du dépôt constitue la somme de 12 000 francs, valeur du prix à décerner à la fin de chaque période de six ans.

La somme mise en dépôt, à la fin de 1871, se trouve être de 6 643f,10.

Le prix sera décerné en 1876.

2° Legs de M. Bapst.

Ce legs est représenté par une rente de 3 593 francs. Il se partage en deux portions :

La première partie du legs de M. Bapst, jusqu'à concurrence d'une somme de 1 565f,20, doit être employée à distribuer des secours à des inventeurs malheureux. Les secours distribués chaque année ont dépassé, depuis plusieurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

années, la somme disponible, et le Conseil a décidé qu'il y serait pourvu par un prélèvement sur les fonds généraux.

Les fonds disponibles, en 1871, ont été de.	1 565,20
Le supplément fourni par les fonds généraux est de.	1 334,80
La somme distribuée en secours à quatorze inventeurs malheureux a été de.	2 900,00

La deuxième partie de ce legs est destinée à faciliter les découvertes et, comme la somme disponible primitive était insuffisante, le Conseil a décidé qu'elle serait augmentée par l'accumulation des revenus jusqu'à la somme de 1 800 francs qu'elle a atteinte aujourd'hui.

Le montant des recettes faites pour ce fonds est, à la fin de 1871, de		5 372,05
Le montant des dépenses faites est à la même époque :		
Secours à sept inventeurs.	850,00	
Achat de 215 francs de rentes avec les excédants de recette disponibles qui seront ajoutés à l'inscription de 1218 francs de rentes.	4 051,40	
Total.		4 901,40
Reste en caisse disponible à la fin de 1871.		470,65

3° Fondation Christofle.

Cette fondation consiste en un versement annuel de 1 000 francs, institué par M. Christofle père et continué par ses fils, pour fournir à des inventeurs nécessiteux une première annuité de brevet qui leur assure la propriété de leur découverte.

Cette somme, versée chaque année, doit être partagée en deux parties égales. La première doit être capitalisée avec les intérêts des placements analogues déjà faits, de manière à former une rente perpétuelle de 500 francs de rente.

Cette partie a produit, jusqu'en 1871, une inscription de rente de 157 fr.

La deuxième moitié est immédiatement disponible pour accomplir, dès à présent, le vœu du fondateur et permettre de distribuer, chaque année, cinq premières annuités de brevet d'invention.

La somme disponible au 31 décembre 1871 est. 3383f,95

Il n'a été accordé aucune annuité de brevet en 1871.

4° et 5° Fondations de Mme la princesse Galitzin et de M. Carré.

Madame la princesse Galitzin a fait don, à la Société, d'une somme destinée à la délivrance d'un prix.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette somme est de.	2 000,00
M. Carré a donné à la Société, dans le même but et pour encourager les applications de la physique, une somme de 1 000 fr. qui est représentée par trois obligations des chemins de fer, de 15 francs de rente chacune.	1 000,00
Arrérages échus.	52,31
Total des deux donations.	3 052,31

6° Fondation d'une caisse de secours pour l'industrie des cuirs. — Caisse Fauler.

Cette caisse a été fondée par les soins de M. Fauler, membre du Conseil, et provient d'une souscription en faveur des industriels et ouvriers de cette industrie devenus malheureux, qui auraient rendu des services à leur art.

Elle consiste, au 31 décembre 1871, en 19 obligations de chemins de fer, de 15 francs de rente chacune, dont l'une a été achetée dans le courant de 1871, revenu annuel.	285,00
et dans un encaisse de.	215,84

Il n'a été délivré aucun secours en 1871.

7° Fondation d'une caisse de secours en faveur de l'industrie de la savonnerie. — Caisse Legrand.

Cette fondation a été faite par souscription et sur l'initiative et par les soins de M. Legrand, membre du Conseil, en faveur des industriels et ouvriers de la savonnerie qui seraient devenus malheureux, et qui auraient rendu des services à cette industrie.

Elle est composée, au 31 décembre 1871, de 33 obligations de chemins de fer, de 15 francs de rente chacune, dont le revenu annuel est de.	495,00
et d'un encaisse de.	7,03

Il n'a été délivré aucun secours, en 1871, au moyen de cette caisse.

8° Fondation d'une caisse pour les arts industriels. — Caisse de MM. Christofle et Bouilhet.

Cette fondation, faite en faveur des artistes malheureux dont le mérite dans les arts industriels a été remarqué, est le résultat d'une souscription faite par les soins de quelques industriels.

Elle est représentée par vingt-deux obligations de chemins de fer, donnant un revenu annuel de. . . . . 340 fr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette somme servait à payer des pensions, à l'établissement de M. Chardon-Lagache, pour deux veuves qui sont décédées successivement; mais, par suite de l'insuffisance des revenus de la caisse, la somme nécessaire pour compléter le payement de ces pensions a été avancée sur les fonds généraux de la Société.

Ce découvert, qui va en s'atténuant et qui sera éteint en 1872, était encore, au 31 décembre 1871, de. . . . . 325',45

9° Fondation d'une caisse pour la stéarinerie. — Caisse de Milly.

Cette fondation, faite en faveur des industriels et ouvriers qui ont été utiles à l'industrie de la stéarinerie et qui sont devenus malheureux, a été créée par souscription par l'initiative de M. de Milly.

Ses ressources consistent en 17 obligations, 3 pour 100, donnant un revenu annuel de.	255,00
et en un encaisse de.	150,02

Il n'a été distribué aucun secours au moyen de cette fondation en 1871.

10° Fondation d'une caisse pour l'industrie céramique et la cristallerie. — Caisse de Baccarat.

Les ressources de cette fondation consistent en quatre obligations de chemins de fer, donnant un revenu annuel de.	60,00
et en un encaisse de.	68,74

Il n'a été donné aucun secours sur cette caisse.

11° Souscriptions perpétuelles et à vie.

Les souscriptions perpétuelles ou à vie en remplacement des cotisations, souscrites par des membres de la Société, se rapportent à 19 membres perpétuels et 6 membres à vie. Elles forment un fonds inaliénable et sont inscrites à un chapitre à part du compte de la Société.

Elles constituent un revenu de.	974.00
qui est compris en recette dans les fonds généraux de la Société, et qui, par suite d'un versement postérieur du dernier membre perpétuel inscrit, présente, au 31 décembre, un encaisse de. .	1 030,60

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les membres perpétuels sont les suivants :

MM. Dumas,
Combes,
Le Tavernier,
Margueritte,
Dubrunfault,
Normand,
Moyana,
Ménier fils,
Worms de Romilly,
Thénard (baron Paul),
De Valois,
Lacarrière,
Froment-Meurice,
Guimet,
Marès,
Zegut,
Agasse,
Champonnois,
Chatin.

Les membres à vie sont les suivants :

MM. De Turenne (le marquis),
Cochot,
Oeschger,
Barre (Albert),
Gilbert, à Givet,
Poisson (Henri).

12e Fondation pour les arts chimiques. — Caisse Ménier.

Cette fondation a été faite par souscription et par l'initiative de M. Ménier, en faveur des ouvriers et industriels malheureux qui ont rendu des services aux arts chimiques.

Ses ressources consistent en 4 obligations de chemins de fer donnant un revenu annuel de. 80,00
et en un encaisse qui est, à la fin de 1871, de. 225,10

Il n'a été fait aucun emploi des ressources de cette caisse en 1871.

13e Fondation Bouchon.

Cette fondation est constituée par le résultat d'une souscription faite, à la Ferté-sous-Jouarre, dans le but de fonder un prix pour celui qui trouvera le moyen de rendre la taille des meules de moulins moins insalubre.

Elle présente, au 31 décembre 1871, un encaisse de. . . 6219f,10

Le prix, ainsi fondé, n'a pas pu être décerné jusqu'à présent. Il reste au concours jusqu'en 1875; s'il n'est pas délivré à cette époque, les fonds de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette souscription seront rendus à des établissements d'intérêt public de la Ferté-sous-Jouarre.

14° Grand prix de la Société.

La Société d'encouragement a fondé un prix de 12 000 francs, qui doit être délivré tous les six ans, trois ans après le prix de M. le marquis d'Argenteuil, et qui a la même destination.

Les fonds, pour la délivrance de ce prix, sont formés par une annuité de 1 500 francs, que la Société dépose à la caisse des consignations, et par la capitalisation des intérêts de ce dépôt pendant six ans.

Ces ressources, au 31 décembre 1871, s'élèvent à la somme de 9 677f,55

Le prix est délivré en 1873.

15° Fondation d'un prix pour l'industrie cotonnière.

Les exposants de la classe XXVII, à l'Exposition de 1867, ont donné à la Société d'encouragement, par les soins de M. Gustave Roy, une somme de 13 169f,85 pour fonder un prix à délivrer, tous les six ans, à celui qui aura contribué le plus aux progrès de l'industrie cotonnière.

Les ressources de cette fondation consistent en 40 obligations 3 pour 100 donnant un revenu annuel de.	600,00
L'encaisse, au 31 décembre 1871, est de.	1 633,65

16° Fondation d'un prix (Elphége Baude) pour les perfectionnements aux procédés du génie civil.

Les exposants de la classe LXV à l'Exposition universelle de 1867 ont donné à la Société d'encouragement une somme de 2 315f,75 pour fonder un prix à délivrer tous les cinq ans à celui qui aura eu la plus grande influence sur les progrès des procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture.

Les ressources pour l'accomplissement de cette fondation consistent en 7 obligations, 3 pour 100, produisant un revenu annuel de.	105,00
et un encaisse, au 31 décembre 1871, de.	104,49

Cet exercice, comparé à ceux qui l'ont précédé, ne présente pas encore de différence sur l'ensemble général des recettes; mais c'est à partir de ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moment que, au prochain rapport, vous trouverez les traces des perturbations qui se sont produites dans nos sources de revenus, par suite des événements.

Pour y remédier, la Société a besoin que chacun de ses membres apporte un concours efficace à l'œuvre commune, afin de travailler à améliorer la situation et rétablir l'équilibre de notre budget.

La commission des fonds ne manquera pas d'y joindre ses efforts, en signalant les utiles économies qu'il y aurait possibilité de faire.

Toutes les pièces à l'appui de ce compte, au nombre de trois cent seize, ont été remises à la commission des fonds par M. le Trésorier et déposées aux archives.

En donnant son entière approbation à cet arrêté, votre commission se fait un devoir de rendre hommage à la parfaite régularité de la gestion de M. le Trésorier et de ses bons soins en faveur des intérêts de la Société, et c'est avec une vive satisfaction qu'elle lui en exprime ses plus sincères remercîments.

RAPPORT FAIT PAR M. LEGENTIL, AU NOM DES CENSEURS, SUR LA COMPTABILITÉ DE L'EXERCICE 1871.

Vos censeurs, Messieurs, ont, conformément à vos règlements, pris connaissance des comptes fournis par votre Trésorier, ainsi que des pièces qui les accompagnent. Ils ont pu constater, comme on l'a fait les années précédentes, la parfaite régularité de ces comptes, ainsi que leur clarté.

D'accord avec l'honorable rapporteur de la commission des fonds, ils rendent hommage à la bonne gestion de vos ressources, ainsi qu'aux utiles travaux de votre commission des fonds, et vous proposent, en particulier, d'approuver le rapport qui vient de vous être lu.

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

72e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XX. — Juin 1873.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS MÉCANIQUES.

RAPPORT *fait par* M. DUMÉRY, *au nom du comité des arts mécaniques, sur la* FABRICATION DES ABAT-JOUR ET DE LEURS SUPPORTS *de* M. MAUREL, *rue de la Chapelle,* 17, *à Paris.*

Messieurs, l'industrie des abat-jour, dont M. Maurel a soumis à votre appréciation les produits et les moyens de fabrication, exige la mise en œuvre de trois substances différentes : un métal, du mica, la carte ou papeterie décorative.

§ I. — Les supports ou carcasses sur lesquels reposent les abat-jour sont en fil métallique ployés sur des calibres ou mandrins plans.

Que l'on suppose avoir devant soi un plateau circulaire en fonte, ayant à sa surface autant de pointes en saillie qu'il y a de courbures à imprimer au fil pour constituer une carcasse d'abat-jour.

En engageant un fil métallique dans cette espèce de labyrinthe et en en suivant toutes les avenues, on forme une étoile dont les six branches n'ont aucune solidarité entre elles (voyez la pièce n° 1 (*)). Cette solidarité s'obtient

(*) Ce numéro ainsi que les suivants se rapportent à des spécimens de la fabrication que le rapporteur montrait successivement à mesure qu'il faisait sa lecture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au moyen d'une ceinture métallique, dont les éléments constitutifs sont préalablement fixés aux branches de l'étoile (voyez la pièce n° 2).

Dans cet état, on emboutit les branches dans un moule circulaire conique, ayant extérieurement la forme de l'intérieur de l'abat-jour et que l'on coiffe de sa contre-partie (pièce n° 3).

Après cet embouti, on finit de solidariser les branches en achevant l'agrafage (pièce n° 4); après quoi, enfin, on retourne à l'intérieur trois des six branches de la carcasse pour former les appuis inférieurs sur le verre, et elle se trouve entièrement terminée (pièce n° 5).

Certains modèles plus simples sont, pour ainsi dire, terminés au sortir du moule : il suffit de tordre et corder ensemble les deux extrémités du fil, pour que le travail soit complétement achevé.

M. Maurel possède beaucoup d'autres dispositions dont il nous paraît superflu d'entretenir le Conseil; ce sont, en général, des variantes, toutes très-ingénieuses, d'un même principe de fabrication et qui témoignent de la fertilité d'esprit de leur auteur.

Le métal employé par M. Maurel dans cette partie de sa fabrication, bien qu'ayant l'aspect du cuivre, n'est pas du laiton; c'est un fil de fer écroui et cuivré; le fil de cuivre n'eût pas rempli le but que s'était proposé M. Maurel, de faire ses petits supports aussi délicats, aussi légers que possible, tout en possédant une grande rigidité relative et une certaine élasticité, propriétés que ne possède pas le laiton pur.

Le laiton pur, employé exclusivement, eût donc, en dehors de son prix plus élevé, présenté l'inconvénient d'être trop mou et d'exiger, pour une solidité égale, un numéro de fil beaucoup plus fort n'offrant plus l'aspect de légèreté qui caractérise la fabrication qui vous est soumise. Dans le cas présent, le fer procure donc tout à la fois la rigidité, la légèreté, l'élasticité; le cuivrage de sa surface donne la netteté, la propreté et la facilité d'entretien.

En dehors du fil cuivré, M. Maurel fait usage de cuivre en planche très-ajouré pour la fabrication des garnitures isolantes occupant la zone supérieure de l'abat-jour, et livrant passage à un volume d'air suffisant pour que la chaleur du verre soit dans l'impossibilité absolue de se communiquer à la partie altérable de l'abat-jour.

§ II. — Après avoir indiqué quel est le rôle du métal dans les abat-jour de M. Maurel, soit comme support, soit comme refroidisseur de l'air par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tamisage, nous rappellerons sommairement en quoi consiste l'application que M. Maurel a, le premier, faite du mica aux abat-jour de lampes.

Le mica étant diaphane et inaltérable par la chaleur, M. Maurel a pensé utiliser ces deux précieuses propriétés, en garnissant la partie supérieure de l'abat-jour d'un collier de médaillons en mica; de la sorte, quelle que soit la température à laquelle le verre puisse s'élever, même sous l'influence de la combustion de l'huile de pétrole, le mica fût-il même en contact absolu avec le verre, il ne peut se manifester sur l'abat-jour aucune trace de carbonisation.

L'effet est si complet qu'il dépasse même le besoin, en ce sens que la diaphanéité du mica est si parfaite qu'elle ferait tache lumineuse et serait très-fatigante pour la vue si elle n'était pas atténuée par un dépoli partiel, opéré à l'aide de caches ou réserves.

Ce dépoli, qui transforme le mica en une sorte de verre-mousseline, s'obtient par un gratte-boessage assez rebelle pour exiger l'emploi d'une gratte-boesse composée d'aiguilles anglaises très-fines et trempées très-dur.

Grâce à ce soin, les fleurs et les dessins obtenus par M. Maurel sont très-francs et très-nets, comme on peut le voir par les échantillons qu'il dépose.

A l'occasion des services que le mica peut rendre à l'industrie de l'éclairage, nous signalerons les cloches renversées, en métal, en porcelaine ou en verre opaque, que l'on place au-dessus des verres de lampes dans l'espoir que les résidus de la combustion s'y localiseront, et n'iront plus altérer les peintures et les dorures, cloches que l'on décore du nom ambitieux de fumivore.

Il y a, dans cette appréciation, une erreur capitale qui conduit à confondre un simple déplacement des produits de la combustion avec leur suppression complète.

Mais ce qui n'est pas une erreur, c'est l'application que M. Maurel fait de ces petits écrans, qu'il considère à juste titre comme des préservateurs d'incendie de rideaux de lit par suite de lecture nocturne.

Ces petits appareils, en détournant les filets gazeux de leur direction verticale et les dispersant, dispersent également la température produite par la combustion de la lampe et éloignent tout danger d'incendie.

Ici l'application du mica n'est pas nouvelle, mais le service rendu est si patent, que M. Maurel a apporté tous ses soins à la fabrication de ces petits écrans, pour les mettre dans les meilleures conditions de prix et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de légèreté; et, sous ce rapport encore, on devra à M. Maurel la réalisation d'un progrès qui paraît très-apprécié du public.

En ce qui concerne le côté industriel, ou mieux les moyens de travail appliqués à la confection des parties en mica, ils sont très-simples :

Le mica se fend ou plutôt se dédouble à la main avec le secours d'une lame de couteau très-mince; il se découpe et se perce à l'emporte-pièce et au découpoir et ne s'applique que par agrafage, c'est-à-dire de la même manière que les pièces composant la carcasse d'abat-jour déposée par M. Maurel.

§ III. — La troisième partie de l'industrie de M. Maurel, l'art décoratif de ses produits, n'est pas traitée avec moins de supériorité que les deux premières.

En dehors des dessins variés et nombreux qui forment ses collections, il s'est attaché, par le choix des procédés de travail auxquels il donne la préférence, à conserver, dans cette industrie, le rang qu'il a si rapidement conquis.

Ses dorures, par un tour de main à lui, sont beaucoup plus vives que celles qu'il trouvait autrefois dans le commerce, comme on peut s'en assurer par les échantillons qu'il présente.

Par l'immersion prolongée de ses dessins dans un bain de vernis à l'essence, il arrive à leur donner une transparence très-favorable aux effets de lumière que le commerce recherche pour ce genre de produits, et qui contribue à lui assurer la préférence.

§ IV. — Par ce qui précède, il est facile de voir que la mécanique joue un rôle très-secondaire dans l'industrie de M. Maurel; toute sa fabrication repose sur une série d'outils simples, portatifs et très-intelligemment conçus, qui lui permettent d'obtenir deux résultats bien précieux :

Le premier, d'occuper une foule de bras sans profession;

Le second, de donner du travail à domicile et de faciliter ainsi la vie de famille au sein de la fournaise parisienne, et cela sans nuire à ses propres intérêts qu'il a su sauvegarder par une judicieuse application du principe de la division du travail.

Du reste, si la nature des services rendus par M. Maurel a été justement appréciée par le comité qui m'en a confié le rapport, l'importance de ces services n'échappera pas au Conseil lorsqu'il saura que le nombre d'ouvriers employés par M. Maurel dépasse deux cents, et que le chiffre d'affaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

annuel, qui, en 1865, n'était que de 30000 francs, s'élève aujourd'hui à plus de 300 000 francs, malgré les efforts de la contre-façon étrangère.

En conséquence, votre comité vous propose, par mon organe,

1° De remercier M. Maurel de son intéressante communication ;

2° D'insérer le présent rapport dans votre *Bulletin* avec le dessin des parties les plus saillantes de la fabrication.

Signé DUMÉRY, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 8 octobre 1873.

LÉGENDE DESCRIPTIVE DE LA PLANCHE 490 REPRÉSENTANT LES OUTILS SERVANT A LA FABRICATION DES SUPPORTS D'ABAT-JOUR DE M. MAUREL.

La fabrication comprend deux genres de supports : le support d'abat-jour pour lampe et le support d'abat-jour pour bougie.

Support d'abat-jour pour lampe.

Fig. 1. Élévation du plateau en fonte servant à la première opération.

Fig. 2. Vue en dessus de ce plateau.

Fig. 3. Plan du support d'abat-jour retiré du plateau après la première opération.

Fig. 4. Le même, garni de sa ceinture métallique.

Fig. 5. Vue d'un des éléments de la ceinture métallique.

Fig. 6. Vue du même élément dans un plan perpendiculaire à celui de la figure 5.

Les figures 5 et 6 sont de grandeur d'exécution.

Fig. 7. Section verticale du premier moule conique dans lequel on place le support d'abat-jour.

Fig. 8. Vue en dessus de ce moule.

Fig. 9. Élévation du mandrin correspondant au moule précédent.

Fig. 10. Vue, en élévation, du support d'abat-jour tel qu'il sort du premier moule.

Fig. 11. Élévation du second moule servant au finissage du support d'abat-jour.

Fig. 12. Élévation du mandrin correspondant à ce second moule.

Fig. 13. Élévation des seconds moule et mandrin, réunis pour l'opération du finissage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 14. Vue perspective, à une plus petite échelle, du support d'abat-jour terminé et appliqué à un verre de lampe.

1re *opération*. — A, plateau circulaire, en fonte, garni, à sa surface, de pointes de différentes grosseurs, disposées symétriquement de manière à former une étoile à six pans ouverte (fig. 1 et 2).

B, bornes, au nombre de six, formant, au centre du plateau A, une circonférence ouverte destinée à former le centre de l'étoile.

L'ouvrière, ayant le plateau devant elle sur une table, prend du fil métallique (fer cuivré) et le dispose ainsi que l'indique la figure 2, en lui faisant suivre exactement le chemin tracé par les pointes et les bornes B.

Cette première opération terminée, le fil est coupé de longueur et le rudiment de carcasse est retiré du plateau. Les branches de l'étoile sont alors rapprochées avec la main, de manière à présenter l'aspect de la figure 3, et il ne reste plus qu'à opérer la fermeture, résultat qu'on obtient au moyen d'un petit tube C (fig. 3) dans lequel on engage de part et d'autre les extrémités de la branche qui est restée ouverte.

2e *opération*. — Pour cette opération, il faut six pièces en fer-blanc D de la forme de celles que montrent les figures 5 et 6, c'est-à-dire présentant chacune six petites ouvertures carrées, dont quatre (les deux du milieu et les deux d'un bout) sont munies de languettes. Obtenues par découpage et préparées en grand nombre à l'avance, ces pièces sont destinées, par leur réunion, à former une ceinture métallique réalisant une solidarité entre les six branches de l'étoile. Pour les adapter à l'étoile, l'ouvrière, ayant devant elle une machine à emboutir, dispose successivement dans la matrice de cette machine chacune des pièces D, en plaçant par-dessus chaque branche de l'étoile, de manière à faire passer les deux fils qui la forment entre les languettes des ouvertures du milieu; un coup de balancier suffit pour rabattre ces languettes et assujettir les deux fils l'un contre l'autre, c'est-à-dire les sertir. Cette opération se répète donc six fois et a pour résultat d'amener l'étoile à l'état que représente la figure 4.

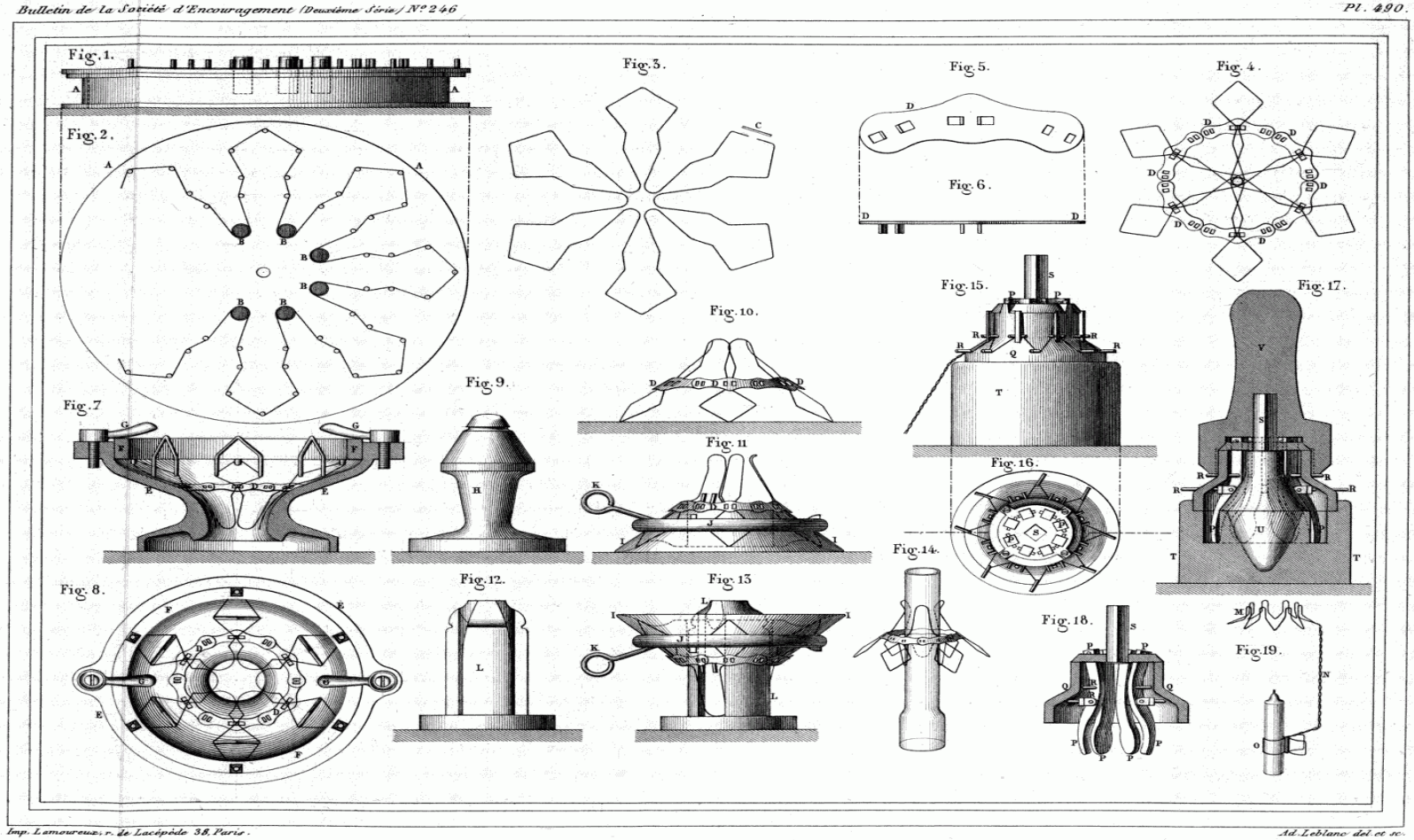
3e *opération*. — E, moule en fonte (fig. 7 et 8) muni, intérieurement, de pointes pour l'accrochage des branches de l'étoile, et dans lequel on place le support d'abat-jour amené à l'état indiqué par la figure 4.

F, anneau en fonte s'emboîtant sur la grande base du moule E, pour maintenir en place le support d'abat-jour après son introduction.

G, G, arrêts mobiles vissés sur la grande base du moule et qu'on rabat sur l'anneau F pour l'assujettir.

Pour procéder à la troisième opération, on commence par enlever l'anneau F en écartant les arrêts G; puis on prend la carcasse et on l'introduit dans le moule, en accrochant aux pointes intérieures chacune des branches de l'étoile, de manière que le centre de cette étoile soit tourné vers le fond du moule; on replace ensuite l'anneau F, et on serre le tout en tournant convenablement les arrêts G.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



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

FABRICATION DES SUPPORTS D'ABAT-JOUR, PAR M. MAUREL.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La carcasse bien assujettie ainsi, on introduit dans le moule le mandrin H (fig. 9), qu'on présente par son sommet, et, au moyen d'un seul coup appliqué sur sa base, les sommets des six branches de l'étoile se séparent en venant s'appliquer sur les parois du fond du moule. On retire alors le mandrin, et on n'a plus qu'à enlever l'anneau F pour pouvoir sortir la carcasse qui se trouve dans l'état représenté par la figure 10, c'est-à-dire ayant les six sommets de l'étoile tournés vers le haut.

4e *opération*. — On se rappelle que, par la seconde opération, on a posé les éléments D de la ceinture métallique de l'étoile ; mais ces éléments ne sont attachés encore qu'à chaque branche et ne sont pas réunis entre eux. Il reste donc à les agrafer l'un à l'autre ; pour cela, il suffit de faire passer les languettes de l'extrémité d'une pièce D dans les ouvertures sans languettes de l'extrémité correspondante de la pièce voisine, et avec une petite pince on opère le rabattement. Après cette opération qui se fait très-rapidement, il y a solidarité complète entre toutes les branches de la carcasse.

5e *opération*. — On saisit, en alternant, trois des six branches de la carcasse et on les rabat intérieurement à la main ; de cette manière trois des sommets sont tournés vers le bas, tandis que les trois autres restent en haut de manière à pouvoir saisir également le verre de la lampe en dessus et en dessous de la ceinture métallique du support. Il ne reste plus maintenant qu'à procéder à la dernière opération qui donne à ce support sa forme définitive.

6e *opération*. — I (fig. 11), second moule en fonte, de forme tronconique, sur la surface extérieure duquel on place la carcasse dans la position qu'indique la figure.

J, anneau servant à maintenir en place la carcasse ; il s'accroche, d'une part, à un arrêt fixe venu de fonte avec le moule, et, d'autre part, est rendu inamovible au moyen d'une goupille K qu'on enfonce dans un trou ménagé pour la recevoir.

Les choses en cet état, on retourne le tronc de cône et on en coiffe le mandrin L (fig. 12), de manière que l'ensemble prenne l'aspect de la figure 13. Ce mandrin, de forme spéciale, est muni de rainures dans lesquelles viennent se loger (trois en haut et trois en bas) les six branches de la carcasse, qui y reçoivent leur forme dernière et définitive. Après avoir donné un ou deux coups de maillet sur les bords du moule I, on désassemble les pièces et on en sort le support d'abat-jour qui est complétement terminé. Il a alors l'aspect qu'indique la figure 14.

Support d'abat-jour pour bougie.

Fig. 15. Élévation de l'appareil servant à la fabrication du support d'abat-jour pour bougie ; dans cette figure, le support est en voie de confection.

Fig. 16. Vue en dessus du même appareil.

Fig. 17. Section verticale du même, coiffé de son manche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 18. Section verticale de la pièce principale de l'appareil.

Fig. 19. Vue perspective d'un support d'abat-jour terminé.

Le support d'abat-jour est formé de deux parties : l'une comprenant le support lui-même M et sa tige N (fig. 19), qui se font d'un seul morceau; l'autre, qui est la pince à ressort O, destinée à embrasser la bougie et qu'on réunit après coup à la tige N; cette pince est l'objet d'une fabrication séparée, dont nous n'avons pas à nous occuper.

La pièce principale de l'appareil (fig. 18) se compose de huit branches métalliques mobiles P, recouvertes d'un manchon cylindro-conique en fonte Q, à la tête duquel elles sont verticalement reliées par des attaches qui leur permettent de s'éloigner ou de se rapprocher les unes des autres de la même quantité.

Chacune de ces branches est munie de deux pointes horizontales R, placées l'une au-dessous de l'autre et en regard de chacune desquelles le manchon Q présente un trou correspondant, de telle sorte que, lorsque les branches sont écartées l'une de l'autre, toutes les pointes viennent faire saillie en deux couronnes étagées à la surface extérieure du manchon Q, ainsi que l'indiquent les figures 15 et 17.

S, tige carrée surmontant le manchon Q, et servant à soulever toute la pièce.

T (fig. 15 et 17), mandrin en bois, à noyau central conique U; autour de ce noyau règne un vide annulaire, destiné à loger les extrémités des branches P de l'appareil lorsqu'elles sont écartées.

V (fig. 17), manche servant à coiffer la tige S pour la dernière opération.

Cela posé, voici comment on opère :

On commence par placer la pièce principale de l'appareil sur le mandrin T (position des fig. 15 et 17); le noyau U forçant les branches P à s'écarter, les pointes R font immédiatement saillie au dehors du manchon Q et ne peuvent plus rentrer, parce que les branches P sont retenues invariablement dans le vide annulaire qui entoure le noyau U.

L'appareil ainsi disposé, l'ouvrière le place devant elle et, prenant du fil métallique, le dispose comme l'indique la figure 15, en suivant exactement le chemin tracé par les pointes. Une fois ce chemin parcouru, comme elle est revenue au point de départ, elle coupe les deux bouts du fil en leur laissant une certaine longueur, et les tord l'un sur l'autre pour former la tige du support de l'abat-jour.

Cette première opération terminée, on place le manche V sur la tige S, et, au moyen d'un coup de maillet, ce manche oblige le fil métallique à épouser bien exactement la surface cylindro-conique du manchon Q.

On retire ensuite le manche V, puis on enlève la pièce principale de dessus le mandrin T, et dès lors, les branches P se trouvant libres, on les rapproche en les saisissant avec la main, ce qui fait immédiatement rentrer les pointes R et permet de détacher le support d'abat-jour qui est terminé.

(M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CINÉMATIQUE.

RAPPORT *fait par* M. CH. LABOULAYE, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un Mémoire ayant pour objet la* THÉORIE DU TOUR A OVALE, *présenté par* M. DREYFUS, *ancien élève de l'École polytechnique, licencié ès sciences, rue de La Rochefoucauld*, 58, *à Paris.*

Messieurs, la théorie géométrique des tours composés n'a jamais été traitée complétement; les ouvrages sur le tour qui existent, écrits par des praticiens avant les progrès récents de la cinématique, renferment bien plus de recettes pratiques, de descriptions que de théorie. Quelques pages sur la nature des courbes épicycloïdales obtenues avec les tours à équipages mobiles, quelques indications de Poncelet sur les tours à graver, pourraient presque seules être jointes aux anciens écrits de La Condamine et ne sont que des fragments d'un ouvrage intéressant et utile qui est à faire sur les tours composés.

C'est un savant et excellent chapitre de ce difficile ouvrage qu'a fait M. Dreyfus dans le mémoire qu'il nous a adressé, dans lequel, par une heureuse application des derniers progrès de la géométrie, de la théorie des centres instantanés de rotation, notamment, il a pleinement élucidé la théorie du tour à ovale, du tour qui sert dans l'industrie à obtenir des pièces de forme elliptique. Nous le montrerons en indiquant les principaux résultats auxquels il parvient, savoir :

La vitesse angulaire de la pièce montée sur le mandrin ovale est double de celle du tour, le mouvement du coulisseau produisant l'effet d'imprimer une seconde rotation.

La courbe décrite par un point de la pièce à tourner est une conchoïde du cercle qui a pour diamètre la distance O O′ des axes de rotation, du tour et de l'excentrique circulaire qui guide le coulisseau.

Le centre du coulisseau parcourt cette circonférence O O′.

La pièce à tourner se meut comme si elle faisait partie d'un cylindre de même axe qu'elle, dont le rayon serait égal à la distance O O′, et qui roulerait sur un cylindre intérieur de diamètre O O′.

La courbe, tracée par un outil fixe, est une ellipse et non pas une courbe de forme analogue seulement.

Les directions de l'outil doivent varier en chaque instant, l'inclinaison et la vitesse de la pièce à travailler variant aussi. La détermination de ces der-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

niers éléments peut permettre de construire un tour ovale self-acting, dans lequel le travail ne dépendrait pas de l'habileté de l'ouvrier qui sait modifier en chaque instant la direction et la pression de l'outil.

Nous nous arrêterons à ce point des curieux résultats obtenus par la savante analyse de M. Dreyfus; on voit qu'ils ne sont pas purement spéculatifs, mais encore susceptibles de fournir de curieuses applications, ce qui arrive toujours quand une théorie est complète.

Nous pensons vous avoir fait entrevoir combien la savante communication de M. Dreyfus méritait d'intérêt, et, par suite, nous espérons que vous voudrez bien lui faire un accueil tout particulièrement favorable.

Nous avons donc l'honneur de vous proposer,

1° De remercier M. Dreyfus de son intéressante communication;

2° D'insérer dans votre *Bulletin* son savant mémoire sur le tour à ovale;

3° De mettre 100 exemplaires d'un tirage à part à sa disposition.

Signé Ch. Laboulaye, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 24 *janvier* 1873.

THÉORIE DU TOUR A OVALE, PAR M. DREYFUS (1).

(*Planche* 491.)

Ayant eu occasion de voir chez M. Édouard Fraissinet, ingénieur civil, un tour à ovale, j'ai cherché à me rendre compte de la nature exacte des courbes produites au moyen de ce tour, et j'ai reconnu que ces courbes, au lieu d'être des ovales quelconques, étaient rigoureusement des ellipses. Ce fait était sans doute connu, mais, en poussant un peu plus loin l'étude du tour à ovale, je suis arrivé à certains résultats qui m'ont paru intéressants.

---

(1) Depuis que j'ai fait ce travail, j'ai appris que M. Chasles s'était occupé, il y a longtemps, de la même question. J'ai recherché son travail, qui se trouve dans son ouvrage intitulé *Aperçu historique sur l'origine et le développement des Méthodes en Géométrie* (Bruxelles, 1837), note XXXIV, page 409. M. Chasles, n'ayant en vue que de donner un exemple du principe de la dualité, se borne à démontrer d'une manière très-succincte que l'outil trace une ellipse. La lecture que j'ai faite de la courte note de M. Chasles m'a fait penser que j'étais autorisé à maintenir mon travail, les résultats auxquels je suis arrivé pouvant recevoir leur application, dans le cas où on voudrait construire un tour elliptique self-acting.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La disposition du tour à ovale que j'ai vu est très-simple. Le mouvement de rotation de l'arbre du tour est communiqué à un anneau concentrique AA (fig. 1, pl. 491). Soit O le centre de cet anneau, qui se trouve sur l'axe du tour. La flèche α indique le sens de la rotation de cet anneau, qui se fait dans le sens habituel de la rotation dans un tour. Au même niveau que le point O, et un peu en avant, se trouve le centre O′ d'un disque BB, perpendiculaire à l'axe du tour, et dont le diamètre est égal à celui de l'anneau AA; le disque BB ne peut avoir d'autre mouvement qu'un mouvement de rotation autour de O′, ou plutôt autour d'un axe parallèle à l'axe du tour et passant par O′. Dans ce disque est pratiquée une coulisse dans laquelle peut se mouvoir un coulisseau CC (fig. 1 et 2), dont la ligne médiane passe par le centre O′. Dans une de ses positions, C_1C_1, le coulisseau remplit exactement la coulisse; sa longueur ab, comptée suivant son axe, est donc égale au diamètre du disque BB, ou de l'anneau AA. Les deux extrémités du coulisseau sont en saillie sur le disque BB, du côté de l'arbre du tour, et sont constamment comprises entre deux règles parallèles cd, $c'd'$, lesquelles sont tangentes à l'anneau AA, qu'elles dépassent un peu afin de pouvoir maintenir les extrémités du coulisseau. Ces règles forment, d'ailleurs, corps avec l'anneau AA, et tournent avec lui. C'est sur le centre I du coulisseau qu'est fixée la pièce à tourner, laquelle n'est soutenue que d'un côté; ce tour fonctionne donc comme un tour en l'air.

Le mouvement de rotation du tour détermine celui des règles cd, $c'd'$; celles-ci entraînent le coulisseau, comme le montre la figure 1. Le coulisseau à son tour force le disque B à tourner dans le sens de la flèche β, c'est-à-dire dans le même sens que l'arbre du tour, et avec la même vitesse. Dans ce mouvement l'axe ab du coulisseau ne cesse pas de passer par le point O′, mais son milieu I se déplace; comme d'ailleurs la parallèle menée par le point O aux deux règles passe toujours par ce milieu I, et que cette parallèle est perpendiculaire à ab, on voit que le point I se déplace en suivant la circonférence décrite sur OO′ comme diamètre. L'axe de la pièce qu'on tourne se déplace donc (1) en engendrant un cylindre droit à base circulaire, dont l'axe K est situé dans le plan des axes O et O′, parallèle à ces deux axes, et à égale distance de chacun d'eux.

L'angle dont a tourné le tour étant représenté par $e\,0f = 100'$, l'angle dont aura tourné l'axe I sera $IKO' = 2\,100'$; le mouvement de rotation de l'axe I est donc uniforme comme celui du tour (2), mais sa vitesse angulaire est le double de

---

(1) Ce mouvement de rotation se fait dans le sens de la flèche γ (fig. 1), c'est-à-dire dans le sens de la rotation du tour.

(2) Rigoureusement, l'arbre du tour ne tourne pas d'un mouvement uniforme; mais, grâce au volant monté sur cet arbre, les variations de la vitesse sont très-petites, et, pour simplifier, j'admettrai l'uniformité du mouvement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celle du tour. Il résulte de là que, à chaque révolution de l'anneau AA ou du tour, l'axe I accomplira deux révolutions, ce qu'on pourrait vérifier plus simplement sur la figure 1.

Quant à la pièce à tourner, elle est fixe sur le coulisseau ; mais il est facile de voir que le coulisseau produit ici le même effet qu'une rotation imprimée à cette pièce autour de son axe. En effet, soient g, g_1 deux positions occupées par un même point de la pièce (fig. 3 et 4). Menons par I_1 la ligne $I_1 g'$ égale et parallèle à Ig. L'arc $g' g_1$ représente le mouvement du point g par rapport à l'axe I supposé fixe. L'angle $g' I_1 g_1 = h O' i = e O f$ (fig. 1 et 4). Le sens de la rotation est représenté par la flèche $\curvearrowleft$. Ainsi, le coulisseau produit, sur la pièce à tourner, le même effet qu'une rotation de cette pièce autour de son axe, dans le même sens que les rotations précédentes, avec une vitesse angulaire égale à celle du tour.

Ce qui précède permet de se faire une idée très-claire du mouvement de la pièce à tourner dans l'espace. Elle tourne d'un mouvement uniforme autour de son axe I, pendant que cet axe tourne lui-même d'un mouvement uniforme autour d'un axe fixe K (fig. 1) qui lui est parallèle. Les deux rotations se font dans le même sens, mais avec des vitesses angulaires différentes : pendant que la pièce fait une révolution autour de son axe I, cet axe en fait deux autour de l'axe K (1).

Je vais chercher maintenant la courbe décrite par un point quelconque de la pièce à tourner (2). Pour cela, je considère une section droite de cette pièce. J'ai déjà montré que le point I décrit la circonférence ayant O O′ pour diamètre. Il est facile de voir que tous les autres points décriront des conchoïdes de ce même cercle (3). Considérons, en effet, d'abord un point M (fig. 5) situé sur l'axe du coulisseau. La longueur MI est constante, la ligne MI passe toujours par le point O′; le lieu des points M est donc une conchoïde du cercle O O′. L'axe de symétrie est le diamètre O O′, le nœud est en O′. La courbe entière est décrite dans une révolution de l'arbre du tour; la partie extérieure et la partie intérieure correspondent chacune à l'une des deux révolutions que fait le point I pendant que l'arbre du tour en fait une. Lorsque le point M se confond avec le point I, la conchoïde se réduit au cercle O O′ répété deux fois.

Supposons maintenant le point sur la perpendiculaire menée par I à l'axe du cou-

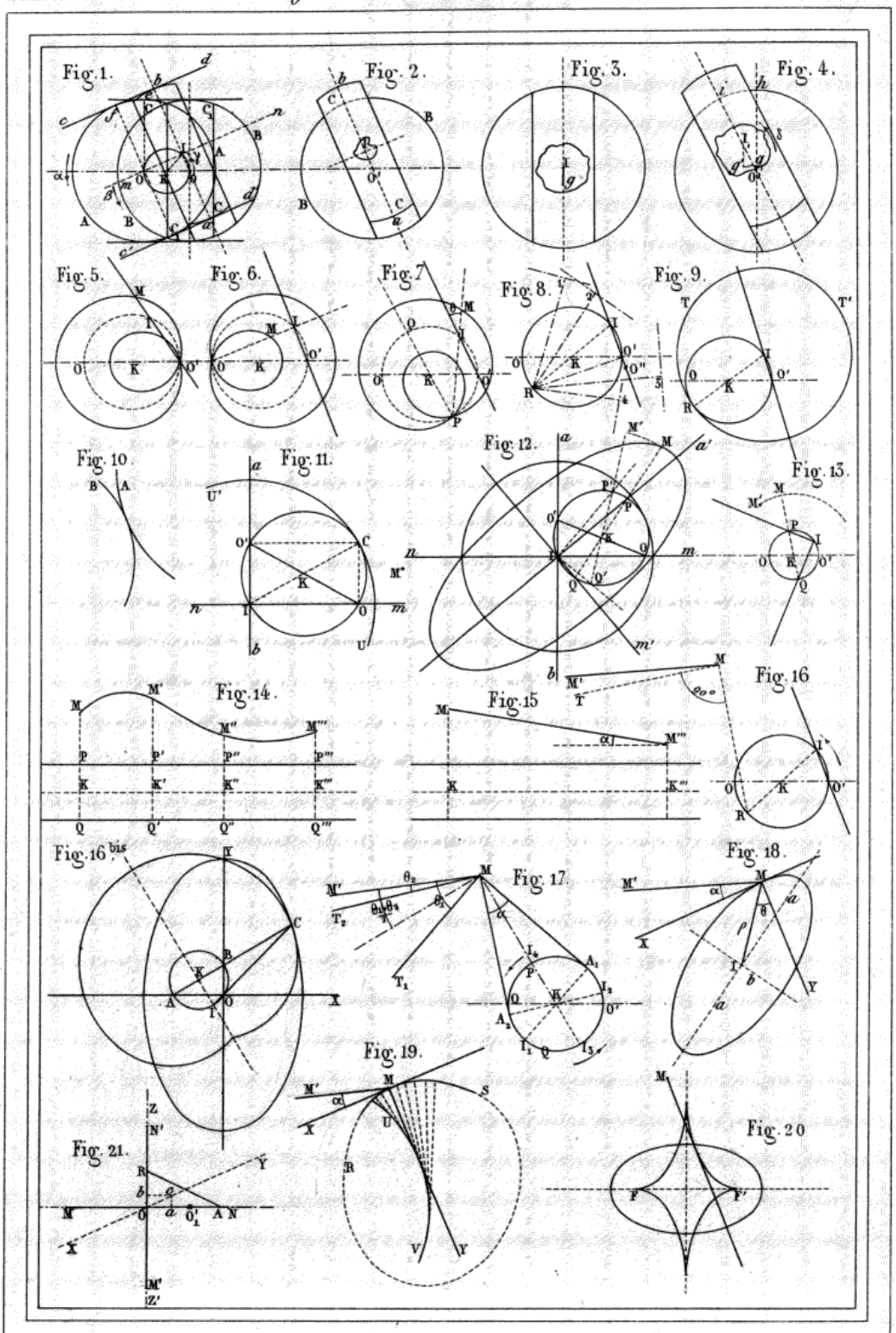
---

(1) Si les vitesses angulaires étaient égales, comme dans le mouvement de la lune autour de la terre, chaque point de la pièce à tourner décrirait un cercle autour de l'axe K, et les profils déterminés par l'outil seraient eux-mêmes circulaires. En d'autres termes, la pièce tournerait autour de l'axe K, comme dans le tour ordinaire.

(2) La connaissance de ces courbes n'offre, d'ailleurs, pas grand intérêt ; elle n'est pas nécessaire pour déterminer le profil obtenu par l'outil.

(3) La conchoïde du cercle est la courbe qu'on désigne habituellement sous le nom de *limaçon de Pascal*, dénomination vicieuse, puisqu'elle ne rappelle ni la forme de la courbe, ni aucune de ses propriétés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



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

THÉORIE DU TOUR A OVALE, PAR M. DREYFUS

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lisseau. On voit facilement (fig. 6) que la courbe décrite est encore une conchoïde du même cercle, mais disposée en sens inverse ; le nœud est en O.

Soit, enfin, M un point quelconque, déterminé par l'angle θ et la distance MI (fig. 7). Le point P où la ligne MI rencontre le cercle OO′ est un point fixe, car l'angle constant θ a pour mesure la moitié de l'arc O′P. Le lieu des points M est donc une conchoïde du cercle OO′, dont le nœud est en P. On voit que le nœud est le même pour tous les points d'une même ligne droite passant par I; lorsque cette droite tourne autour du point I, le nœud se déplace sur le cercle OO′ d'un angle double, car $O'KP = 2\theta$.

Il résulte de ce qui précède que tous les points situés à une même distance du point I décrivent des courbes égales, mais diversement orientées; le lieu des nœuds de ces courbes est le cercle OO′; chacun de ces nœuds correspond à deux points symétriques par rapport au point I.

La normale au cercle décrit par le point I est le diamètre IR (fig. 8). Si on considère un point O″ de l'axe du coulisseau, infiniment voisin du point O′, ce point O″ décrit l'élément O′O″, c'est-à-dire qu'il se meut suivant l'axe du coulisseau, pendant un temps infiniment petit; la normale à cette trajectoire rectiligne est la ligne O′R, qui rencontre la première normale en R, sur le cercle OO′. Ce point R est le centre instantané de rotation du mouvement du coulisseau. Les lignes R1, R2, R3, R4, etc., qui joignent le point R aux différents points du coulisseau (ou de la section droite de la pièce à tourner) sont les normales aux trajectoires de ces points. On voit que, dans le mouvement du coulisseau, le centre instantané de rotation décrit dans l'espace la circonférence OO′, avec une vitesse égale à celle du point I, puisque OKR = O′KI, et en tournant dans le même sens.

La longueur IR (fig. 8) étant constante et égale à OO′, le centre instantané de rotation décrira sur le coulisseau (ou sur la section droite de la pièce) un cercle TT′ (fig. 9) ayant pour centre le centre I de la section, et dont le rayon IR est égal au diamètre OO′ du cercle OO′.

Ceci va nous permettre de définir d'une nouvelle manière le mouvement du coulisseau, et de la pièce qu'il emporte. Étant donnée une figure plane qui se meut d'une manière quelconque dans son plan, si on détermine la trajectoire A (fig. 10) du centre instantané de rotation sur la figure, et sa trajectoire B sur le plan, on sait que le mouvement de la figure pourra être obtenu en faisant rouler la courbe A, liée à la figure, sur la courbe fixe B. Dans le cas qui nous occupe, le cercle TT′ (fig. 9) représente la courbe A, et le cercle OO′ la courbe B. Il suit de là que la pièce à tourner se meut comme si elle faisait partie d'un cylindre de même axe qu'elle, dont le rayon serait égal à la distance OO′, et qui roulerait sur un cylindre intérieur de diamètre OO′.

Il suit de là aussi, et de ce qui précède, que lorsqu'un cercle TT′ roule sur un cercle intérieur fixe OO′, de rayon moitié moindre, chaque point lié au cercle mobile décrit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une conchoïde du cercle fixe. Cette propriété se démontre, d'ailleurs, directement d'une manière très-simple. Les points intérieurs au cercle mobile décrivent des conchoïdes à deux boucles, l'une intérieure, l'autre extérieure. Les points du cercle mobile décrivent des conchoïdes à une boucle, ayant leur point anguleux sur le cercle fixe. Les points extérieurs au cercle mobile décrivent des conchoïdes à une boucle, ayant leur point anguleux en dehors du cercle fixe.

Les développements qui précèdent rendent compte de la nature des courbes décrites dans l'espace par les différents points de la pièce à tourner. Rien n'est plus facile, d'ailleurs, que d'observer pratiquement la forme de ces courbes : il suffit de fixer un crayon en un point quelconque du coulisseau, et de déterminer sa trace sur une feuille de papier fixe, placée perpendiculairement à l'axe du tour.

Jusqu'à présent, je n'ai considéré que le mouvement des points de la pièce à tourner. Je vais examiner maintenant la nature du profil déterminé par l'outil.

Le tranchant de l'outil est un point fixe. Il s'agit donc, étant donnée une figure plane qui se meut dans son plan suivant la loi définie précédemment, de déterminer la courbe décrite sur cette figure mobile par un point fixe du plan. Pour cela, il faut chercher le mouvement relatif du plan par rapport à la figure, c'est-à-dire le mouvement du plan supposé mobile par rapport à la figure supposée fixe, et déterminer, dans ce mouvement, la trajectoire du point considéré dans le plan.

On peut y arriver de la manière suivante. La droite O O′ (fig. 1) appartient au plan fixe, et le mouvement relatif de ce plan, par rapport au coulisseau, est complétement défini par le mouvement relatif de la droite O O′. Or le mouvement du coulisseau est défini par les axes rectangulaires ab, mn, lesquels se meuvent en passant constamment par les points fixes O et O′. Inversement le mouvement relatif de la droite O O′ s'obtiendra en faisant glisser ses extrémités sur les axes rectangulaires fixes ab et mn (fig. 11). Or on sait que tout point d'une pareille droite décrit une ellipse ayant Im et Ia pour axes, et que tout point M lié à cette droite décrit également une ellipse, ayant I pour centre, mais d'autres axes. Cette dernière proposition se démontre analytiquement sans aucune difficulté. On peut en donner la démonstration géométrique suivante, qui a l'avantage d'indiquer immédiatement la position des axes.

Sur O O′ comme diamètre décrivons un cercle, et un second cercle du point I comme centre avec O O′ pour rayon. Ces deux cercles sont tangents l'un à l'autre. Il est facile d'en conclure que le point M peut être considéré comme lié à un cercle mobile, lequel roule intérieurement dans un cercle fixe de rayon double.

On serait d'ailleurs arrivé à ce résultat beaucoup plus rapidement en complétant ce qui a été dit précédemment au sujet des deux courbes A et B (fig. 10), lieux des centres instantanés de rotation sur la figure mobile (courbe A) et sur le plan fixe (courbe B). On sait que le mouvement relatif du plan par rapport à la figure peut s'obtenir en faisant rouler la courbe B sur la courbe A supposée fixe. Dans le cas ac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tuel (1) la courbe A est le cercle T T′ (fig. 9), et la courbe B est le cercle O O′, ce qui confirme le résultat obtenu précédemment.

Or, quand un cercle roule à l'intérieur d'un cercle fixe de rayon double, on sait que chaque point de la circonférence mobile décrit un diamètre du cercle fixe; en outre, tout point lié au cercle mobile décrit une ellipse; cette dernière proposition, bien connue, peut se démontrer géométriquement de la manière suivante. Joignons le point considéré M au centre K du cercle mobile; cette ligne coupe ce cercle en deux points P et Q. Dans le mouvement du cercle K ces deux points décrivent les deux diamètres rectangulaires I a' et I m'; leur distance P Q est d'ailleurs constante et égale au diamètre O O′ du cercle mobile. Il suit de là que le point M décrit une ellipse, ayant I pour centre, dont le grand axe $=$ 2 M Q est dirigé suivant I a', et dont le petit axe $=$ 2 M P est dirigé suivant I m'.

Le profil déterminé par l'outil, quelle que soit la position de cet outil, est donc une ellipse (2). Ainsi se trouve vérifiée la proposition énoncée au commencement de cette note.

Il y a au sujet de cette ellipse quelques remarques à faire, qui seront plus claires en rendant sa fixité au cercle O O′ et à l'outil M (fig. 1 et 13), et au centre I de l'ellipse son mouvement sur le cercle O O′. On voit qu'en joignant le point M où est l'outil, au milieu K de la ligne O O′ qui joint les centres de l'anneau A A et du disque B B, les distances M P, M Q de ce point M à la circonférence décrite sur O O′ comme diamètre représentent les deux demi-axes de l'ellipse déterminée par l'outil. La différence P Q $=$ O O′ de ces demi-axes est constante, quelle que soit la position de l'outil (3). Ainsi, pour une même position de l'outil, l'ellipse est d'autant plus aplatie que la distance O O′ est plus grande.

Si on considère différentes positions de l'outil, sur une ligne droite passant par le point K, on voit (fig. 12) que les axes de toutes ces ellipses ont les mêmes directions; la différence des axes étant constante, les ellipses seront d'autant plus aplaties que l'outil sera plus rapproché du point K; il résulte de cette différence constante que ces ellipses, semblablement placées, ne seront pas semblables entre elles.

Si on considère deux positions, M et M′, de l'outil, à égale distance du point K

---

(1) Ces deux lieux, trouvés précédemment (fig. 8 et 9), auraient pu se trouver simplement aussi en considérant (fig. 11) le mouvement de la droite O O′.

(2) On peut le vérifier expérimentalement au moyen d'une bande de papier fixée sur le coulisseau, et d'un crayon fixe extérieur; on peut vérifier, en faisant varier la position du crayon, l'exactitude des remarques qui suivent. L'outil fait, d'ailleurs, lui-même cette vérification.

(3) Il en résulte qu'on ne peut pas obtenir avec le tour à ovale, le point O′ étant une fois fixé, une ellipse dont les deux axes sont donnés, ce qui est un inconvénient assez grave. Mais une disposition très-simple permet de déplacer le point O′ sur la ligne O O′, de manière à donner à la différence des axes telle valeur qu'on veut.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(fig. 12 et 13), les ellipses obtenues seront égales, mais les axes ne seront pas orientés de la même manière. On voit facilement (fig. 12), que l'angle P'IP, dont ont tourné les axes, est égal à la moitié de l'angle MKM', dont a tourné l'outil autour du point K.

On voit déjà que le tour à ovale exige, pour son emploi, certaines précautions inutiles dans le tour ordinaire. Si l'on veut tourner une surface cylindrique à base elliptique, il faut que l'outil M ne quitte pas une ligne droite parallèle à l'axe K, ou, ce qui revient au même, à l'axe O du tour. Toute déviation de l'outil produira, ou un changement dans la grandeur de l'ellipse obtenue, si l'outil M se meut dans le plan passant par sa position initiale M et par l'axe K, ou un changement dans l'orientation de l'ellipse si l'outil M sort de ce plan.

Si l'on veut obtenir une surface tordue, à section constante, il faut que l'outil soit maintenu à une distance constante de l'axe K. Pour que la torsion soit régulière, il faudra que l'angle dont l'outil tourne autour de l'axe K soit proportionnel au déplacement de l'outil parallèlement à cet axe, c'est-à-dire que l'outil se meuve suivant une hélice ayant K pour axe.

Si l'on veut obtenir une surface à section variable, mais à deux plans de symétrie, il faudra que l'outil ne sorte pas du plan passant par sa position initiale M et par l'axe K. Si MM'M''M''' est le chemin parcouru par l'outil dans ce plan, et si on mène par P et Q (fig. 13 et 14) des parallèles à l'axe K, la demi-section longitudinale de la pièce tournée, dans le plan de symétrie, lieu des grands axes, sera MM'M'''Q'''Q, et cette demi-section dans le plan de symétrie, lieu des petits axes, sera MM'M'''P'''P. Ainsi les deux profils sont les mêmes, mais le second est plus rapproché de l'axe de la pièce tournée, d'une quantité égale à OO'. Ces profils sont, comme on voit, identiques à la courbe décrite par l'outil dans son plan. Il est facile de vérifier que les autres profils seront différents (1).

On peut donc obtenir ainsi une surface à section variable et de forme régulière ; mais il faut remarquer que, si les sections droites successives sont semblablement placées, elles ne sont cependant pas semblables entre elles. Pour qu'elles le fussent, il faudrait que le rapport des axes restât constant, ce qui est incompatible avec leur différence constante. Ce défaut de similitude est un inconvénient, car il nuit à la régularité de la forme, les sections droites successives étant plus ou moins aplaties.

Dans le cas où l'outil décrit dans le plan MKK''' (fig. 15) une ligne droite MM''',

---

(1) Si $y = f(x)$ est l'équation du profil dans le plan des grands axes, l'axe I de la pièce étant l'axe des x, l'équation du profil dans le plan faisant avec le premier l'angle θ est $y = \frac{f(x)\left\{f(x) - d\right\}}{\sqrt{\left[\left\{f(x) - d\right\}\cos\theta\right]^2 + \left[f(x)\sin\theta\right]^2}}$, d représentant la distance OO'. Pour $\theta = 90°$, il vient $y = f(x) - d$. On retombe ainsi sur le résultat indiqué précédemment.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

oblique sur KK‴, les deux profils dans les deux plans de symétrie seront représentés par cette ligne droite, mais ces deux lignes droites ne rencontrent pas au même point l'axe de symétrie de la pièce : la distance des deux points de rencontre est égale à $\frac{OO'}{Tg\alpha}$; de plus, les autres profils ne seront pas rectilignes. L'équation de ces autres profils se trouve sans difficulté, mais n'offre aucun intérêt. C'est une courbe du quatrième degré, qui varie avec l'orientation du plan dans lequel se trouve le profil. On voit donc qu'il est impossible de produire, avec le tour à ovale, une surface conique droite à base elliptique.

Je vais signaler, maintenant, des inconvénients d'une autre nature, que présente le tour à ovale, inconvénients relatifs à l'inclinaison de l'outil sur la pièce à tourner, et à la vitesse avec laquelle les différents points d'un profil passent successivement devant l'outil. Ces deux quantités doivent être sensiblement constantes. Cette condition est remplie d'elle-même dans le tour ordinaire si l'outil est fixe. Il n'en est pas de même dans le tour à ovale, comme on va le voir.

Soient M (fig. 16) le point qui représente le tranchant de l'outil, MM′ la direction de l'outil. Lorsque le centre du coulisseau est en I, le point M, considéré comme appartenant à la figure mobile, décrit une conchoïde du cercle O O′, dont la normale s'obtiendra en joignant le point M au point R, extrémité du diamètre passant par I, comme on l'a vu précédemment (fig. 8). La droite MT, perpendiculaire sur MR, sera la tangente à cette conchoïde, au point M. D'après la théorie des centres instantanés de rotation, cette ligne MT sera aussi tangente à la trajectoire relative du point M, considéré de nouveau comme étant fixe, c'est-à-dire au profil elliptique déterminé par l'outil (1). L'angle M′ MT, qui représente ainsi l'inclinaison de l'outil sur ce profil, est, comme on voit, variable, puisque le point I, et par suite le point R, se meut. A chaque révolution du point I, cette inclinaison croît depuis un minimum θ_2 (fig. 17) jusqu'à un maximum θ_1, pour revenir ensuite de θ_1 à θ_2. Ces valeurs limites correspondent à deux positions I_2, I_1 du centre du coulisseau, obtenues en traçant les diamètres passant par les points de contact A_2, A_1 des deux tangentes menées du point M au cercle O O′. Lorsque le point I va de I_2 en I_1, dans le sens connu, l'inclinaison augmente ; quand il va de I_1 en I_2, elle diminue (2); comme dans le premier mouvement le point I parcourt un arc plus

(1) On déduira facilement de là le théorème de géométrie suivant :

Soient une droite de longueur constante AB (fig. 16 *bis*), C un point fixe pris sur cette droite. On fait glisser les extrémités A et B sur deux axes rectangulaires fixes OX et OY ; à chaque position de AB on décrit un cercle AOB sur AB comme diamètre, on trace COI. La conchoïde variable du cercle K, ayant IK pour axe, et déterminée par la longueur OC, a pour enveloppe l'ellipse décrite par le point C ; le point C représente à chaque instant le contact des deux courbes.

(2) Cette oscillation complète de l'inclinaison se produit deux fois à chaque révolution de l'arbre du tour.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grand que dans le second, et que son mouvement est, d'ailleurs, uniforme, on voit que la période pendant laquelle l'inclinaison augmente a une durée plus grande que celle pendant laquelle elle diminue; comme, d'ailleurs, la variation de l'inclinaison, dans l'un et l'autre cas, est la même, il s'ensuit que l'inclinaison augmente plus lentement qu'elle ne diminue, ce qui vaut mieux que si le contraire avait lieu. La variation $\theta_1 - \theta_2$ de l'inclinaison est égale à l'angle α des deux tangentes menées du point M. L'inconvénient résultant de cette variation est donc d'autant moindre que O O′ est plus petit et que le point M est plus éloigné, ce qu'on pouvait prévoir, puisque alors, comme on l'a vu, le profil se rapproche de la forme circulaire. Dans ce cas aussi, les durées des deux périodes se rapprochent d'être égales, puisque l'angle $I_1 K I_2$ est le supplément de l'angle α. La valeur moyenne $\frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$ de l'inclinaison a lieu quand le point I occupe l'une des positions P et Q, définies précédemment.

On voit donc que, dans le cas surtout où l'on veut tourner des ellipses de petite dimension, il ne faut pas conserver à l'outil une direction fixe, mais faire varier sa direction de manière à lui conserver une inclinaison sensiblement constante sur le profil qu'on veut obtenir. Ce qui précède permettrait de définir, d'une manière précise, le mouvement qu'il faut donner à l'outil autour du point M. Mais, quand il s'agit d'un outil manœuvré à la main, une pareille définition du mouvement de l'outil offrirait peu d'utilité ; un ouvrier habile trouvera, avec un peu d'exercice, la manière dont il doit manœuvrer son outil. Il sentira, d'ailleurs, sans le secours d'aucune théorie, que si son outil reste fixe, son inclinaison sur le profil à tourner ne reste pas constante.

Cherchons, maintenant, la vitesse avec laquelle les différents points de la pièce à tourner passent successivement devant le point M. Supposons le centre du coulisseau en I (fig. 16). A ce moment un certain point de la pièce à tourner est en M. Le centre instantané de rotation est en R. Appelons ω la vitesse angulaire du point I dans son mouvement sur le cercle O O′, laquelle est constante, puisqu'elle est le double de la vitesse angulaire de l'arbre du tour. La vitesse linéaire du point I sera $\overline{KI}.\omega$. Donc la vitesse angulaire ω' de la rotation instantanée, autour du centre instantané R, sera $\omega' = \frac{\overline{KI}.\omega}{\overline{RI}} = \frac{\omega}{2}$ (1). La vitesse linéaire v du point M sera donc :

$$v = \overline{MR}.\omega' = \overline{MR}.\frac{\omega}{2}.$$

Or MR varie, donc v varie. Les différents points de la pièce qui viennent recevoir l'ac-

(1) On voit que, dans le mouvement du coulisseau ou d'une section droite de la pièce, le centre instantané de rotation se déplace bien, comme on l'a vu, sur le cercle O O′, mais la vitesse angulaire des rotations instantanées successives est constante, et égale à la vitesse angulaire de l'arbre du tour.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion de l'outil rencontrent donc cet outil (supposé fixe) avec des vitesses différentes, ce qui nuit au travail de l'outil. C'est encore un effet qui se manifestera de lui-même au tourneur, lequel y remédiera en diminuant la pression de l'outil à mesure que la vitesse augmente, et inversement. Il est facile de voir (fig. 17) que les vitesses minima et maxima correspondent aux positions Q et P du point I, et, par suite, aux deux instants où l'inclinaison de l'outil sur la pièce a sa valeur moyenne. On voit, en outre, sur la figure (17), que, pour les deux valeurs limites de l'inclinaison, les vitesses sont égales. La variation complète de la vitesse se fait, d'ailleurs, deux fois à chaque révolution de l'arbre du tour. Cette variation complète a pour valeur :

$$\overline{MQ}.\frac{\omega}{2}-\overline{MP}.\frac{\omega}{2}=(MQ-MP)\frac{\omega}{2}=PQ.\frac{2}{\omega}=OO'.\frac{\omega}{2}.\ \text{Mais}\ \frac{\overline{OO'}}{2}.\omega=\overline{KI}.\omega.$$

C'est la vitesse linéaire du point I, laquelle est constante. Donc la variation totale de la vitesse est indépendante de la position de l'outil et, par suite, de la grandeur de l'ellipse qu'on veut tourner; mais il faut remarquer que pour les grandes ellipses cette variation a une valeur relative moindre, puisque les vitesses absolues sont plus grandes. Cette variation est d'autant moindre que le tour marche plus lentement, et que les points O et O′ sont plus rapprochés.

Les remarques qui précèdent ne présentent qu'un intérêt de curiosité quand il s'agit du tour à ovale ordinaire, l'outil étant manœuvré à la main; mais elles acquerraient une certaine importance, si l'on voulait construire un tour à ovale self-acting, et il faudrait nécessairement, dans ce cas, en tenir compte.

Tout ce qui précède s'applique au tour à ovale, tel que je l'ai décrit au commencement de cette note. Mais on pourrait croire que la disposition que j'ai indiquée n'est qu'une manière particulière de résoudre le problème du tour elliptique. En effet, il y a une infinité de manières de faire mouvoir une figure plane dans son plan, de façon à ce *qu'un certain point fixe du plan* trace sur la figure mobile une ellipse ayant pour centre un point donné de la figure mobile. On peut donc se demander s'il n'existe pas une disposition qui permette d'éviter l'un ou l'autre des inconvénients signalés précédemment.

Si l'on veut que les différents points du profil se présentent à l'outil avec la même vitesse, il faut, ou bien que le lieu des centres instantanés de rotation sur le plan fixe soit un cercle ayant l'outil pour centre, et que la vitesse angulaire des rotations instantanées successives soit constante, ou bien, si ce lieu est une courbe quelconque, que la distance de l'outil aux points de ce lieu soit en raison inverse de la vitesse angulaire instantanée correspondante.

Si l'on veut que l'outil supposé fixe conserve une inclinaison constante α sur la surface du profil elliptique, il faut que le profil elliptique reste constamment tangent au point M (fig. 18) à une droite fixe MX faisant avec l'outil MM′ l'angle α. Il est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

facile de déduire de là, en coordonnées rectilignes ou polaires, la courbe que doit suivre le centre I de l'ellipse, c'est-à-dire l'axe de la pièce qu'on veut tourner. On trouve une équation de degré supérieur, qui se présente d'une manière un peu plus simple en coordonnées polaires :

$$\rho^2 = \frac{a^2 b^2}{a^2 - b^2} \operatorname{Tg} \theta \left\{ \frac{2 a^2 \operatorname{Tg} \theta}{a^2 - b^2 \pm \sqrt{(a^2 - b^2)^2 - 4 a^2 b^2 \operatorname{Tg}^2 \theta}} + \frac{a^2 - b^2 \pm \sqrt{(a^2 - b^2)^2 - 4 a^2 b^2 \operatorname{Tg}^2 \theta}}{2 a^2 \operatorname{Tg} \theta} \right\}$$

Cette courbe n'est pas très-simple, comme on voit ; mais on peut traiter la question géométriquement, et en donner une solution qui s'applique à toute espèce de profil RS (fig. 19). On voit, en effet, que la trajectoire du centre instantané de rotation sur le plan fixe n'est autre chose, dans ce cas, que la droite MY, normale en M à MX. D'autre part, on démontre facilement que la trajectoire du centre instantané sur la figure mobile est la développée UV du profil qu'il s'agit d'obtenir. Donc, on pourra réaliser la condition indiquée en faisant rouler sur la droite MY cette développée, roulement qu'on pourra obtenir dans chaque cas par différentes dispositions. Mais il faut remarquer que ces considérations sont purement théoriques, pour différentes raisons. D'abord, il ne paraît pas bien facile d'imaginer une disposition qui permette d'obtenir le roulement d'une développée complète d'ellipse sur une ligne droite (fig. 20). En outre, il faut remarquer qu'une pareille développée ne correspond qu'à *une ellipse unique*, et ne permettrait pas d'obtenir une ellipse plus grande ou plus petite ; et même, en se contentant ainsi d'un profil unique, il faudrait encore avoir soin de placer l'outil M en un point de la ligne droite sur laquelle roule la développée. L'impossibilité d'obtenir des ellipses de différentes grandeurs se voit encore sur l'équation de la trajectoire que le centre de la pièce doit décrire, laquelle contient les deux demi-axes a et b de l'ellipse qu'il s'agit d'obtenir.

D'ailleurs, on aurait pu prévoir ce résultat *à priori*, et voir que la disposition réalisée dans le tour à ovale est, dans ce qu'elle a d'essentiel, du moins, la seule qui permette d'obtenir des ellipses de grandeur variable, la seule, par conséquent, qui permette de placer l'outil dans une position quelconque, sans cesser d'obtenir une ellipse. Il serait, par exemple, tout à fait inutile de chercher une disposition permettant d'obtenir des ellipses semblables entre elles, ou d'éviter l'un des autres inconvénients qui ont été indiqués.

En effet, s'il est vrai qu'on peut d'une infinité de manières faire mouvoir une figure plane dans son plan, de façon à *ce qu'un certain point fixe* du plan trace sur la figure mobile une ellipse ayant son centre en un point donné de la figure mobile, il n'en est plus de même quand on veut que *tous les points* du plan fixe décrivent, sur la figure, des ellipses ayant le point donné pour centre commun. Dans ce cas, le mouvement de la figure mobile est complétement déterminé, quant à sa nature géométrique, comme on va le voir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Considérons le mouvement relatif du plan fixe considéré comme mobile, par rapport à la figure mobile rendue fixe. Il faut que, dans ce mouvement relatif, tous les points du plan décrivent des ellipses ayant pour centre commun un certain point O (fig. 21) de la figure rendue fixe. Soit O′ le point du plan actuellement en coïncidence avec O. L'ellipse décrite par O′ se réduit nécessairement, ou au point O lui-même (c'est-à-dire à un cercle de rayon nul), ou à une certaine droite MN ayant son milieu en O. Dans le premier cas, le mouvement relatif du plan est une rotation autour du point O de la figure, et, inversement, le mouvement absolu de la figure est une rotation autour du point O′ du plan. Toutes les ellipses sont des cercles. C'est le cas du tour circulaire ordinaire, qui n'est évidemment qu'un cas particulier du tour elliptique. Laissons donc de côté ce cas particulier. Le point O′ du plan décrit la ligne MN, alternativement dans un sens et dans l'autre. Pendant ce mouvement, le plan tourne autour de ce point O′, car, s'il ne tournait pas autour de O′, tous les points du plan décriraient des lignes égales et parallèles à MN, et non pas des ellipses ayant O pour centre. On peut se donner arbitrairement la loi du mouvement du point O′ suivant MN; mais, une fois qu'on s'est donné cette loi, la loi du mouvement de rotation autour de O′ n'est plus arbitraire, car cette rotation doit être combinée avec la translation du point O′, de façon précisément à ce qu'on obtienne les ellipses ayant O pour centre. Soit O'_1 une certaine position du point O′. A ce moment, un deuxième point du plan, que j'appellerai O_2, est en coïncidence avec le point O de la figure. D'après ce qui a été dit précédemment, ce point O_2 ne peut décrire qu'une deuxième ligne droite, XY, passant par O. Si nous prenons, sur ON, Oa égale à la vitesse de translation du point O′ arrivé en O'_1, et, sur une perpendiculaire ZZ′, Ob égal à la vitesse du point O_2 dans la rotation autour du point O′ arrivé en O'_1, la résultante Oc nous donnera évidemment la direction de la droite XY suivie par le point O_2. Seulement, si la position O'_1 est quelconque, nous pouvons bien prendre Oa arbitrairement, mais nous ne connaissons pas la valeur Ob correspondante. Mais, si, au lieu de considérer une position O'_1 quelconque du point O′, nous considérons la position extrême, N, il est clair qu'à ce moment la vitesse du point O′ change de signe. Elle est donc nulle. Oa étant nul, Oc se confond avec Ob. Si donc O_3 est le point du plan qui se trouve en O, quand le point O′ est en N, il est clair que ce point O_3 se meut suivant ZZ′. Lorsque le point O′ sera en A, le point O_3 sera en B sur ZZ′. La droite AB du plan se meut donc de manière à ce que ses extrémités glissent sur deux axes rectangulaires tracés dans la figure.

Si nous revenons au mouvement absolu de la figure, en rendant de nouveau le plan fixe, nous voyons que deux axes rectangulaires tracés sur la figure, par le point O, doivent constamment passer par deux points fixes A et B du plan. Enfin, si, au lieu de considérer ce qui se passe dans une section droite, nous cherchons le mouvement général de la pièce à tourner, nous voyons qu'en appelant O la droite qui dans la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pièce doit contenir les centres de toutes les ellipses, A et B deux droites fixes parallèles à la ligne O, la pièce doit se mouvoir de manière à ce que deux plans rectangulaires passant par O, et faisant corps avec la pièce, passent constamment par les lignes A et B.

C'est précisément ce qui a lieu dans le tour à ovale, et on voit que tout autre mouvement de la pièce à tourner ne fournirait pas de profils elliptiques, pour une position quelconque de l'outil.

Cela ne veut pas dire qu'on ne puisse pas réaliser ce mouvement de diverses manières (1); mais, quelle que soit la disposition particulière employée, il faut toujours qu'elle donne lieu au mouvement géométrique qui vient d'être indiqué.

Il résulte de là aussi que la théorie du tour à ovale, et les remarques qui l'accompagnent, sont applicables à toute autre disposition que celle qui a été indiquée en commençant.

ARTS TEXTILES.

DES PRODUITS TEXTILES A L'EXPOSITION DE LYON, PAR M. ALCAN,

Membre du Conseil (*Suite et fin*) (2).

Dans nos visites à l'Exposition de Lyon, nous nous sommes surtout attaché à déterminer les progrès réalisés depuis le dernier concours universel de Paris, en 1867. Cette recherche présentait certaines difficultés, attendu que les nombreuses variétés de produits textiles n'offraient à la vue aucune particularité; les moyens, sauf ceux que nous avons déjà mentionnés, intéressant les fils de soie, faisaient presque totalement défaut. Nous avons, en conséquence, dirigé nos investigations au dehors et mis à contribution les ateliers et les fabriques, afin de nous édifier sur l'état technique des diverses industries filamenteuses; c'est le résumé des faits ainsi constatés par spécialités qui forme l'objet de cette seconde note.

---

(1) J'ai vu, depuis que j'ai rédigé cette note, un tour à ovale dans lequel les règles cd, cd' (fig. 1) font corps avec le coulisseau, au lieu de faire corps avec l'anneau A A.

(2) Voir cahier de février 1873, p. 75.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans l'industrie du coton, ce sont surtout les traitements de la matière brute et ses premières transformations qui continuent à être l'objet de recherches, dont le but est de perfectionner les moyens par lesquels les fibres sont mises en liberté, et d'arriver à en utiliser plus complétement les déchets. De là l'invention française d'une machine à *égousser* pour remplacer le travail lent et onéreux de l'*égoussage* à la main, et deux nouveaux systèmes d'égraineuse, l'une anglaise, propre à traiter également les longues et les courtes soies, et produisant la quantité énorme de 56 kilog. de coton pur en une heure, l'autre, française, destinée aux petites exploitations. Les deux genres sont surtout remarquables par les détails imaginés dans le but de conserver toutes ses qualités à la matière, malgré l'action énergique indispensable au détachement de la graine. On sait la masse que représente celle-ci ; elle est, en moyenne, de trois fois et demie le poids du coton, et, donne 7 milliards pour la consommation européenne seulement. On connaît aussi tous les efforts faits pour retirer de cette graine l'excellente huile qu'elle contient. L'industrie cotonnière, aussi bien que celle des huileries, est intéressée à la solution de cette question ; quoiqu'on soit loin encore de profiter de toute la semence oléagineuse extraite par l'égrainage, le problème est néanmoins résolu pratiquement depuis quelques années déjà. Marseille, à elle seule, transforme environ 130 000 quintaux de graines par an. Si cette quantité est insignifiante comparée à la production totale, elle est du moins plus que suffisante pour démontrer que cette industrie n'en est plus à chercher sa voie ; elle est, en effet, devenue un précieux débouché pour l'Égypte, l'Algérie, et diverses contrées du Levant. Le prix des graines varie en raison de leur provenance ; il est de 20 à 10 fr. les 100 kilog., suivant qu'elles sont lisses et nettes comme celles des cotons de belles qualités, dits longues soies ; vertes ou blanches et duveteuses, comme celles des fibres courtes, en général. La différence de valeur est la conséquence des transformations qu'il faut faire subir aux graines duveteuses pour les débarrasser des filaments avant de les soumettre à la presse. Une fois décortiquée et réduite en farine, la matière qui contient, chimiquement, de 30 à 33 pour 100 d'huile en rend de 23 à 25 pour 100 pratiquement. L'état des choses est donc tel, aujourd'hui, que ce déchet, naguère tout à fait perdu et qui l'est encore dans une proportion considérable, représente, au minimum, une valeur de $10 \times 3{,}5 = 35$ fr., et, au maximum, $20 \times 3{,}5 = 70$ fr. par 100 kilog. de coton égrainé, variant lui-même de 200 à 400 fr. les 100 kilog. Si nous admettons une moyenne, 52 fr. pour la graine et 300 fr. pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le coton, la première représente actuellement 17,33 pour 100 de la valeur du coton. L'utilisation complète de ce déchet permettrait de dégrever la fibre dans une proportion notable. L'industrie cotonnière est donc intéressée à voir réussir les recherches faites en ce moment pour arriver à un décorticage économique, afin de faire disparaître, en partie au moins, les causes de l'écart qui existe entre le cours des graines des divers caractères sus-mentionnés.

Les progrès dans les transformations ultérieures de la matière consistent surtout dans la diffusion de certains moyens perfectionnés intéressant soit l'hygiène des ateliers, soit la qualité des produits ou leur prix de revient. Le débourrage automatique, inventé et appliqué par un contre-maître de Rouen, M. Dannery, est au nombre des premiers. L'un des prix accordés pour l'amélioration des arts insalubres, par l'Académie des sciences, au modeste inventeur de ce moyen ingénieux contribue, pour sa part, à mettre sa valeur en lumière et à le recommander à l'industrie.

La grande invention de Heilmann, qui a reçu la première des récompenses dont la Société d'encouragement dispose, étend chaque jour son domaine et multiplie ses services. Elle est actuellement appliquée à la préparation de filaments qui paraissaient devoir lui échapper à cause de leur peu de longueur. Il a suffi de quelques modifications de détails pour généraliser en quelque sorte le principe au profit de la perfection des résultats.

Mais le fait dominant et caractéristique du progrès se révèle dans l'abaissement relatif ou la stagnation du prix de la plupart des produits, en présence de l'élévation de la valeur vénale des éléments qui y concourent, et notamment de la matière première, des salaires, du combustible, des métaux, etc. Une grande part de ce résultat revient à la précision de plus en plus absolue apportée à l'outillage automatique. Une accélération considérable dans les organes, et la possibilité de réduire le personnel nécessaire à la direction des machines, ont été la conséquence des perfectionnements auxquels nous faisons allusion, et parmi lesquels on doit comprendre la propagation des métiers à filer de 1 000 à 1 200 broches, dont les services étaient naguère encore contestés. Le casse-fils-chaîne, si longtemps cherché, pour arrêter spontanément le métier à tisser lorsqu'un des fils vient à rompre, comme cela a lieu pour la trame, quoique facile à concevoir en principe, n'aurait jamais été applicable en pratique sans une exécution courante irréprochable des pièces auxquelles il se rapporte.

Nous avons vu, à Amiens, cet appareil adapté à des centaines de métiers,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tissant du velours de coton à 140 coups à la minute. Le métier s'arrêtait aussi promptement que possible toutes les fois que nous cassions un fil; ce perfectionnement, aussi ingénieux qu'efficace et utile, est dû à M. Rousseau, directeur d'un établissement de tissage.

L'un des articles en coton les plus remarqués à l'Exposition de Lyon était une imitation de dentelle exécutée à la mécanique. La ressemblance est telle que le public s'y trompe souvent. Nous avons visité, à Roubaix, l'atelier de MM. Sival, Dillies et Requillard où se fabriquent ces dentelles, et où fonctionnent une vingtaine de métiers fabriquant pour plus d'un million de dentelles par an; ces industriels montent actuellement une succursale plus importante encore à Lyon. Le point le plus intéressant à signaler est la supériorité incontestable de ces nouveaux produits faits sur des métiers à tisser le tulle, venus à grands frais de Nottingham (chaque métier coûte 18000 fr. environ); cependant l'industrie anglaise ne peut jusqu'ici rivaliser avec les produits français. Ce fait offre un nouvel exemple des connaissances approfondies de notre industrie dans la partie spéciale de tissage désignée sous le nom de *montage*. Les organes d'un métier à tulle peuvent, en quelque sorte, être comparés aux pièces d'un jeu d'échecs; l'habileté et la science du monteur consistent à combiner la marche de ces organes, de manière à obtenir certains effets désignés *à priori*. Dans le cas dont il s'agit, les fils reçoivent des combinaisons de mouvements telles qu'il en résulte des mailles dont les côtés sont partiellement tordus, tandis que les contours des réseaux du tulle sont caractérisés par de simples entre-croisements.

L'industrie des lainages ras et souples, dont le tissu mérinos est le type, et Reims le principal centre de fabrication, a longtemps rencontré de sérieuses difficultés dans l'application des moyens automatiques; elle n'a plus rien à envier aujourd'hui à l'industrie cotonnière. La substitution des grands métiers à filer aux petits a eu non-seulement les résultats économiques signalés précédemment en parlant de la filature du coton, mais les fils ont été améliorés au point qu'ils supportent actuellement le tissage mécanique aussi bien que les fils les plus résistants; aussi ce mode de travail s'étend-il chaque jour, il formait récemment encore l'exception, il domine aujourd'hui de beaucoup le travail à la main.

Le progrès est tel dans l'industrie française des lainages ras et souples, que ses produits sont sans concurrence sérieuse en Europe, et sont recherchés par les consommateurs du monde entier. La Société d'encouragement n'a pas été étrangère à ces résultats; les différents prix proposés par elle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour stimuler la solution de divers problèmes importants intéressant cette spécialité, le nom des lauréats qui figurent dans ses *Bulletins*, et entre autres, ceux de Demaury, de Declanlieu, de Dobo, de Laurent, de Heilmann, etc., dont l'industrie conserve, pour des services considérables, un reconnaissant souvenir, témoignent de la sollicitude éclairée de notre Société pour l'une de nos manufactures devenue des plus actives et des plus remarquables. Il n'est que juste d'associer le nom de Ternaux à ceux que nous venons de citer, il aurait certainement figuré parmi les grands lauréats de la Société, si sa qualité de membre du Conseil ne l'avait mis hors concours.

L'industrie, après avoir franchi les étapes des transformations automatiques auxquelles nous venons de faire allusion, aborde des modifications qui, pour être considérées comme accessoires, n'en ont pas moins un grand intérêt technique et économique. La question de l'encollage des chaînes par exemple, dont les traces doivent disparaître après le tissage, est de ce nombre. Jusqu'à ces derniers temps, la colle animale de la gélatine était exclusivement appliquée aux fils de la laine; les motifs avancés pour exclure toutes substances végétales et surtout les fécules employées au coton, au chanvre et au lin, quoique laissant à désirer, n'empêchèrent pas de conserver la gélatine pour les lainages jusqu'au moment où une maison de Roubaix essaya de substituer la colle de fécule à celle de la gélatine.

L'application nouvelle eut un immense succès; la maison dont nous parlons a encollé 85000 kilog. de fils de laine, du mois d'avril 1870 au mois d'avril 1871. Si on avait apprêté ces fils à la gélatine, on en aurait employé 320 grammes par kilogramme de fils et, par conséquent, $85000 \times 0^k,320 = 27200$ kilog.; en comptant la gélatine à 2 francs le kilog., la dépense se serait élevée à 54400 francs. Tandis qu'en employant la colle de fécule, on n'en use que 150 grammes par kilogramme de fils et $150 \times 85000 = 12750$ à $0^f,54 = 6885$ francs. Il y a donc une économie annuelle de 47515 fr. dans un seul établissement, non compris celle de l'emplacement et du matériel, une machine à encoller pouvant, à cause de la rapidité du séchage, marcher à une vitesse double avec de la colle végétale que lorsqu'on emploie la colle animale. Ce résultat important mérite d'être signalé à cause de la simplicité du moyen par lequel il est atteint.

Quant à l'ancienne industrie classique de la draperie, ses progrès ont marché parallèlement à ceux des industries dont nous venons de parler. On se fera une idée des modifications qui s'y sont introduites, par ce seul fait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que le personnel a été réduit de plus des 4/5 depuis le commencement de ce siècle. Pour ouvrer, à cette époque, 1500 kilog. de laine dans un temps donné, il fallait environ 10000 ouvriers; le même travail peut actuellement avoir lieu avec moins de 1900 personnes. Les nombreuses opérations, sauf une seule, ont leur part dans cette réduction. Le traitement connu sous le nom d'*épaillage*, dont le but est d'enlever, avec des pinces maniées à la main, les pailles, les substances végétales de toutes sortes que le tissu contient inévitablement, est le seul qui exige un personnel plus nombreux encore qu'autrefois, par suite de l'emploi de quantités considérables de laines exotiques chardonneuses. Aussi, bien des tentatives, que nous ne pouvons examiner en ce moment, ont-elles été faites pour modifier l'opération lente, fatigante, onéreuse, si forcément imparfaite de l'épaillage à la main. Nous nous bornerons à mentionner le procédé chimique, imaginé tout dernièrement, dont l'efficacité et les avantages sont tels qu'il s'est généralisé avec une rapidité peu ordinaire.

Des établissements spéciaux, travaillant à façon, se sont montés dans presque tous les centres manufacturiers, notamment à Elbeuf, Reims, Roubaix, Sedan, Vire, et dans les villes du Midi. Le principe sur lequel repose le procédé consiste : 1° dans l'immersion, dans un bain acidulé, du tissu de laine à épurer; 2° dans son passage aussi rapide que possible à la température la plus élevée que la laine puisse supporter, à 100 degrés par exemple. Toutes les substances autres que la laine se carbonisent à tel point que, si on traite un lainage entièrement blanc avant de l'exposer à la chaleur, il sortira de l'air chaud avec l'apparence chinée ou mouchetée en noir d'un drap mélangé à dessein. Les opérations ultérieures font disparaître spontanément tous ces points noirs résultant de la carburation.

Nous ne parlons ni des opérations accessoires du lavage à l'eau alcaline pour enlever toute trace d'acide, ni des bains préservateurs lorsqu'il s'agit de matières teintes, ni de l'essorage, n'ayant l'intention que de signaler la partie originale du nouveau procédé de M. Frezon Cependant les produits exposés, certainement épurés par ce nouveau moyen, ne le révèlent par aucun caractère extérieur. Cette remarque justifie, ce nous semble, l'opinion émise au début de cette note sur la nécessité de rechercher, ailleurs que dans les vitrines des produits exposés, le véritable état du progrès.

Néanmoins, certains tissus, tels que les étoffes pour meubles, attiraient la vue par leur apparence et leur caractère. Certaines de ces tentures

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étaient aussi intéressantes sous le rapport artistique qu'industriel; le choix des dessins, le mariage des couleurs, l'exécution des entrelacements rappelaient les magnifiques soieries des XVI^e^ et XVII^e^ siècles, si admirées par les artistes, et dont la galerie des estampes de la Bibliothèque nationale conserve de si précieux échantillons.

A côté de ce genre d'étoffes, MM. Tassinari et Chatel avaient aussi exposé des ornements d'églises, des chapes, des chasubles, des dalmatiques, etc., remarquables par leur légèreté, leur flexibilité, la possibilité de les draper élégamment, et aussi par la sobriété inusitée de leur ornementation. En évitant l'emploi criard des masses de clinquant généralement employées et en créant des vêtements sacerdotaux moins cher et de meilleur goût que par le passé, ces spécialistes paraissent heureusement inspirés. Ils fournissent ainsi des produits dignes de figurer dans les plus grands temples, et accessibles aux desservants des plus petites paroisses.

Les châles et tapis de la maison Rivoiron offraient également une perfection assez rare dans ce genre de produits, l'absence des défauts si communs désignés sous le nom de piquages ou *piqûres*. Ces défauts résultent de l'apparence, en certains points, des fils de la chaîne qui devraient être entièrement recouverts par ceux de la trame. Lorsque les deux séries de fils n'ont pas la même couleur, la multitude de ces piqûres amoindrit la valeur du produit. On est arrivé, par un procédé fort ingénieux, à n'exécuter d'entrelacement qu'entre des fils de même nuance en trame et en chaîne. Le moyen mérite d'être signalé, comme présentant une ressource à utiliser dans le tissage façonné.

Ce ne sont cependant pas toujours les procédés les plus féconds et les plus recommandables qui ont le plus de succès, permettez-moi d'en fournir la preuve en citant la vogue obtenue dans ces derniers temps par les soieries annoncées sous les divers noms de *drap de France*, de *drap cyclope*, des étoffes dites *Marie-Blanche*, etc. Ces articles, généralement noirs, n'ont absolument rien de particulier que leurs noms et des lisières blanches ou teintes d'une couleur opposée à celle de la pièce; quelquefois il n'y a qu'une lisière qui tranche, de là le nom de cyclope. Ce petit stratagème a pour but de prouver à la clientèle, peu familiarisée avec les moyens de la fabrication, que l'étoffe qu'on lui offre a été teinte en fils. On se garde bien de lui dire qu'il n'en a jamais été autrement pour les soieries noires de quelque valeur, et qu'on teignait les lisières avec le reste. Cette idée de ne plus les teindre a été un motif de réclame qui a réussi au delà de ce que l'on peut imaginer, et a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rapporté bien plus que beaucoup de moyens sérieux et avantageux qui ont parfois absorbé toute la carrière d'un chercheur consciencieux.

Hâtons-nous de dire que les lisières non teintes ne prouvent cependant pas toujours la teinture en fils de l'article. Les lisières de certains tissus légers, en soie, sont parfois en substances qui ne prennent pas la teinture. La soie peut alors se teindre, sans que les lisières se colorent; quelquefois aussi ces dernières sont réservées chimiquement. Ces sortes de pratiques sont surtout appliquées dans la fabrication des foulards, qui a pris une grande extension en France. Lyon et ses environs sont arrivés à une production annuelle d'au moins 50 millions; chiffre considérable lorsqu'on songe que notre commerce s'est pendant bien longtemps approvisionné dans l'Inde, par l'intermédiaire du marché de Londres. Un ensemble de faits et de progrès a contribué à cet état de choses : notre ancienne supériorité incontestée dans l'impression, l'habileté de nos industriels à combiner et à marier la grége et les fils de bourre et de fantaisie, et enfin le fait, tout récent, du développement de l'emploi du coton dans les soieries.

Ce sont non-seulement des foulards très-beaux que l'on fait avec moitié coton, mais des taffetas, des satins, des velours, etc. On est arrivé à combiner les entrelacements au tissage de manière à ne laisser voir que la soie à l'endroit, et les apprêts se sont perfectionnés au point de donner à l'envers même des apparences si soyeuses qu'elles font illusion. L'élévation croissante du prix des soies a stimulé la réalisation de ces divers résultats avouables et recommandables. La même cause a sa part dans un autre fait moins satisfaisant; nous voulons parler de la surcharge des soies en teinture. Des quantités énormes de fils reçoivent une addition de poids de 300 pour 100. Les industriels français excellent si bien dans cette direction qu'on leur envoie des poids énormes de soies des diverses contrées d'Europe pour être teintes chez nous et réexpédiées.

Malgré la longueur de cette revue, que nous eussions voulu abréger pour épargner les moments de la Société, nous n'avons pas cependant épuisé la matière; il nous resterait à vous signaler, entre autres, des perfectionnements dans la spécialité des apprêts, de nombreux progrès dans l'exécution, les modifications et applications nouvelles des machines à coudre, le développement pris par les machines à essorer, à sécher et même les appareils à humecter l'air, etc. Mais la Société devant être saisie isolément de ces divers sujets, ce sera l'occasion, pour le rapporteur qui en sera chargé, d'en mettre en lumière les différents côtés intéressants à plus d'un titre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DE VOYAGE.

SUR QUELQUES PROGRÈS RÉCENTS DES INDUSTRIES CHIMIQUES ET MÉTALLURGIQUES EN ANGLETERRE, PAR M. GEORGES LEMOINE,

Ingénieur des Ponts et Chaussées, Répétiteur à l'École polytechnique.

La science et l'industrie sont aujourd'hui tellement liées qu'il est nécessaire pour chacune d'elles d'être au courant des progrès de l'autre. C'est à ce point de vue que j'ai fait en Angleterre, dans l'automne de 1872, un voyage dont je vais essayer de résumer quelques-uns des principaux souvenirs. Ces notes suffiront pour montrer quels efforts fait l'industrie anglaise pour améliorer sa situation, déjà si prospère; elles donneront une idée des transformations qui peuvent d'un jour à l'autre se réaliser dans les fabrications les plus anciennes et les mieux connues.

I. — INDUSTRIES CHIMIQUES.

Fabrication du chlore.

La fabrication du chlorure de chaux est aujourd'hui l'une des industries chimiques les plus importantes. En Angleterre, par exemple, l'ensemble des usines situées sur les bords de la Tyne, près de Newcastle, ne produisent pas moins de 500 tonnes par semaine; l'une des plus considérables de ces usines fabrique à elle seule plus de 140 tonnes. L'exportation pour l'Amérique est considérable.

Dans tous ces grands établissements, la production du chlorure de chaux se fait en même temps que celle de la soude artificielle. Cette dernière industrie, fondée sur l'emploi du sulfate de soude, exige la décomposition du chlorure de sodium par l'acide sulfurique et entraîne, comme conséquence nécessaire, la formation d'acide chlorhydrique. Cet acide est utilisé pour obtenir du chlorure de chaux : les deux fabrications sont ainsi, jusqu'à un certain point, solidaires l'une de l'autre.

Le chlore nécessaire pour la formation du chlorure de chaux s'obtient, comme on sait, par l'action de l'acide chlorhydrique sur le bioxyde de manganèse :

$$2\,HCl + Mn\,O^2 = Mn\,Cl + 2\,HO + Cl.$$

Ce procédé a plusieurs inconvénients. On n'y utilise, même théoriquement, que la moitié du chlore contenu dans l'acide chlorhydrique, puisque l'autre moitié passe à l'état de chlorure de manganèse. On perd absolument tout le manganèse qui a servi à produire la réaction. Enfin, lorsque les résidus sont jetés dans les eaux courantes, ils peuvent susciter des plaintes sérieuses.

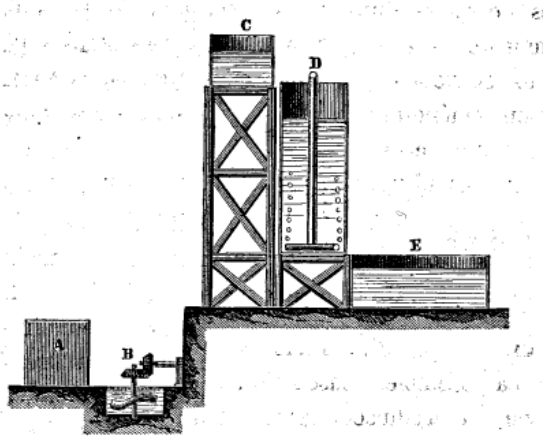
Des solutions très-diverses ont été proposées pour le problème ainsi soulevé. Je

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

m'attacherai seulement aux méthodes les plus récentes proposées par M. Weldon et par M. Deacon, car ces procédés sont effectivement pratiqués aujourd'hui en Angleterre sur une grande échelle, ou ils paraissent pouvoir l'être dans un prochain avenir. Ils réalisent l'une des applications les plus curieuses des sciences expérimentales à la grande industrie.

Premier procédé de M. Weldon; emploi de la chaux. — Le premier procédé proposé par M. Weldon repose sur l'emploi combiné de la chaux et de l'air atmosphérique pour reproduire, au moyen du chlorure de manganèse, le bioxyde primitif. La même quantité de minerai de manganèse ressert ainsi indéfiniment.

Fig. 1.



A, vase où se produit le chlore.
B, appareil de neutralisation.
C, bassin de dépôt.
D, appareil d'oxydation.
E, bassins de dépôt pour le bioxyde de manganèse régénéré.

Lorsqu'on traite une dissolution de chlorure de manganèse par de la chaux, il se précipite du protoxyde de manganèse; mais, si sur ce protoxyde on fait passer de l'air, il se suroxyde: grâce à la présence d'un excès de chaux, il se forme du bioxyde de manganèse, ou plutôt une combinaison de la chaux avec ce bioxyde (1).

Le chlore est produit, comme cela a lieu ordinairement en Angleterre, dans de grandes cuves de grès chauffées à la vapeur. On amène la dissolution de chlorure de manganèse dans des bassins placés au niveau le plus bas de l'usine, où l'on neutralise l'excès d'acide par de la craie. Les matières insolubles (sulfate de chaux, etc.) se déposent ensuite dans un réservoir placé à l'étage supérieur, et, de là, le liquide se rend à l'appareil d'oxydation.

Cet appareil consiste essentiellement en une sorte de tour cylindrique en tôle qui peut

(1) D'après M. Weldon, lorsqu'on fait passer à froid de l'air sur le protoxyde de manganèse, on obtient toujours $Mn^2 O^3$; à 100 degrés, on obtient $Mn^3 O^4$.

En présence de la chaux, l'air donnerait naissance à des combinaisons variant depuis CaO, MnO^2 jusqu'à $CaO, HO, 2MnO^2$. Ordinairement, pour 1 équivalent de MnO^2, il y a de 0,7 à 0,9 équivalent de base; souvent cependant on se rapproche beaucoup de 0,5 équivalent de base (*Chemical News*, 23 septembre 1870; voir aussi le compte rendu de M. Black, de Newcastle, *Tyne Social Chemical Society*, 6 octobre 1871.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avoir 4 mètres de diamètre et 10 mètres de hauteur. On fait arriver sur la dissolution un lait de chaux, de manière à avoir en tout, pour 1 équivalent de chlorure de manganèse, 1,6 équivalent de chaux. Le protoxyde de manganèse, qui s'est précipité, est suroxydé par un courant d'air qu'on injecte dans le liquide au moyen d'une machine à vapeur spéciale : il pénètre dans le liquide par un tube vertical qui se termine par une série de tubes horizontaux percés, à leurs extrémités, de trous d'environ $0^m,01$. La température est maintenue en même temps vers 50 degrés centigrades en faisant arriver, si cela est nécessaire, un courant de vapeur ; cette élévation de température a surtout pour but de favoriser la dissolution de la chaux dans le chlorure de calcium formé, car la chaux ainsi dissoute agit beaucoup plus facilement que si elle était solide. La durée de l'oxydation est d'environ 5 heures (souvent beaucoup moins) pour les dimensions indiquées, soit 2 heures pour chaque tonne de chlorure de chaux à former. On arrête l'opération lorsque la proportion de bioxyde de manganèse n'augmente plus entre deux essais consécutifs (1).

Le bioxyde de manganèse est retiré des appareils d'oxydation sous forme d'une boue d'une extrême fluidité, ce qui se conçoit, puisque l'oxyde s'est produit à l'état de précipité chimique, au sein même du liquide. Le mélange peut renfermer environ 35 grammes de bioxyde de manganèse par litre. On l'amène dans un bassin de dépôt. On décante la dissolution de chlorure de calcium qui surnage, à l'état de liqueur limpide, dans la moitié supérieure du bassin. Quant au bioxyde de manganèse en suspension (70 grammes par litre) qui forme la moitié inférieure, on l'envoie directement, et sans le laver, aux appareils où se produit le chlore ; il suffit, pour cela, de le faire écouler par des canaux d'environ $0^m,30$, dont la pente est convenablement ménagée.

On rentre, dès lors, dans le cycle d'opérations déjà décrit ; le bioxyde régénéré redonne du chlore avec une extrême facilité puisqu'il est à l'état presque fluide. Le même oxyde ressert donc indéfiniment, sauf une perte qui, à chaque opération, est de 10 pour 100 environ (quelquefois, par exception, 5 pour 100 et même 2 pour 100).

La dépense se trouve ainsi réduite principalement à celle de l'acide chlorhydrique,

---

(1) L'essai ainsi nécessité se fait par le contre-maître de la manière suivante :

On prend dans la cuve d'oxydation un pouce cube (16 cent. cub.) du liquide contenant le bioxyde de manganèse en suspension. On ajoute un volume déterminé d'une dissolution titrée de sulfate de fer, calculé de manière qu'il soit en excès, et additionné d'acide chlorhydrique. L'acide dissout immédiatement tout le mélange, car le bioxyde de manganèse a été tout entier désoxydé par le sulfate de protoxyde de fer. Il ne reste donc plus qu'à apprécier la quantité de sulfate de fer qui est encore au minimum d'oxydation.

On se sert, pour cela, d'une dissolution titrée de bichromate de potasse que l'on verse avec une burette graduée : il arrive un moment où une goutte du liquide portée avec une baguette de verre sur une plaque de porcelaine prend une teinte jaune au lieu de verte : on est sûr qu'alors tout le sulfate de protoxyde de fer a été suroxydé, et on en conclut la quantité de bioxyde de manganèse primitivement existante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la chaux et de la force motrice. Pour une tonne de chlorure de chaux, la force motrice nécessaire pour l'insufflation de l'air exige une dépense d'environ 3f,75; le calcaire et la chaux exigés tant pour la neutralisation que pour la décomposition du chlorure de manganèse peuvent être évalués à 12f,50. Enfin, la quantité d'acide chlorhydrique nécessaire, dans la pratique, pour produire une quantité donnée de chlorure de chaux est évaluée par M. Weldon aux 60 pour 100 seulement de ce qui est effectivement employé avec le bioxyde de manganèse naturel, lorsque le chlore est fabriqué dans les grands bassins en grès usités en Angleterre. Il est vrai que le bioxyde artificiel est combiné avec de la chaux qui exige en pure perte une quantité supplémentaire d'acide; mais, en revanche, le bioxyde naturel renferme des substances étrangères telles que de l'oxyde de fer; en outre, il est compacte, de sorte qu'il y a plus que compensation.

En résumé, le procédé de M. Weldon a, dit-il, abaissé le prix de revient du chlorure de chaux de plus de moitié (1). Il donne du chlore pur, permettant de faire du

(1) Je transcris ici les renseignements complémentaires qu'a bien voulu me transmettre M. Weldon, et dont il doit naturellement garder la responsabilité :

Prix de revient. — En 1872, dans le Lancashire, le prix de revient d'une tonne de chlorure de chaux, titrant 115 degrés chlorométriques, pouvait être établi comme il suit :

1° Par le procédé qui vient d'être décrit,

1 250 kilog. de charbon, à 7 fr. 50 la tonne.	9f,50
250 — calcaire, à 8 fr. la tonne.	2,00
1 300 — chaux, à 15 fr. la tonne.	19,50
Bioxyde de manganèse pour remplacer la perte. . . .	8,00
Main-d'œuvre.	15,50
Barriques pour le chlorure de chaux.	22,50
Frais généraux.	12,00
Total.	89f,00

2° Par le procédé ordinaire, c'est-à-dire au moyen du bioxyde de manganèse naturel,

850 kilog. de bioxyde de manganèse, à 170 fr. la tonne.	144f,50
600 — chaux, à 15 fr. la tonne.	9,00
Vapeur d'eau.	6,00
Main-d'œuvre.	22,50
Barriques pour le chlorure de chaux.	22,50
Frais généraux.	12,00
Total.	216f,50

Économie d'acide chlorhydrique. — Dans ces évaluations, rien n'est compté pour le prix de l'acide chlorhydrique, car, en Angleterre, il n'a à peu près pas de valeur commerciale. Mais M. Weldon estime que, pour former une tonne de chlorure de chaux, il faut décomposer une quantité de chlorure de sodium égale à :

2 700 kilog. (et même 2 200 kilog.?) pour son procédé.

4 000 à 5 000 kilog. pour le procédé ordinaire, sans régénération du bioxyde de manganèse.

Les petites bombonnes habituellement employées en France pour la fabrication du chlore uti-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chlorure de chaux titrant près de 120 degrés chlorométriques. Enfin, les résidus de fabrication du chlore ne peuvent plus ainsi donner lieu à aucune plainte : les usines n'envoient aux rivières qu'une dissolution *neutre* et limpide de chlorure de calcium ; les ouvriers n'ont plus à subir le travail si pénible du chargement et du déchargement des vases à chlore ; tout se réduit pour eux à la manœuvre de quelques robinets.

Il ne faut donc pas s'étonner si le procédé de M. Weldon est employé actuellement dans un grand nombre d'usines de l'Angleterre et du continent. MM. Allhusen, à Newcastle, viennent de faire construire un second appareil de ce système. Dans la Grande-Bretagne seulement, on fabrique ainsi plus de mille tonnes de chlorure de chaux par semaine.

Procédé de M. Deacon. — A côté du procédé de M. Weldon, vient se placer celui de M. Deacon, fondé sur un principe entièrement différent : l'emploi du bioxyde de manganèse y est complétement supprimé.

L'acide chlorhydrique gazeux et l'oxygène réagissent entre eux vers le rouge en donnant de l'eau et du chlore ; cette décomposition est très-limitée, à cause de l'existence de la réaction inverse : les proportions de chlore qu'on obtiendrait ainsi seraient insignifiantes. Il n'en est plus de même quand le mélange des deux gaz passe sur des boules d'argiles imprégnées de sulfate de cuivre et chauffées vers 400 degrés : il se passe alors un de ces phénomènes qui, sous le nom d'*action de présence*, renferment le plus souvent un de ces jeux de navette aujourd'hui si fréquents en chimie. On arrive en pratique à décomposer 70 pour 100 de l'acide chlorhydrique, et on obtient un courant de chlore continu.

M. Lamy a donné, dans le *Bulletin* de la Société d'encouragement (août 1872, p. 435), une description détaillée de ce procédé si ingénieux : il est donc inutile d'y insister ici.

Quelle qu'en soit l'explication véritable, la réaction utilisée par M. Deacon appartient à la classe des réactions limitées par l'action inverse. On conçoit, dès lors, qu'elle ne donne jamais pour l'acide chlorhydrique une décomposition totale. On peut, il est vrai, augmenter d'une manière probablement indéfinie la proportion d'acide décomposé dans un temps donné et avec une vitesse donnée du courant gazeux, en augmentant la quantité d'air qui y est mélangé (1) ; mais on augmente en même temps le volume des gaz inertes qui se trouvent mêlés au chlore et qui gênent son action sur la

---

lisent mieux l'acide que les grands appareils anglais : l'économie serait donc un peu moindre.

Dépense d'installation. — Dans plusieurs usines, la totalité des appareils nécessaires pour substituer le procédé de M. Weldon à l'ancien procédé n'a pas coûté plus de 125 000 francs pour une production de 80 à 100 tonnes de chlorure de chaux par semaine. Aujourd'hui plusieurs installations s'organisent pour une production de 40 tonnes de chlorure de chaux par semaine, à un prix de 75 000 francs.

(1) Je me permets de rappeler à ce sujet, au moins à titre de rapprochement, le mémoire que j'ai publié sur la théorie des réactions simples limitées par l'action inverse. (*Annales de chimie et de physique*, novembre 1872, page 289.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaux lorsqu'on veut l'utiliser pour former du chlorure de chaux. Entre ces deux inconvénients, d'une décomposition trop incomplète ou d'une grande proportion de gaz inerte, c'est à la pratique seule, ce semble, de fixer la limite convenable.

Dans la méthode de M. Deacon, la proportion des deux gaz est déterminée par l'aspiration, au moyen d'une pompe spéciale placée tout à fait au bout des appareils; en ce point, la sous-pression est d'environ $0^m,17$ d'eau. La quantité d'acide produite dans un temps déterminé dépend de la décomposition du chlorure de sodium par l'acide sulfurique et est l'une des données du problème, puisque tout l'acide chlorhydrique qui sort de la cuvette entre directement à l'état gazeux dans les appareils. En modifiant l'aspiration, à l'aide d'une valve, on règle donc à volonté la quantité d'air introduite.

La fabrication du chlore par le procédé de M. Deacon est aujourd'hui à l'état d'essais sur une grande échelle dans trois ou quatre usines : pour ma part, je l'ai vu fonctionner, non pas seulement à Widnes, chez M. Deacon, mais encore à Newcastle, chez M. Pattinson.

Parmi les objections qui peuvent encore se faire à ce nouveau système, je citerai les suivantes : prix d'installation des appareils beaucoup plus considérable que pour le procédé de M. Weldon, et à tout le moins quatre fois plus grand; dérangements dans le fonctionnement du système, non pas fréquents, mais encore à craindre; quelques difficultés pour empêcher la rentrée de l'air extérieur dans des espaces soumis à une certaine aspiration; enfin, et surtout, chlorure de chaux d'un degré chlorométrique moins élevé. Ce n'est que dans ces derniers temps qu'on est parvenu, dit-on, et à grand'peine, à surmonter les obstacles apportés sous ce rapport par le mélange au chlore d'un gaz inerte.

En revanche, il ne faut pas oublier que l'avantage spécial au procédé de M. Deacon est de supprimer en partie (1) la condensation de l'acide chlorhydrique. Cette méthode peut donc d'un jour à l'autre prendre de grands développements.

Nouveau procédé de M. Weldon; emploi de la magnésie. — L'Angleterre est le pays de la concurrence. Au procédé de M. Deacon, M. Weldon oppose non-seulement sa méthode de régénération du bioxyde de manganèse par l'air atmosphérique et la chaux, mais encore un nouveau procédé, très-ingénieux, fondé sur l'emploi de la magnésie; ce perfectionnement résulte surtout de la propriété du chlorure de magnésium de se décomposer vers 100 degrés, sous l'influence de l'eau, en magnésie et en acide chlorhydrique.

Imaginons un appareil où le chlore se soit produit par l'action de l'acide chlorhydrique sur le bioxyde de manganèse mêlé de magnésie. On aura un mélange de chlorure de manganèse et de chlorure de magnésium. On évapore cette dissolution et on

(1) Le procédé de M. Deacon paraît difficilement applicable à l'acide, trop dilué, sortant des fours à calcination où s'achève la décomposition du sel.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

continue à chauffer en faisant arriver de l'air. Si le chlorure de magnésium était seul, il donnerait de la magnésie et de l'acide chlorhydrique; mais le chlorure de manganèse, se trouvant en présence, empêche en partie cette décomposition et tend à former un chlorure double de magnésium et de manganèse. Celui-ci, sous l'influence de l'air, s'oxyde avec d'autant plus de facilité que le bioxyde de manganèse produit avec la magnésie un composé que M. Weldon appelle *manganite de magnésie*. En même temps, le bioxyde de manganèse formé décompose l'acide chlorhydrique et donne du chlore. En fin de compte, la réaction qui se produit pendant l'évaporation à siccité et le grillage des deux chlorures est au moins en partie la suivante :

$$Mn\,Cl + 2\,Mg\,Cl + 4\,O = 2\,Mg\,O, Mn\,O^2 + 3\,Cl.$$

Le manganite de magnésie (mêlé de chlorure de manganèse non altéré) est pulvérisé, puis remis dans l'appareil ordinaire avec de l'acide chlorhydrique; il redonne du chlore et l'on rentre, dès lors, dans le cycle des réactions primitives.

Le chlore produit dans ce cycle a ainsi deux origines distinctes. D'un côté, il provient de l'action de l'acide chlorhydrique sur le bioxyde de manganèse combiné à la magnésie. D'un autre côté, il provient de l'évaporation et du grillage du mélange des deux chlorures. Le chlore de cette dernière origine, en quantité notablement plus grande que pour la première, est mêlé à de l'air et à de l'azote, mais cet inconvénient se rencontre dans le procédé Deacon, non pas pour une portion, mais pour la totalité du produit. M. Weldon y remédie en transformant ce chlore dilué en chlore concentré par l'intermédiaire d'un lait de chaux qu'on décompose par l'acide chlorhydrique (1). La dilution d'une portion du chlore n'offrirait, d'ailleurs, aucun inconvénient sérieux dans les quelques usines où on pourrait l'utiliser directement, ce qui a lieu pour la fabrication du chlorure de chaux en dissolution et pour celle du chlorate de potasse.

L'évaporation et l'oxydation du mélange des deux chlorures s'effectuent dans trois appareils successifs et distincts. L'évaporation commence dans une chaudière ouverte. Elle s'achève dans des espèces de moufles, chauffées par leur partie supérieure et où la dissolution n'est pas en contact direct avec la flamme. Enfin, le grillage s'opère sur la sole d'un second four où l'on pousse la substance avec des râteaux quand elle a pris une consistance suffisante.

On a soin de condenser, au moyen d'une tour traversée par un courant d'eau,

---

(1) M. Weldon essaye également de rendre cette transformation du chlore dilué en chlore concentré plus économique, au point de vue de la dépense en acide chlorhydrique, au moyen des réactions successives suivantes :

$$Ca\,Cl + Ca\,O, Cl\,O + 2\,Cl = 2\,Ca\,Cl + 2\,Cl\,O.$$
$$2\,Ca\,Cl + 2\,Cl\,O + 2\,H\,Cl = 2\,Ca\,Cl + 2\,HO + 4\,Cl.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'acide chlorhydrique qui se dégage à la fin de l'évaporation par suite de la décomposition partielle du chlorure de magnésium hydraté. Grâce à cette précaution, on peut dire qu'on recueille la totalité du chlore qui entre dans l'appareil à l'état d'acide chlorhydrique; en pratique, la perte est tout au plus de 5 pour 100.

M. Weldon estime que l'acide consommé se trouve réparti de la manière suivante :

25 pour 100 passent à l'état de chlore concentré;

75 pour 100 vont à l'évaporation, à l'état de chlorures de magnésium et de manganèse; pendant le grillage, moitié passe à l'état de chlore dilué, moitié à l'état d'acide chlorhydrique que l'on condense. L'acide ainsi récupéré suffit pour convertir le chlore dilué en chlore concentré par l'intermédiaire de la chaux; dans cette hypothèse, on obtient, transformés en chlore concentré, les 62 pour 100 du chlore que renferme l'acide employé.

On prend généralement le bioxyde de manganèse et la magnésie en proportions correspondant à des équivalents égaux.

En somme, le procédé nouveau de M. Weldon donne le moyen d'obtenir du chlore d'une manière continue en ne dépensant que de l'acide chlorhydrique et de la chaleur; dans l'ancien procédé, il fallait, en outre, dépenser de la chaux. Au point de vue pratique, l'avantage réalisé par la nouvelle méthode dépend surtout des prix relatifs de la chaux et du charbon (1). Au point de vue théorique, elle présente la solution complète du problème qui se trouvait proposé; le bioxyde de manganèse et la magnésie ne sont tous deux que des intermédiaires; ils ne font tous deux qu'éprouver des transformations successives et reservent indéfiniment.

En septembre 1872, le nouveau procédé de M. Weldon achevait de s'installer, sur une grande échelle, dans l'une des usines de produits chimiques de Saint-Helens, près Liverpool. Aujourd'hui on l'adopte également dans deux établissements situés en Écosse.

---

(1) D'après les renseignements que me transmet M. Weldon, son nouveau procédé réalisait, avec le prix ancien (1872?) du charbon, une économie de 25 à 30 francs par tonne de chlorure de chaux lorsqu'on le comparait au premier procédé de régénération fondé sur l'emploi de la chaux. Aujourd'hui, le charbon étant devenu beaucoup plus cher, les prix sont à peu près les mêmes; seulement l'acide chlorhydrique est mieux utilisé. Ce dernier avantage a une importance variable suivant la valeur commerciale de l'acide. M. Weldon admet pour la proportion d'acide chlorhydrique qui est pratiquement utilisé, en donnant du chlore :

De 20 à 25 pour 100, avec le procédé ordinaire, sans régénération du manganèse, et avec l'emploi des grands appareils anglais pour la production du chlore;

Près de 33 pour 100, avec le premier procédé de régénération;

62 pour 100, avec le nouveau procédé de régénération.

Ces résultats comparatifs reviennent à dire que, pour obtenir une tonne de chlorure de chaux, il faut décomposer des quantités de chlorure de sodium, qui sont respectivement, pour les trois procédés, d'environ 5 tonnes; 2,6 à 3, et 1,25 tonne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Résumé. — État de la question. — Lorsque l'économie du bioxyde de manganèse naturel est jugée nécessaire, on a aujourd'hui à choisir entre trois procédés de fabrication perfectionnée du chlore : ceux de M. Weldon régénèrent le manganèse; celui de M. Deacon le supprime complétement.

A laquelle de ces trois méthodes sera, dans l'avenir, réservée la préférence? Les personnes placées sur les lieux, au courant de tous les détails des prix de l'industrie anglaise, ne peuvent guère se prononcer définitivement aujourd'hui sur cette question; on doit reconnaître seulement que la première méthode de M. Weldon, fondée sur l'emploi de l'air et de la chaux, est aujourd'hui la mieux consacrée par la pratique.

Il faut remarquer, d'ailleurs, que l'utilisation du manganèse dans la fabrication de l'acier ouvre déjà à cette même question une solution nouvelle. La métallurgie peut donner, en effet, un débouché immédiat aux résidus de chlorure de manganèse par suite de l'emploi des *ferro-manganèses*. Cette question est aujourd'hui très-sérieusement étudiée en France dans l'une de nos plus grandes usines de produits chimiques.

Quelles que soient, dans l'avenir, les préférences de l'industrie, on doit reconnaître que les méthodes proposées actuellement pour la fabrication perfectionnée du chlore réalisent la solution complète d'un problème scientifique du plus grand intérêt. C'est surtout à ce point de vue qu'il m'a paru utile d'y insister.

Industrie de la soude.

Newcastle et Liverpool forment, en Angleterre, deux grands centres industriels pour la production de la soude. Cette fabrication, qui s'effectue sur une immense échelle, est toujours fondée sur la méthode de Leblanc. Le chlorure de sodium est décomposé par l'acide sulfurique, et le sulfate de soude ainsi produit est chauffé avec de la craie et du charbon, de manière à donner du carbonate de soude.

Dans les usines de Newcastle, la plupart situées sur les bords de la rivière de la Tyne, les pyrites nécessaires pour la fabrication de l'acide sulfurique sont amenées d'Espagne, de Norwége et quelquefois de Westphalie : le chlorure de sodium est tiré du Cheshire (1). On a découvert, tout près de Middlesborough, des gisements très-étendus de sel gemme, et l'on pense qu'ils seront bientôt exploités. Ce sera pour les usines de la Tyne un avantage important.

Les procédés et les appareils employés en Angleterre pour la fabrication de la soude sont généralement connus. Je crois devoir seulement signaler, en passant, quelques questions importantes qui se rattachent à l'état de cette grande industrie.

(1) La Grande-Bretagne a des mines de sel gemme assez abondantes pour qu'on en exporte des quantités assez considérables aux États-Unis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fours tournants. — L'emploi des fours tournants pour remplacer les fours à réverbère dans la fabrication de la soude tend à se répandre de plus en plus. Ils ont été décrits en détail, par M. Lamy, dans le *Bulletin* de la Société d'encouragement. (Année 1869, page 435.) Peut-être peut-on leur reprocher de donner lieu à une perte plus notable par volatilisation et par entraînement; peut-être la soude ainsi produite est-elle plus dure, plus difficile à laver; peut-être retient-elle plus de sulfate. En revanche, les réparations sont beaucoup moins fréquentes qu'avec les fours à réverbère. D'ailleurs, ces considérations de détail disparaissent devant l'économie de main-d'œuvre. Un four tournant n'exige pour sa conduite qu'un seul ouvrier, aidé d'un jeune garçon (*boy*) qu'il paye lui-même, et est chargé de diriger; le relais est de douze heures. A Washington, près de Newcastle, on compte que l'appareil fournit dans un temps donné la même quantité de produit que trois des fours à réverbère de l'usine.

En présence de l'accroissement des salaires et des grèves continuelles, on conçoit donc que les Anglais aient une tendance réelle à développer l'emploi de leurs fours tournants. On voit ces appareils fonctionner, concurremment avec l'ancien système, dans la plupart des grandes usines.

Utilisation des marcs de soude. — Éviter la perte complète du soufre dans les résidus de la fabrication de la soude est, comme on sait, l'un des *desiderata* de l'industrie actuelle. On fait de l'acide sulfurique exprès pour décomposer le chlorure de sodium, et, quand on change le sulfate de soude en carbonate, tout le soufre se trouve perdu dans les résidus : il a été acheté en pure perte et n'a servi que d'intermédiaire. La fabrication de l'acide sulfurique au moyen des pyrites est aujourd'hui si perfectionnée que cet inconvénient est moins considérable qu'il ne peut paraître au premier abord; néanmoins il est très-réel.

On sait qu'au milieu de tous les procédés proposés pour l'utilisation des marcs de soude se distingue surtout celui qui est fondé sur leur oxydation artificielle et leur traitement par l'acide chlorhydrique. On a, en effet :

$$Ca\,O,\,S^2O^2 + 2\,Ca\,S^2 + 3\,H\,Cl = 6\,S + 3\,Ca\,Cl + 3\,HO.$$

Ce procédé est suivi à South-Shields, près de l'embouchure de la Tyne, dans une usine dirigée par M. le Dr Lunge. Il n'est guère adopté ailleurs, ni dans les environs de Newcastle, ni dans le Lancashire. La plupart des grands établissements industriels de Newcastle laissent leurs marcs de soude s'amonceler et le plus souvent les font jeter à la mer. On reproche au procédé que je viens de rappeler de ne donner, en fait, que les 15 pour 100 du soufre contenu dans les marcs de soude, tout au plus 20 pour 100. On lui reproche aussi d'exiger trop de main-d'œuvre, ce qui, en Angleterre, est un inconvénient plus grave que partout ailleurs. Ces objections sont peut-être exagérées; la vérité est que les bénéfices résultant de l'application du procédé Mond sont trop restreints; ils ne frappent pas assez les fabricants pour que l'emploi de cette méthode s'impose nécessairement à eux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fabrication du sulfate de soude par le procédé Hargreaves. — Pour former de la soude en partant du chlorure de sodium, on est forcé de passer par le sulfate de soude, et par conséquent, de fabriquer exprès de l'acide sulfurique. M. Hargreaves supprime les chambres de plomb ; il envoie directement sur le chlorure de sodium un mélange de vapeur d'eau, d'air et d'acide sulfureux produit par la combustion des pyrites. La réaction se fait très-nettement; elle a lieu à une température qui atteint à peine le rouge sombre ; la chaleur qui se dégage est suffisante pour qu'il soit à peine nécessaire de chauffer. L'acide chlorhydrique se dégage et va se condenser dans des tours. Le sulfate de soude obtenu est utilisé, comme d'ordinaire, par le procédé Leblanc.

Le sel gemme est chargé dans des chambres en tôle qui peuvent avoir 4 mètres de hauteur, 3 mètres de long et 3 mètres de large. La réaction doit être conduite avec lenteur afin d'assurer l'utilisation de tout l'acide sulfureux. Elle dure environ quinze jours (4 chambres : 2 chargements par semaine?). Si la température est trop élevée, la réaction ne marche plus bien et le chlorure de sodium est entraîné.

Il est important que le sel ne soit pas trop compacte. On le prend pulvérisé et on le sèche, avant l'emploi, sur la partie supérieure des fours : il s'y agglomère et donne des masses solides, mais poreuses, qu'on fait casser à l'état de morceaux de la grosseur des pierres qui servent à l'entretien des routes. — L'acide chlorhydrique dégagé se rend, comme d'ordinaire, dans des tours de condensation : on l'obtient ainsi très-concentré (densité 1,15?), ce qui est un avantage sérieux.

C'est à Widnes, près de Liverpool, que M. Hargreaves fabrique du sulfate de soude par ce nouveau procédé. Très-curieux au point de vue théorique, il peut, d'un jour à l'autre, prendre une grande importance pratique. En janvier 1873, on m'écrivait de Liverpool qu'il était en bonne voie de réussite.

Fabrication de la soude par le chlorure de sodium et le bicarbonate d'ammoniaque. — Une grande révolution dans la fabrication de la soude serait l'introduction définitive, dans l'industrie, de la méthode qu'ont si bien étudiée MM. Schlœsing et Rolland et qui supprimerait l'intermédiaire de l'acide sulfurique : en mélangeant des dissolutions suffisamment concentrées, de chlorure de sodium et de bicarbonate d'ammoniaque, il se précipite du bicarbonate du soude, et il se forme du chlorhydrate d'ammoniaque : on régénère l'ammoniaque de ce sel au moyen de la chaux. (*Annales de Chimie et de Physique,* année 1868, tome XIV.) Il paraît que ce procédé, déjà employé avec quelques modifications dans un établissement de Belgique, va être installé également dans une usine que l'on construit en Angleterre, près des salines de Northwich, dans le Cheshire. On produirait, dit-on, la dessiccation du bicarbonate de soude, non plus au moyen de turbines, mais au moyen de filtres au-dessous desquels des pompes à faire le vide maintiendraient une aspiration continuelle. On penserait également à régénérer l'ammoniaque non plus par de la chaux, mais par de la magnésie : la facile décomposition du chlorure de magnésium par l'action de la cha-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leur en présence de l'eau permettrait d'obtenir de l'acide chlorhydrique, ce qui n'avait pas lieu avec le système primitivement adopté où, parmi les deux éléments du chlorure de sodium, la soude se trouvait seule utilisée.

Procédé de M. Gibbs pour l'utilisation des résidus des pyrites.

A côté de ces diverses tentatives pour modifier la fabrication de la soude, se place une autre méthode, déjà plusieurs fois tentée, qui consiste à produire le carbonate de soude en partant du sulfate de soude, mais en passant par l'intermédiaire du sulfure de sodium. Ce procédé est appliqué, quoique d'une manière toute particulière, dans une usine appelée *Bede Metal Works,* à Jarrow, près Newcastle, sur les bords de la Tyne. L'ingénieur, M. Gibbs, y a résolu par des méthodes de laboratoire deux problèmes distincts : extraction du cuivre par voie humide et production du carbonate de soude.

L'usine de M. Gibbs a pour but essentiel le traitement des résidus des pyrites qui ont servi, en brûlant, à la fabrication de l'acide sulfurique. Ces pyrites, surtout celles d'Espagne, contiennent généralement du cuivre qu'il y a avantage à extraire, ce qu'on ne néglige presque jamais en Angleterre (1). Ici, comme ailleurs, ces résidus, qui peuvent retenir encore 4 pour 100 de soufre, sont mêlés à de la pyrite neuve, de manière à amener la teneur en soufre à 5 pour 100. On ajoute 7 pour 100 de sel gemme et le mélange, rendu intime, est soumis à un grillage d'une douzaine d'heures, à une température qui atteint à peine le rouge sombre. On emploie un four à réverbère, dont la sole est formée par une table tournante; une masse, animée d'un mouvement de va-et-vient dans le sens horizontal, remue constamment le mélange. Le soufre, sous l'influence de l'oxygène, change le chlorure de sodium en sulfate de soude. En traitant par l'eau, on a donc un mélange de dissolutions de sulfate de soude et de chlorure de cuivre. Le résidu insoluble, formé presque uniquement d'oxyde de fer, est vendu aux forges qui l'emploient avec avantage pour faire le revêtement des fours à puddler. Il s'agit d'extraire de la dissolution d'un côté la soude, de l'autre le cuivre; on va voir que ces deux fabrications ont été rendues solidaires l'une de l'autre.

1° Le cuivre s'obtient par une véritable réaction de laboratoire. On le précipite par un courant d'hydrogène sulfuré à l'état de sulfure de cuivre. Ce précipité est fondu dans un four à réverbère de manière à le changer en matte cuivreuse, c'est-à-dire en sous-sulfure, Cu^2S. Cette matte est grillée au four à réverbère; elle y est ensuite sou-

(1) Le traitement des résidus de pyrite, pour en extraire le cuivre, se fait également par voie sèche, surtout lorsqu'ils contiennent de la silice. On peut employer aussi, pour en retirer les métaux précieux, la méthode de M. Claudet (*Annales de chimie et de physique*, novembre 1872, page 407), que j'ai vu pratiquer dans l'usine dirigée par M. Phillips, à Widnes, près de Liverpool.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mise à l'affinage au moyen de perches de bois vert. En trois opérations, on a donc obtenu du cuivre malléable très-pur.

2° Outre le cuivre, les pyrites contiennent ordinairement un peu d'argent. Pour l'extraire, on met à part la première partie du précipité, celle qui contient les 5 pour 100 du cuivre total déterminé par l'analyse (1). Ce précipité contient tout l'argent; on l'extrait et on le vend à l'état de chlorure d'argent.

3° Revenons maintenant au traitement du sulfate de soude qui était mêlé au chlorure de cuivre dans la liqueur primitive. Il s'agit, d'un côté, de le transformer en carbonate de soude qu'on vendra; de l'autre, d'en retirer l'hydrogène sulfuré qui a servi à précipiter le cuivre. On évapore la dissolution d'où le cuivre a été précipité. Le sulfate de soude est ensuite mêlé à du charbon et le mélange est calciné; l'opération, faite sur 1/2 tonne de sulfate, dure environ trois heures. On obtient ainsi du sulfure de sodium; on le dissout avec de l'eau chaude dans un appareil fermé pour éviter l'intervention de l'air.

Dans cette dissolution (2), on fait arriver un courant d'acide carbonique; l'hydrogène sulfuré se dégage et va précipiter le cuivre comme nous l'avons vu tout à l'heure; la soude passe à l'état de carbonate, qu'on vend à l'état de sel de soude après l'évaporation de la dissolution.

L'acide carbonique est produit au moyen de deux cubilots contenant l'un du coke, l'autre du carbonate de chaux. Dans le premier, on fait passer un courant d'air, qui donne de l'oxyde de carbone; dans le second, cet oxyde de carbone, au moyen d'un accès d'air convenablement ménagé, se brûle et donne de l'acide carbonique; il entraîne, en outre, l'acide carbonique provenant de la décomposition du carbonate de chaux.

L'hydrogène sulfuré qui se dégage est tout entier absorbé, car il ne suffit pas pour précipiter la totalité du cuivre; les dernières portions de ce métal sont isolées de la dissolution au moyen de l'addition de ferraille.

Les méthodes employées dans l'usine de M. Gibbs, tout exceptionnelles qu'elles puissent paraître, sont de pures réactions de laboratoire, accomplies sur une grande échelle dans l'industrie. C'est surtout à ce point de vue qu'il m'a semblé utile de les signaler.

Fabrication de la magnésie.

L'usine de Washington, près de Newcastle, fabrique la plus grande partie de la

(1) Ces analyses se font au moyen de dissolutions titrées de cyanure de potassium employées à froid, dans des liqueurs ammoniacales.

(2) La teneur de la dissolution est telle qu'elle donne environ 1/4 ou 1/5 de son poids en sel de soude.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

magnésie employée dans le monde au moyen d'un procédé qui est dû, comme plusieurs autres découvertes industrielles, au génie de Pattinson (1). Le principe de cette méthode consiste à traiter la dolomie par l'acide carbonique gazeux, sous une pression de 5 ou 6 atmosphères; le carbonate de magnésie se dissout le premier, et se sépare ainsi très-simplement du carbonate de chaux auquel il était associé.

Cette réaction a déjà été signalée dans le Rapport officiel de l'Exposition universelle de 1867. Voici, en quelques mots, comment elle s'exécute :

La dolomie est séchée, puis pulvérisée aussi parfaitement que possible sous des meules verticales. La poudre, ainsi obtenue, est placée avec de l'eau froide dans un cylindre à axe horizontal, où une agitation mécanique la remue constamment. Une pompe aspirante et foulante y comprime, à 5 ou 6 atmosphères, de l'acide carbonique gazeux fabriqué par l'action de l'acide chlorhydrique sur le carbonate de chaux.

La dissolution de bicarbonate de magnésie, ainsi produite, est envoyée dans un cylindre vertical où on fait arriver de la vapeur d'eau; l'élévation de température régénère le carbonate neutre; on le fait déposer dans des canaux placés à la suite du cylindre. On le rassemble ensuite en tas où l'on découpe des parallélipipèdes qui, après dessiccation, sont livrés au commerce.

La magnésie caustique s'obtient en chauffant le carbonate dans des moufles portées au rouge.

Acide phénique.

L'acide phénique reçoit maintenant, comme substance désinfectante, des emplois de plus en plus importants. Il n'est peut-être pas inutile de signaler les différentes formes sous lesquelles elle est livrée au commerce par M. Calvert, aujourd'hui le plus grand fabricant de l'Angleterre, autrefois élève de M. Chevreul :

1° Acide phénique solide de trois qualités différentes dont le point de solidification varie de 27 à 42 degrés.

2° Acide liquide, de deux qualités différentes, constitué presque entièrement par l'acide crésylique : suivant M. Calvert, les propriétés désinfectantes de cet acide sont les mêmes que celles de l'acide phénique.

3° Savons à base d'acide phénique, qui gagneraient à être répandus en France, la proportion d'acide y varie de 5 à 20 pour 100 suivant l'usage auquel on les destine.

4° Poudre désinfectante composée de silice et de 15 pour 100 d'acide crésylique. Cette poudre est très-employée en Angleterre. La silice qui y entre provient des

---

(1) C'est Pattinson qui, comme on sait, est l'auteur du procédé de séparation du plomb et de l'argent qui est fondé sur l'affinage par cristallisation et qui le plus souvent porte son nom. C'est également lui qui a organisé la fabrication de l'oxychlorure de plomb, telle que la pratique encore l'usine de Washington.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fabriques d'alun où l'on traite le kaolin par l'acide sulfurique. L'acide désinfectant s'incorpore parfaitement à cette substance solide, sèche et pulvérulente.

II. — Industries métallurgiques.

Métallurgie du cuivre.

Je ne dirai que quelques mots de la métallurgie du cuivre, telle qu'elle se pratique près de Liverpool et surtout dans le pays de Galles. Elle repose toujours sur les principes essentiels que l'on connaît, c'est-à-dire sur la production des mattes successives. (Voir le mémoire de M. Le Play, *Annales des Mines*, année 1848.) Les minerais sont vendus aux usines par l'intermédiaire des quelques *importers* établis à Swansea ou Liverpool et dont les relations commerciales s'étendent au monde entier : l'Afrique, l'Australie, le Chili, Terre-Neuve, le Canada, les États-Unis. Dans plusieurs de ces pays, les minerais subissent déjà un premier traitement; le Canada et le Chili, par exemple, envoient aujourd'hui principalement des mattes (*regulus*) contenant 40 et 60 pour 100 de métal.

Dans les usines anglaises, deux progrès me semblent devoir être particulièrement signalés.

Le premier est l'utilisation de l'acide sulfureux provenant du grillage des minerais de cuivre pyriteux. On l'emploie pour faire de l'acide sulfurique au moyen des chambres de plomb, non pas encore dans toutes les usines, mais dans les plus importantes et les plus nouvelles. C'est ce qui a lieu pour les immenses établissements de M. Vivian, à Swansea : la fabrication d'acide sulfurique y a amené, comme corollaires, d'un côté, celle des superphosphates; de l'autre, celle du carbonate de soude et du chlorure de chaux. On emploie pour le grillage des minerais pulvérulents les fours de M. Gerstenhoffer, sorte de système à cascades, en usage à Freiberg, et plusieurs fois décrit.

Un autre progrès est l'application des fours Siemens, soit au grillage, soit même à la première fusion des minerais. Je n'ai rien vu dans ce sens à Swansea, ni à Llanelly, mais j'en ai rencontré une très-intéressante application dans une usine importante située à Saint-Helens, près Liverpool, et appelée *Sutton Copper Works*. Le grillage s'y fait sur une sole qui est chauffée à la fois en dessus et en dessous par les gaz du four Siemens; le changement de sens du courant gazeux a lieu toutes les deux heures. Une partie notable de la première fusion, pour matte bronze, s'opère également dans le four Siemens. C'est un des exemples, entre mille, de l'application de ces fours, sur lesquels nous reviendrons tout à l'heure.

Métallurgie du fer.

Conditions économiques. — A la métallurgie du fer se rattachent aujourd'hui, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Angleterre, les plus grandes questions de la science et de l'industrie. Pour en comprendre toute l'importance, il faut se reporter surtout aux conditions économiques dans lesquelles se trouve aujourd'hui placée la production du fer dans la Grande-Bretagne : augmentation des salaires, grèves répétées de la population ouvrière ; élévation énorme du prix de la houille. Pour peindre par un exemple local toutes ces difficultés, je crois utile de citer textuellement une lettre que, le 18 janvier 1873, on m'écrivait de Newcastle :

« ..... La houille, qui valait 2 1/2 shellings, soit 3 fr. le tonneau, il y a dix ans, « se paye actuellement 15 shellings. Il est difficile de se procurer du menu, et les « fabricants ont, le plus souvent, à payer le prix du tout venant.... La hausse sur la « houille, en 1872, est de 112 pour 100, ce qui est nécessairement nuisible à l'in- « dustrie anglaise. Le prix trop élevé se maintient, parce que la demande se soutient, « parce que l'industrie du fer est très-prospère, et parce qu'il y a grève en Écosse et « dans le pays de Galles. Les affaires ne se font guère qu'au comptant. Il n'y a pas de « grève ici ; les mineurs sont assez réguliers au travail ; ceux du Durham persistent « dans leur demande de 15 pour 100 de hausse. La nouvelle loi sur les mines, mise en « vigueur le 1er janvier, par ses dispositions sur le travail des enfants, a réduit l'ex- « traction de 10 à 15 pour 100. On s'occupe des nouveaux règlements qui en sont la « conséquence. Les maîtres rejettent la responsabilité de la hausse sur le gouverne- « ment, qui s'est mêlé de réglementer leur industrie. »

Ces détails suffisent pour faire comprendre quel immense intérêt s'attache aujourd'hui à toutes les méthodes qui peuvent diminuer le prix de revient du fer ou de l'acier. Je distinguerai surtout à ce point de vue, d'un côté le procédé Danks pour le puddlage mécanique de la fonte, de l'autre les procédés de fabrication de l'acier employés par M. Siemens.

Puddlage mécanique de la fonte ; procédé Danks. — C'est à Middlesborough, près de Newcastle, que j'ai vu fonctionner le puddlage mécanique de la fonte par le procédé Danks, l'une des grandes nouveautés industrielles de l'Angleterre, importée d'Amérique en 1872. M. Frontault a donné, dans le *Bulletin* de la Société d'encouragement (année 1872, t. XIX, p. 361), une description très-exacte de cette méthode (1). Je me borne à en rappeler le principe.

La fonte est placée dans un cylindre à axe horizontal, animé d'un mouvement de rotation qui atteint jusqu'à quatre tours par minute. Ce cylindre est chauffé par la

(1) On trouvera tous les détails relatifs au procédé Danks dans le *Journal of Iron and Steel Institute*. On pourra consulter également le rapport d'ingénieurs belges publié en janvier et février 1872 dans le journal *le Constructeur* (Paris, 20, avenue Trudaine.)

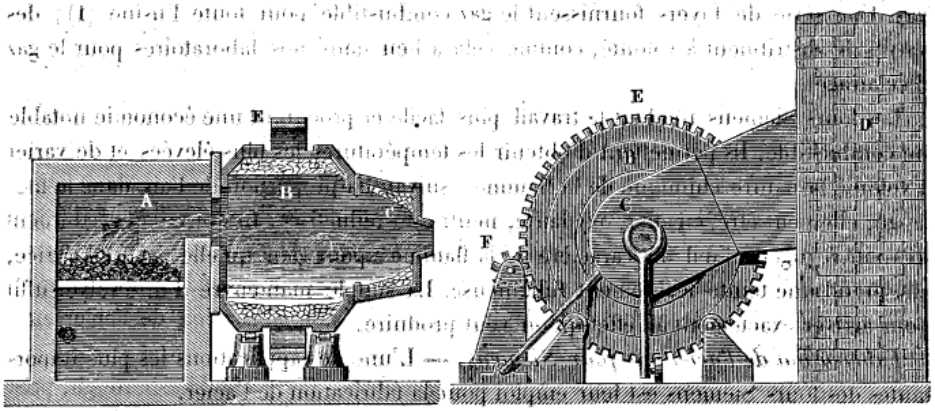
Depuis que cette notice a été rédigée, M. H. Arnot, ingénieur des mines, a publié un mémoire spécial sur le procédé Danks (*Annales des Mines*, année 1872, tome II). Je ne puis qu'y renvoyer le lecteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

flamme fournie par un foyer ordinaire où on brûle de la houille. Le seul fait de la rotation fait rouler la fonte sur elle-même. Elle se décarbure, pendant ce mouvement, surtout par l'action de l'oxyde de fer venant soit des scories que l'on a ajoutées, soit du *fettling*, c'est-à-dire du revêtement de l'appareil ; ce revêtement est fait très-soigneusement avec de l'oxyde de fer à peu près exempt de silice. Aussi, d'après M. Danks, la nouvelle méthode ne produit pas de perte de fer. On a même un gain notable sur la quantité introduite à l'état de fonte ; il y a une certaine proportion de métal fournie par l'action du carbone et du silicium de la fonte sur l'oxyde de fer provenant soit du revêtement de l'appareil, soit des scories de corroyage qui ont été ajoutées.

Il faut remarquer, en outre, que pendant l'opération le puddleur a soin d'injecter de l'eau à la surface du revêtement. Cette eau est essentielle au succès du travail ; elle agit en oxydant le fer, et il ne serait pas impossible que son hydrogène ne purifiât les produits.

Fig. 2. Coupe en long. Fig. 3. Vue de côté.



A, foyer ; la combustion y est activée par une tuyère.
B, rotateur reposant sur quatre galets.
C, appendice faisant communiquer le rotateur avec la cheminée : cet appendice peut se déplacer lors du chargement et du déchargement.
D, cheminée.
E, roue dentée mise en mouvement par le pignon F.

L'opération que j'ai vue dans l'usine de M. Hopkins, en y assistant pendant toute sa durée, a pris en tout une heure trente-cinq minutes, y compris la fusion du métal. Elle portait sur 250 kilogrammes de fonte environ.

L'avantage du nouveau procédé sera surtout très-sérieux lorsque, comme on allait le faire, on fondra la fonte au cubilot avant de l'introduire dans l'appareil rotatif. Un seul de ces appareils fera alors la besogne de six des fours à puddler ordinaires de l'usine ; aussi en construit-on actuellement dans plusieurs grandes forges anglaises.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut peut-être lui reprocher d'agencer d'une manière peu commode l'appareil qui unit le rotateur à la cheminée; mais l'adoption en est accélérée relativement aux autres procédés de puddlage mécanique par la faiblesse du droit prélevé par l'inventeur : seulement 1 ou 2 shellings par tonne (?)

Fours à gaz du système Siemens. — M. W. Siemens est l'une des plus hautes personnalités de l'Angleterre actuelle; il a déjà réalisé dans l'industrie une véritable révolution par l'invention des fours à gaz et à chaleur régénérée si répandus en France aujourd'hui. Ces fours n'emploient, comme on le sait, que des combustibles gazeux produits par une sorte de distillation de la houille; on les brûle en les mélangeant avec de l'air. Les gaz cèdent la chaleur due à leur combustion, puis, avant de se rendre dans la cheminée générale de l'usine, ils passent sur des massifs de briques qu'ils échauffent, et ces briques redonnent ensuite la chaleur ainsi emmagasinée et au gaz et à l'air dont la combustion doit produire la température désirée. Rien n'est plus élégant que la disposition des grandes usines marchant tout entières avec les fours à gaz. Une série de foyers fournissent le gaz combustible pour toute l'usine (1); des valves le distribuent à volonté, comme cela a lieu dans nos laboratoires pour le gaz d'éclairage.

Les fours Siemens rendent le travail plus facile et procurent une économie notable de combustible. Ils permettent d'obtenir les températures les plus élevées et de varier à volonté la nature chimique de la flamme; suivant la proportion de l'air dans le mélange, elle peut être, en effet, oxydante, neutre ou réductrice. Les ouvriers s'habituent très-vite à juger à l'œil du caractère de la flamme; pour peu qu'elle soit réductrice, elle prend une teinte légèrement fuligineuse. La simple manœuvre d'une valve suffit pour arriver exactement à l'effet qu'on veut produire.

Fabrication de l'acier au four Siemens. — L'une des applications les plus importantes des fours Siemens est leur emploi pour la fabrication de l'acier.

On sait que l'acier peut être obtenu directement, soit en fondant ensemble de la fonte et du fer, soit en faisant réagir de la fonte sur des minerais très-riches et très-purs, ceux de Mokta-el-Hadid par exemple. Ces réactions peuvent se faire soit au creuset, soit dans un four à réverbère chauffé par le système Siemens.

1° La méthode fondée sur l'emploi de la fonte et du fer est appliquée en France par M. Martin (2). Elle joue également un grand rôle en Angleterre, où on l'appelle souvent procédé Siemens-Martin. A Sheffield, plusieurs usines ne fabriquent que de l'acier

(1) Dans l'usine de Landore, on accélère la distillation du combustible en injectant de la vapeur d'eau au moyen de l'appareil de M. Siemens, décrit récemment par M. Frontault (*Bulletin* de la Société d'encouragement, cahier de janvier 1873, p. 50).

(2) Voir sur ce sujet les mémoires publiés par M. Grüner, inspecteur général des mines, dans le *Bulletin* de la Société d'encouragement (années 1868 et 1871).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi produit par l'action de la fonte sur le fer; l'acier de cémentation, rendu homogène par une fusion au creuset, est réservé pour les objets de choix.

2° La méthode fondée sur l'emploi de la fonte et des minerais de fer est appliquée, concurremment avec la précédente, à l'usine de Landore, près de Swansea, appartenant à M. Siemens et à plusieurs de ses amis. On y affine la fonte et on la transforme en acier, sur sole ouverte, au moyen d'une addition de minerai de fer riche, en couverture sur le bain.

Fig. 4.

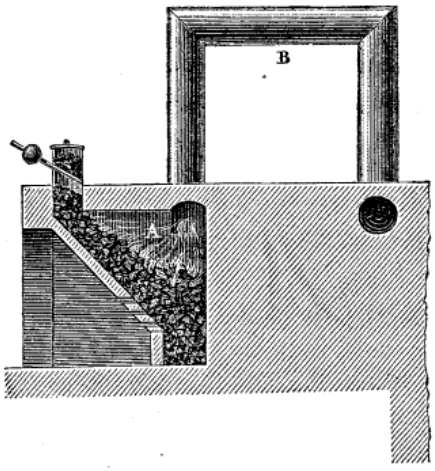
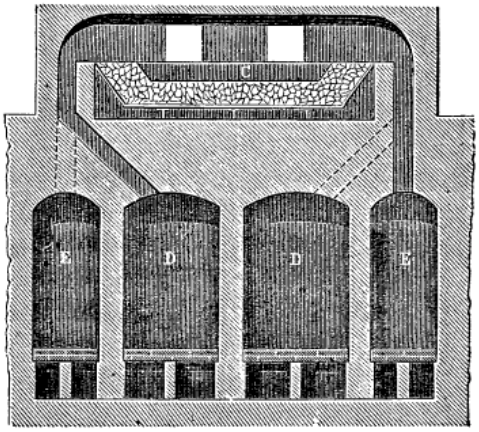


Fig. 5.



A, générateur de gaz combustibles.
B, tuyau en forme de siphon qui, en refroidissant les gaz, leur donne un certain excès de pression.
C, sole du four.
D, D, chambres à briques destinées au passage de l'air.
E, E, chambres à briques destinées au passage des gaz combustibles.

La sole a environ $3^m,30$ de long; son épaisseur est d'environ $0^m,50$. Elle est formée d'un mélange à parties égales de sable de mer et de sable d'eau douce sans qu'on prenne aucune précaution bien spéciale pour la pureté de ces substances.

Pour une charge d'environ 8 tonnes, la réaction dure de neuf à dix heures. Elle se fait sans aucun travail mécanique; la flamme est maintenue légèrement oxydante, l'oxygène du minerai ne suffisant pas tout à fait pour brûler le carbone de la fonte. Le jour de ma visite, le poids de minerai ajouté était les 25 pour 100 du poids de la fonte : celle-ci provenait du Cumberland.

A la fin de l'opération, on ajoute, comme dans la méthode Bessemer, 8 à 10 pour 100 de fonte manganésifère, *spiegel-eisen;* elle contient elle-même environ 10 pour 100 de manganèse, et est fabriquée, dans une usine voisine, avec des minerais originaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'Angleterre. La coulée se fait, à très-peu près, comme pour les appareils Bessemer, à l'exception du moteur hydraulique qui ici n'existe pas, et est remplacé par une grue mue par la vapeur. Les lingots bruts sont réchauffés dans un four, toujours chauffé au gaz, puis laminés sous forme de barres.

L'avantage du procédé actuel est sa lenteur même, car on ne fait la coulée qu'après avoir vérifié, par des prises d'essai, la qualité de l'acier.

La grande condition de succès de cette méthode, comme de tous les procédés de fabrication de l'acier, est la pureté des matières employées. On la contrôle au moyen d'analyses chimiques qui ont lieu après chaque coulée. A Landore, l'acier produit contient, en général, 0,35 à 0,40 pour 100 de carbone (il n'y a que des traces de carbone libre); 0,35 pour 100 de manganèse; 0,03 pour 100 de silicium. On s'arrange de manière qu'il ne renferme pas plus de sept dix-millièmes de soufre, ni plus de huit dix-millièmes de phosphore (0,07 et 0,08 pour 100). Pour que cette condition essentielle soit réalisée, il y a un grand nombre de minerais auxquels on est forcé de renoncer.

Nouvelle méthode de M. Siemens pour la fabrication du fer. — A côté de ces procédés d'aciération, dont les principes sont déjà connus, vient se placer une nouvelle méthode, toute différente, que M. Siemens étudie pour la fabrication du fer. Elle est peut-être destinée à un grand avenir, car d'une part elle réalise une économie considérable sur les procédés actuels, et de l'autre elle permettrait, dit-on, d'utiliser, pour la fabrication de l'acier, des minerais plus ou moins phosphoreux.

Cette nouvelle méthode, dont on trouvera une description très-sommaire dans le *Bulletin des maîtres de forge*, n'est autre que celle des forges catalanes exécutée avec les appareils modernes. Son principe consiste à fondre le minerai et à réduire directement par le charbon ce minerai fondu sans passer par l'intermédiaire de la fonte.

1° Lors de mon voyage à Landore, ce procédé s'exécutait provisoirement dans un four à puddler à gaz du système Siemens chauffé à une température un peu plus élevée que pour le puddlage de la fonte. La durée de l'opération était à peu près trois à quatre fois plus longue que lorsqu'il s'agit de la fonte. On y produit la fusion du minerai ramené au minimum d'oxydation par un peu de charbon et additionné même d'un peu de chaux. Le minerai étant fondu, on y incorpore de l'anthracite; le silicate de fer est réduit grâce à la présence de la chaux ou d'autres bases; on précipite ainsi par le charbon, non pas la totalité, mais la plus grande partie du fer, soit les 9/10 environ. Le métal réduit est aggloméré et retiré comme dans les fours à puddler, puis il est porté sous le marteau-pilon. La fonte reste liquide, car elle retient encore assez d'oxyde de fer et, de plus, les autres bases provenant de la gangue.

Le fer brut, ainsi produit, est employé souvent même encore chaud, pour fabriquer de l'acier en le fondant avec de la fonte comme nous l'avons vu tout à l'heure.

D'après les essais en grand déjà faits, un avantage essentiel du procédé de M. Siemens

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

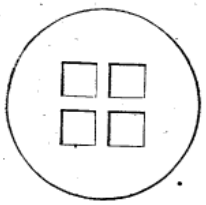
serait de donner du fer très-pur avec des minerais sulfureux et surtout notablement phosphoreux. On conçoit que le phosphore, même sans être éliminé, puisse rester presque tout entier dans la scorie, car, malgré sa richesse en silice, cette scorie reste très-basique et même ferrugineuse : le charbon n'a pas été ajouté en excès ; enfin, la température est moindre que dans le haut fourneau, de manière qu'on a du fer métallique spongieux très-pur et non pas de la fonte où se rassemblent toutes les impuretés.

Cette concentration du phosphore dans la scorie serait un avantage capital ; elle permettrait une très-grande extension de la fabrication de l'acier, grâce à l'emploi de minerais relativement impurs.

2° Le nouveau procédé de M. Siemens est trop important pour ne pas être employé sur une grande échelle avec des appareils spéciaux. C'est ce qu'on fait aujourd'hui à Sheffield et à Birmingham ; c'est ce qu'on va essayer également dans une de nos grandes usines du centre de la France. Ces appareils ont beaucoup varié ; lors de mon voyage, on comptait opérer la fusion et la réduction dans deux espaces séparés ; il paraît qu'aujourd'hui on s'est arrêté à un appareil unique pour les deux phases de l'opération. On emploie un cylindre tournant autour d'un axe horizontal et inspiré sans doute par celui du procédé Danks pour le puddlage mécanique de la fonte, mais le mode de chauffage est différent ; il repose sur un principe très-ingénieux qu'il est bon de signaler.

L'appareil rotatif est chauffé au gaz comme tous ceux qu'emploie M. Siemens ; mais c'est par une même extrémité de l'axe horizontal de rotation qu'on fait à la fois *entrer* les gaz combustibles et l'air, et *sortir* les produits de la combustion. L'autre extrémité de l'axe reste ainsi complétement libre comme porte de travail, et elle est fermée par une plaque réfractaire qu'on fait déplacer comme les portes d'un four à puddler, mais qui est fixe par rapport à l'appareil tournant. Cette disposition offre de très-sérieux avantages sur celle de l'appareil Danks.

Fig. 6.



Pour réaliser ce mode de chauffage, on a un système de quatre orifices voisins. A un moment donné, le gaz combustible et l'air entrent par les deux orifices d'un même côté, à gauche par exemple ; ils se répandent dans l'appareil en vertu d'un léger excès de pression qui leur est propre, et donnent par leur combustion la chaleur nécessaire à la réaction. Ils s'échappent ensuite par les deux orifices de droite, appelés qu'ils sont par le tirage général de l'usine. Au bout d'un certain temps, on change le sens des courants gazeux ; les gaz et l'air, préalablement échauffés sur les massifs de briques, entrent par les deux orifices de droite et s'échappent par les deux orifices de gauche.

Cet appareil tournant ne peut fonctionner qu'à la condition d'avoir sur toute sa surface intérieure un revêtement suffisamment réfractaire. Lors de mon voyage, cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sole devait se faire avec du minerai fondu, moulé en forme de briques, et recouvert de minerai qu'on fondait dans l'appareil même; c'était un système analogue à celui du procédé Danks. Il paraît qu'aujourd'hui, à Birmingham, on a adopté la bauxite, dont M. Le Chatelier n'a pas cessé de poursuivre avec persévérance les applications métallurgiques. Cette substance, qui contient environ 55 pour 100 d'alumine, doit, en raison de ses propriétés réfractaires, présenter un grand avantage.

L'économie réalisée par le nouveau procédé suffit pour montrer comment il a pu être appliqué couramment depuis 1872, malgré de nombreux changements de projets pour les appareils définitifs. D'après les premiers essais faits avec le rotateur, la consommation de charbon serait par tonne de fer :

510 kilog. pour la réduction dans le rotateur,
705 kilog. de charbon ordinaire dans le générateur de gaz combustible, qui seul représente le producteur de chaleur dans les usines de M. Siemens.

Le charbon, ainsi employé, est, de qualité et de prix, très inférieur à celui qui sert à produire le coke alimentant les hauts fourneaux. En tenant compte de cette différence, on conclurait, d'après M. Siemens, que la dépense en combustible est environ moitié de ce qui a lieu dans le haut fourneau pour une tonne de fonte.

Il faut remarquer, du reste, que le nouveau procédé produit directement du fer; ce métal est surtout employé pour fabriquer de l'acier après son action sur la fonte : il pourrait peut-être aussi être livré à la consommation à l'état de fer, le rotateur de M. Siemens pouvant, dit-il, remplacer avantageusement celui de M. Danks.

A côté de ces résultats économiques, et quel qu'en soit le chiffre définitif, le procédé nouveau de M. Siemens présenterait, dit-on, un autre avantage. Son caractère spécial serait de permettre, pour la fabrication de l'acier, l'utilisation, vainement cherchée jusqu'ici, des minerais notablement phosphoreux. C'est pour cela que des hommes tels que M. Williamson en Angleterre, M. Le Chatelier en France, se sont vivement intéressés à ce procédé et fondent sur lui de si grands espoirs. Pour la France, en particulier, cette méthode peut être de première importance; c'est ce qui m'a fait surtout y insister ici.

Je ne terminerai pas cette revue rapide sans insister de nouveau sur les liens étroits qui unissent aujourd'hui de plus en plus la science et l'industrie. Chaque usine importante a son laboratoire, depuis les fabriques de soude jusqu'aux fabriques d'acier; l'analyse chimique sert de contrôle incessant aux réactions qui s'accomplissent sur une grande échelle, et qui se font dans des appareils perfectionnés en économisant le travail manuel de l'homme. Déjà les grands industriels ont appris à respecter et même à aimer la science. Une preuve éclatante en a été donnée cette année même par la fondation définitive du célèbre laboratoire de chimie agricole de MM. Lawes et Gilbert, à Rothamsted, près de Londres; après avoir fait sa fortune dans l'industrie, M. Lawes a assuré à cet établissement tout privé un capital de 2 500 000 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EXPOSITION UNIVERSELLE DE VIENNE.

DÉCRET FIXANT LA LISTE DES MEMBRES DU JURY INTERNATIONAL DES RÉCOMPENSES.

Le Ministre de l'agriculture et du commerce,

Vu les décrets en date des 5 avril 1870 et 30 décembre 1871, instituant la Commission supérieure des Expositions internationales;

Vu les règlements nos 19, 20 et 76 publiés par la Commission I. et R. autrichienne pour l'Exposition universelle de Vienne, règlements constituant le Jury international des récompenses et fixant, par pays et par groupe, un nombre de jurés subordonné à celui des exposants;

Sur l'avis de la Commission supérieure des Expositions internationales :

Arrête :

Art. 1er. Sont nommés membres du jury international des récompenses pour l'Exposition universelle de Vienne.

1er GROUPE.

Exploitation des mines et métallurgie.

MM. le marquis DE TALHOUET, député à l'Assemblée nationale, membre de la commission supérieure des Expositions internationales, administrateur des mines d'Anzin.

DESEILLIGNY, député à l'Assemblée nationale, membre de la commission supérieure des Expositions internationales et du Conseil supérieur du commerce, de l'agriculture et de l'industrie.

2e GROUPE.

Agriculture, culture de la vigne et des arbres fruitiers, exploitation forestière.

MM. DROUYN DE LHUYS, membre de la commission supérieure des Expositions internationales, président de la Société des agriculteurs de France.

LEFEBVRE DE SAINTE-MARIE, directeur de l'agriculture, au Ministère de l'agriculture et du commerce.

le baron Alphonse DE ROTHSCHILD, membre de la commission supérieure des Expositions internationales, président du conseil d'administration des chemins de fer du Nord.

BOUTAREL, manufacturier, membre de la commission supérieure des Expositions internationales, membre des jurys internationaux de 1862 et 1867.

MM. BOUSSINGAULT, membre de l'Institut, professeur au Conservatoire des arts et métiers, membre des jurys internationaux de 1855, 1862 et 1867.

LE PAUTE, inspecteur des forêts.

MOLL, professeur d'agriculture au Conservatoire des arts et métiers, membre de la commission permanente des valeurs de douane, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale et des jurys internationaux de 1851, 1855, 1862 et 1867.

TISSERANT, inspecteur général de l'agriculture, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale et des jurys internationaux de 1862 et 1867.

3e GROUPE.

Arts chimiques.

MM. WURTZ, membre de l'Institut, doyen de la Faculté de médecine de Paris, membre du comité consultatif d'hygiène publique de France, membre des jurys internationaux de 1855, 1862 et 1867.

SAINTE-CLAIRE DEVILLE (Henri), membre de la commission supérieure des Expositions internationales, membre des jurys internationaux de 1855, 1862 et 1867.

CHIRIS (Léon), fabricant, à Grasse, membre du conseil général des Alpes-Maritimes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4e GROUPE.

Substances alimentaires.

MM. DROUIN, député à l'Assemblée nationale, membre de la commission supérieure des Expositions internationales, ancien président du Tribunal de commerce de la Seine.

BOUCHEROT, membre de la Chambre de commerce de Paris.

TEISSONNIÈRE, membre de la Chambre de commerce de Paris; membre du jury international de 1867.

GROULT, fabricant de pâtes alimentaires.

ARNAUD-JEANTI fils, négociant en grains.

5e GROUPE.

Industrie des matières textiles et confections.

MM. SEYDOUX (Charles), manufacturier, membre du jury international de 1867.

CORDIER, député à l'Assemblée nationale, manufacturier, membre du Conseil supérieur du commerce, de l'agriculture et de l'industrie.

DEMAR, membre de la Chambre de commerce d'Elbeuf.

DAUPHINOT, député à l'Assemblée nationale, président de la Chambre de commerce de Reims.

RONDOT (Natalis), délégué de la Chambre de commerce de Lyon, président de la section des tissus à la commission des valeurs, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale et des jurys internationaux de 1851, 1855 et 1862.

LOUVET (Eugène), négociant en soieries, membre du Conseil municipal de la ville de Paris.

CARLHIAN, membre de la Chambre de commerce de Paris, membre des jurys internationaux de 1862 et 1867.

AUBRY, membre de la Chambre de commerce de Paris, membre des jurys internationaux de 1851, 1855, 1862 et 1867.

6e GROUPE.

Industrie du cuir et du caoutchouc.

M. HOUETTE, membre de la Chambre de commerce de Paris.

7e GROUPE.

Industrie des métaux.

MM. DENIÈRE, membre de la Commission supérieure des Expositions internationales, ancien président de la Chambre de commerce de Paris, membre du jury international en 1867.

ROUVENAT, membre de la Commission supérieure des expositions internationales.

GASTINE-RENETTE, fabricant d'armes.

8e GROUPE.

Bois ouvrés.

M. le comte D'OSMOY, député à l'Assemblée nationale.

9e GROUPE.

Objets en pierre, verrerie et céramique.

MM. DE LUYNES, professeur au Conservatoire national des arts et métiers (chimie appliquée aux industries de la céramique et de la verrerie), membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.

GIRARD (Aimé), professeur au Conservatoire national des arts et métiers (chimie industrielle), membre du jury international de 1867.

10e GROUPE.

Tabletterie, maroquinerie, bimbeloterie.

M. DUVELLEROY, membre du jury international de 1867.

11e GROUPE.

Industrie du papier.

M. BÉCOULET, président de l'Union des fabricants de papiers.

12e GROUPE.

Arts graphiques et dessins industriels.

MM. WOLOWSKI, député à l'Assemblée nationale, membre de l'Institut et de la Commission supérieure des expositions internationales, professeur au Conservatoire des arts et métiers, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale et des jurys internationaux de 1851, 1855, 1862 et 1867.

MASSON (G.), président de Cercle de l'imprimerie, de la librairie et de la papeterie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

13e GROUPE.

Machines, matériel de transport.

MM. FÉRAY, d'Essonne, député à l'Assemblée nationale, membre de la Commission supérieure des Expositions internationales.
SCHNEIDER, directeur des établissements du Creuzot.
EHRLER, fabricant de carrosserie.

14e GROUPE.

Instruments de précision et de l'art médical.

MM. TARDIEU (Ambroise), professeur à la Faculté de médecine de Paris, membre de l'Académie de médecine, président du comité consultatif d'hygiène de France, membre des jurys internationaux de 1855, 1862 et 1867.
BRÉGUET, ingénieur-mécanicien, constructeur d'appareils télégraphiques, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, etc.

15e GROUPE.

Instruments de musique.

M. le comte DE CHAMBRUN, député à l'Assemblée nationale, membre de la Commission supérieure des expositions internationales.

16e GROUPE.

Art militaire.

M. le général baron DE CHABAUD LA TOUR, député à l'Assemblée nationale, président du comité des fortifications.

17e GROUPE.

Marine.

M. le vice-amiral PARIS, membre de l'Institut, membre du Bureau des longitudes, membre du jury international de 1867.

18e GROUPE.

Matériel et procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture.

MM. KLEITZ, inspecteur général des ponts et chaussées.
LEFUEL, membre de l'Institut et de la Commission supérieure des Expositions internationales, membre du jury international de 1867.

19e GROUPE.

Types de l'habitation bourgeoise, ses dispositions intérieures, sa décoration, son ameublement.

M. DUC, membre de l'Institut, vice-président du conseil d'architecture des travaux de Paris, membre du jury international de 1867.

20e GROUPE.

Types de l'habitation rurale, ses dispositions, ses ustensiles et son mobilier.

M. LEFÉBURE, député à l'Assemblée nationale.

21e GROUPE.

L'industrie domestique nationale.

M. RONDELET, membre de la Commission supérieure des Expositions internationales et du Conseil municipal de Paris, membre du jury international de 1867.

23e GROUPE.

Objets d'art pour les services religieux.

M. BOESWILWALD, inspecteur général des monuments historiques de France, membre du jury international de 1867.

25e GROUPE.

Beaux-Arts. Œuvres qui ont été produites depuis l'Exposition universelle de Londres, en 1862.

MM. VITET (Ludovic), vice-président de l'Assemblée nationale, membre de l'Institut et de la Commission supérieure des Expositions internationales, président de la commission des monuments historiques de France.
MEISSONIER, membre de l'Institut (Académie des beaux-arts) et de la Commission supérieure des Expositions internationales, membre du jury international de 1867.
GÉROME, membre de l'Institut (Académie des beaux-arts) et de la Commission supérieure des Expositions internationales, membre du jury international de 1867.
GUILLAUME, membre de l'Institut (Académie des beaux-arts) et de la Commission supérieure des Expositions internationales, membre du jury international de 1867.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. vicomte DELABORDE (H.), membre de l'Institut (Académie des beaux-arts) et de la Commission supérieure des Expositions internationales, conservateur de la gravure à la Bibliothèque nationale, membre du jury international de 1867.

baron DE SOUBEYRAN, député à l'Assemblée nationale, membre de la Commission supérieure des Expositions internationales et de la commission des monuments historiques de France.

Michaux, membre de la commission des beaux-arts de la ville de Paris, membre du jury international de 1867.

26e GROUPE.

Éducation, enseignement, instruction.

MM. Levasseur, membre de l'Institut et de la Commission supérieure des Expositions internationales.

KOENIGSWARTER (baron M. DE), ancien député au Corps législatif.

Commissaires généraux du Gouvernement français ayant droit, aux termes du règlement de la commission I. et R. autrichienne, de prendre part aux délibérations de tous les groupes du jury ou de s'y faire représenter :

MM. OZENNE, conseiller d'État, commissaire général des Expositions internationales, secrétaire général du Ministre de l'agriculture et du commerce.

DU SOMMERARD, commissaire général des Expositions internationales, membre de la commission des monuments historiques de France, directeur du musée des Thermes et de l'hôtel de Cluny, membre des jurys internationaux de 1855, 1862 et 1867.

Art. 2. Aux termes de l'art. 5 du règlement n° 76 de la commission I. et R. autrichienne, sont nommés suppléants en cas d'empêchement des jurés titulaires :

MM. ARLÈS-DUFOUR fils, membre de la Chambre de commerce de Lyon (5e groupe).

BAILLY, membre du conseil d'architecture de la ville de Paris (19e groupe).

BAYVET, fabricant de maroquins, membre de la commission des valeurs (6e groupe).

MM. BIGNON aîné, , propriétaire-agriculteur, membre suppléant du jury international de 1867 (2e groupe).

BLAISE (des Vosges), propriétaire-viticulteur, membre suppléant du jury international de 1867 (2e groupe).

BONNAT, peintre d'histoire, membre du comité des beaux-arts pour les Expositions internationales (25e groupe).

BONTEMPS, ancien fabricant, membre des jurys internationaux de 1862 et 1867 (9e groupe).

CASSE, manufacturier, à Fives-Lille (5e groupe).

CHENAVARD, peintre d'histoire, membre du comité des beaux-arts pour les Expositions internationales (25e groupe).

CHENNEVIÈRES (marquis DE), conservateur du Musée du Luxembourg, membre du jury international de 1867 (25e groupe).

CHEYSSON, ingénieur des ponts et chaussées, directeur des mines du Creuzot (18e groupe).

COTTIER (Maurice), membre du comité des beaux-arts pour les Expositions internationales (25e groupe).

CUVILLIER, négociant en vins et substances alimentaires (4e groupe).

DALLOZ (Paul), imprimeur, membre suppléant du jury international de 1862 (12e groupe).

DAVANNE, président de la Société de photographie, membre du jury international de 1867 (12e groupe).

DELBRUCK (Jules), membre du jury international de 1867 (26e groupe).

DELHAYE (Adolphe), ancien fabricant de dentelles (5e groupe).

DESOUCHES, membre de la chambre syndicale de la carrosserie (13e groupe).

DE THOMAS, membre du comité de l'industrie du papier à l'exposition internationale de Londres en 1862 (11e groupe).

DREYFUS (Gustave), membre des comités de l'Histoire du travail en 1867 (bronzes) (7e groupe).

DUBOUCHET, ancien fabricant, à Limoges, membre du conseil de perfectionnement de la manufacture de Sèvres (9e groupe).

FONTENAY, fabricant de bijouterie (7e groupe).

FOURCADE, membre de la Chambre de commerce de la Seine, membre du jury international de 1867 (3e groupe).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. GÉRARD, président de la Chambre syndicale des produits chimiques.
HALPHEN (Germain), joaillier (7e groupe).
HUSSENOT, fabricant de châles, ancien juge au Tribunal de commerce de Paris, membre suppléant du jury international de 1867 (5e groupe).
JACQUEMART (Jules), graveur, membre du comité des beaux-arts des Expositions internationales (25e groupe).
JEUFFRAIN (Paul), fabricant, à Louviers (5e groupe).
KUHLMANN, fabricant, membre du jury international de 1867 (3e groupe).
LANCE, architecte, membre du comité des travaux historiques au Ministère des beaux-arts et du comité des beaux-arts aux Expositions internationales (18e groupe).
LE ROUX (J. P.), professeur de géométrie au Conservatoire des arts et métiers, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale (14e groupe).
LISSAJOUS, professeur de physique, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale et des jurys internationaux de 1862 et 1867 (15e groupe).
MADAMET, sous-ingénieur de la marine, chargé du cours de maistrance, à Brest (17e groupe).
MARTELET, ingénieur des mines, membre du jury international de 1867 (1er groupe).
MARIE, membre de la Commission supérieure, sous-directeur du commerce extérieur au Ministère de l'agriculture et du commerce (2e groupe).
MATHIEU (Henri), ingénieur au chemin de fer du Midi, membre du jury international de 1867 (13e groupe).
MERCY ARGENTEAU (le comte Eugène DE), propriétaire-éleveur (2e groupe).
MILLE, ingénieur en chef au corps des ponts et chaussées, membre du jury international de 1867 (2e groupe).
MILLET (Aimé), statuaire, membre du comité des beaux-arts pour les Expositions internationales (25e groupe).
MM. MILLET (Eugène), architecte, membre de la commission des monuments historiques et du comité des beaux-arts pour les Expositions internationales (23e groupe).
PARIOT (Laurent), président de la Chambre syndicale de la passementerie (5e groupe).
PETITGAND (E.), métallurgiste (1er groupe).
PORLIER, sous-directeur de l'agriculture au Ministère de l'agriculture et du commerce, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale et des jurys internationaux de 1862, 1867 (2e groupe).
ROSSIGNEUX (Charles), architecte-dessinateur, membre du jury international de 1862 (8e groupe).
SAINT-VICTOR (Paul DE), membre du jury international de 1867 et du comité des beaux-arts pour les Expositions internationales (25e groupe).
SCHLOSS (Simon), manufacturier (10e groupe).
VATIN, membre de la commission des valeurs, fabricant de tissus (5e groupe).
VATRY (colonel baron DE), attaché militaire à l'ambassade de France à Vienne (16e groupe).
VIOLLET-LEDUC (Adolphe), membre du comité des beaux-arts pour les Expositions internationales (26e groupe).

Art. 3. Les commissaires généraux du Gouvernement français sont chargés de l'exécution du présent arrêté.

Le commissaire général de service à Vienne informera MM. les membres du jury de l'époque fixée pour l'ouverture de la session et leur transmettra tous les renseignements qui leur seront nécessaires.

Versailles, le 13 mars 1873.

Le Ministre de l'agriculture et du commerce,

E. TEISSERENC DE BORT.

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

72e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XX. — Juillet 1873.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE.

RAPPORT *fait par* M. le comte DU MONCEL, *au nom du comité des arts économiques, sur le* TÉLÉGRAPHE AUTOGRAPHIQUE *de* M. MEYER, *avenue de Lamothe-Piquet*, 6, *à Paris.*

Messieurs, les télégraphes autographiques, conçus dans l'origine par M. Wheatstone, ont été réalisés, pour la première fois, en 1851, par M. Backwell, mécanicien anglais. Un spécimen d'écriture, reproduit par un appareil de ce genre, figurait à l'Exposition universelle de 1851; mais cet appareil n'avait pas été exposé, et personne ne connaissait alors ce genre de télégraphe. Dans ce spécimen l'écriture, qui était fort grosse, se détachait en blanc sur un fond bleu composé de hachures diagonales, serrées les unes contre les autres et interrompues seulement aux points correspondants à l'écriture. Un examen attentif de ce curieux échantillon de dépêche permettait, du reste, de deviner les moyens qui avaient dû être employés pour le produire, car l'action colorante, exercée sous l'influence électrique par des pointes de fer appuyant sur du papier imprégné de cyanoferrure de potassium, venait d'être découverte par M. Bain, et ce fond de hachures interrompues indiquait bien, aux deux stations en correspondance, une marche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

synchrone de deux pointes traçantes ayant pour fonction mécanique de parcourir successivement, dans une même direction, les différents points d'une même surface exposée à leur action, et ayant pour effets électriques à produire : l'une de provoquer, en passant au travers du corps de l'écriture originale, une série d'actions électriques susceptibles de réagir sur le circuit à des instants déterminés; l'autre, de traduire ces actions électriques par des solutions de continuité dans les traces laissées sur la feuille destinée à recevoir la dépêche. Ces solutions de continuité, étant déterminées aux instants précis où les pointes occupaient, sur les deux surfaces, une même position, devaient, en effet, fournir, par leur réunion, une reproduction plus ou moins parfaite de l'écriture qui les avait provoquées. Une pareille déduction entraînait immédiatement l'idée que, à la station de transmission, la dépêche devait être écrite sur un papier métallique, et c'est, en effet, ce qui avait lieu.

Après l'Exposition de 1851, plusieurs savants et inventeurs, et en particulier MM. Seugraff et Caselli, entrant résolûment dans la voie ouverte par M. Backwell, cherchèrent à rendre pratique ce système télégraphique, et après de longues et patientes études, des essais et des expériences sans nombre, on vit éclore, vers l'année 1855, ces curieuses dépêches que M. Caselli put montrer aux savants étonnés, et qui eurent alors un si grand retentissement. Cette fois, on put croire que la solution du problème de l'écriture à distance était possible, et pourtant cette invention n'était alors que dans son enfance, car il fallut encore à M. Caselli sept années d'expériences sur les lignes télégraphiques pour que ses appareils pussent fonctionner convenablement en ligne.

Cet historique des télégraphes autographiques nous écarte bien un peu, il est vrai, de la question qui fait l'objet du présent rapport; mais il était nécessaire, pour qu'on pût saisir, avec connaissance de cause, les diverses dispositions dont nous allons parler.

Dans le système de M. Backwell, comme dans tous ceux qui furent imaginés avant 1855, il existait un défaut capital qui devait empêcher son application dans la pratique télégraphique, c'était la nécessité dans laquelle on se trouvait de n'employer l'action du courant qu'en dehors des traits de l'écriture qu'il s'agissait de reproduire. Après la découverte, par M. Bain, de l'action colorante exercée par un courant sur une bande de papier imprégnée de cyanoferrure de potassium, on aurait pu, si l'encre employée pour l'écriture eût été conductrice au lieu d'être isolante, obtenir à la station de récep-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion, au moment du passage des frotteurs métalliques à travers la dépêche écrite, une série de points bleus dont l'ensemble, après une série de frottements successifs, aurait pu reproduire les traits de l'écriture; mais comme l'encre est toujours plus ou moins isolante, même quand elle est métallique, on ne pouvait obtenir, avec les moyens ordinaires, que l'effet inverse; encore fallait-il, pour cela, comme nous l'avons déjà dit, écrire la dépêche sur du papier métallique. De cette manière, l'écriture se détachait en blanc sur un fond bleu. Or, pour obtenir dans ces conditions une dépêche lisible, il fallait que l'écriture fût très-grosse et que le circuit fût court, car la coloration chimique sur du papier humide empiète toujours sur les bords de la trace primitive et, en s'étendant ainsi, les espaces blancs auraient pu être facilement bouchés sans cette précaution. D'un autre côté, les perturbations dans les transmissions électriques, en prolongeant inopportunément l'action des courants, tendaient encore à augmenter ce défaut par l'allongement des traces produites. C'est en renversant ce genre d'effets par une combinaison ingénieuse de courants, en apportant un soin beaucoup plus grand qu'on ne l'avait fait jusqu'alors au synchronisme des mouvements des appareils, enfin en disposant ceux-ci de manière à ne pas être influencés par les décharges secondaires des lignes, que M. Caselli a pu parvenir aux résultats si remarquables qu'il a obtenus.

Toutefois, malgré tous ces perfectionnements, cette manipulation chimique qu'il fallait exécuter pour préparer les bandes de papier destinées à recevoir les dépêches était véritablement un obstacle pour mettre en pratique, d'une manière courante, les appareils autographiques. De plus, ces appareils étaient délicats et exigeaient, de la part des employés destinés à les faire fonctionner, une adresse et des connaissances techniques qu'ils possèdent rarement. Il était donc à désirer que l'action électro-magnétique pût être substituée à l'action électro-chimique, et c'est dans ce sens que se sont portées les recherches de MM. Meyer et Lenoir. Toutefois, ces inventeurs, nous devons le dire au nom de la justice et de la vérité, avaient été précédés dans ce genre de perfectionnement par M. de Lucy qui, dès l'année 1859, avait présenté au cercle de la presse scientifique un appareil de ce genre construit par M. Mouilleron, mais dans lequel le grand problème du synchronisme des mouvements des deux appareils en correspondance n'était pas du tout résolu; néanmoins cet appareil, dans les conditions où il était présenté, fonctionnait d'une manière satisfaisante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tous les appareils autographiques électro-magnétiques, jusqu'à l'époque où M. Meyer fit connaître le sien, avaient pour organe traçant une sorte de tire-ligne ou un bec à trou capillaire. Or, ce système d'impression, surtout à l'époque où l'encre à la glycérine n'était pas connue, était regardé comme très-défectueux, et c'est ce qui fait que les télégraphes Morse à signaux écrits à l'encre ne purent devenir réellement pratiques que quand MM. Thomas John et Digney eurent adapté à ces appareils un système encreur à molette tournante, disposé de manière à présenter toujours à l'impression un point fraîchement imprégné d'encre. Ce dispositif, Messieurs, vous devez vous le rappeler, avait été jugé assez important par la Société pour valoir à ses auteurs une médaille d'or et une médaille de platine (1), et, à ce propos, je dois ajouter incidemment ici qu'il a été, depuis cette époque, l'objet de nouveaux perfectionnements dont la pratique avait révélé l'urgence, et qui font le plus grand honneur au génie inventif de MM. Digney. Or, c'est précisément ce système d'impression que, par une conception hardie et réellement des plus ingénieuses, M. Meyer a appliqué au télégraphe autographique. Cette fois, plus de préparations chimiques, plus de papier humide, plus de collage de feuilles sur l'appareil. Une large molette contournée en hélice, dont le pas est précisément de la largeur de la dépêche, tourne au-dessous d'un rouleau encreur comme dans le système Digney, et marche synchroniquement avec le cylindre transmetteur. Chaque rupture du circuit, produite par le passage de la pointe du transmetteur sur le corps de l'écriture, détermine électro-magnétiquement le mouvement d'une bascule qui, comme dans l'appareil Morse de Digney, approche le papier de la molette-hélice. Ce mouvement excessivement limité a pour effet de produire une impression, et cette impression, en raison du mouvement synchronique du transmetteur et du récepteur, occupe sur le papier la même position relative que celle de la partie du corps d'écriture touchée au même moment par la pointe du transmetteur. La succession de ces impressions constitue donc les différentes lettres, et la dépêche se présente bientôt imprimée en travers de la bande de papier, parfaitement lisible dans toute son étendue, et sans qu'il soit besoin, comme dans les autres systèmes, de la retirer de l'appareil.

Telle est, Messieurs, la partie réellement nouvelle du système de M. Meyer.

---

(1) Voy. *Bulletin* de 1860, 2e série, t. VII, p. 228 et 233.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant à sa disposition, bien qu'il soit difficile d'en donner une idée exacte sans figures, je vais essayer d'en donner la description en quelques mots.

Dans le système de M. Meyer chaque appareil porte avec lui tous les accessoires nécessaires à sa marche, ce qui n'a pas lieu généralement dans les télégraphes de ce genre. Il renferme donc le mécanisme récepteur, le mécanisme transmetteur, le mécanisme régulateur du synchronisme, le mécanisme moteur et le relais.

Le mécanisme moteur est commun au récepteur et au manipulateur, et se trouve, en conséquence, placé entre eux deux. C'est un fort mouvement d'horlogerie, dont le dernier mobile est dirigé par un pendule conique à deux boules très-lourdes, dont l'une, la plus petite, sert de régulateur pour modérer ou accélérer la vitesse de l'appareil, et régler ainsi le synchronisme. Ce système, en principe, n'a rien de nouveau; il avait été déjà employé par M. Bain pour son télégraphe électro-chimique, par M. Hardy pour ses chronographes électriques établis dans le système de M. Martin de Brettes, et j'en avais fait moi-même l'application aux télégraphes autographiques, dès l'année 1853, dans l'appareil que j'ai décrit, t. II, p. 122, de mon *Exposé des applications de l'électricité;* toutefois, M. Hardy, l'habile constructeur de l'appareil dont nous parlons, l'a remarquablement perfectionné en faisant régler automatiquement l'amplitude de l'angle d'écart du pendule conique lui-même, suivant que l'appareil dont il dirige la marche est en avance ou en retard sur son correspondant. Il obtient ce résultat au moyen d'un petit système électro-magnétique adapté au bouton à l'aide duquel on soulève ou on abaisse la petite boule régulatrice du pendule. Ce bouton constitue alors une petite roue avec laquelle engrène une autre roue de plus grand diamètre, dite *régulatrice,* dont l'axe de rotation est porté par l'armature d'un électro-aimant spécial, et cette roue est placée de manière à pouvoir être engrenée séparément avec deux *arcs dentés*, portés par deux petites roues engrenant l'une dans l'autre. L'une de ces dernières roues, étant en rapport de mouvement avec la molette hélicoïdale du récepteur, peut présenter à chaque tour accompli par celle-ci les deux arcs dont elle dirige la marche, dans une position déterminée par rapport à la grande roue régulatrice. Si un courant de ligne est envoyé par l'appareil transmetteur à travers l'électro-aimant qui commande cette dernière roue et que les deux appareils transmetteur et récepteur aient un mouvement parfaitement synchronique, la roue régulatrice, en se déplaçant, ne rencontrera ni l'un ni l'autre des deux arcs mo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

biles; mais, si l'un des appareils est en retard sur l'autre, cette roue engrènera avec l'un ou l'autre de ces deux arcs, et celui-ci, en tournant, la fera participer à un mouvement qui sera dans un sens différent pour les deux arcs. Or la roue régulatrice, en agissant sur la petite roue commandant le mouvement de la boule pendulaire, fera monter ou descendre celle-ci suivant que l'appareil sera en retard ou en avance sur son correspondant.

Le transmetteur se compose d'un cylindre sur lequel est enroulée la feuille de papier métallique où est écrite la dépêche, et d'un système mobile sur une vis sans fin, qui porte la pointe interruptrice. Ce système se déplace parallèlement à l'axe du cylindre, et la pointe interruptrice appuie plus ou moins sur l'écriture au moyen d'un ressort antagoniste. La communication électrique sur la feuille métallique est, d'ailleurs, établie à l'aide d'un petit pinceau métallique adapté au système mobile, à une petite distance de la pointe traçante. Ce système, au moyen d'un levier, peut à volonté être soulevé au-dessus de la vis sans fin qui le conduit, être placé en tel point de la dépêche qu'il convient, ou même être retiré sans aucun arrêt du mécanisme moteur.

Le récepteur est constitué par le dispositif que nous avons décrit précédemment en principe. Le cylindre à hélice et le cylindre encreur occupent la partie supérieure du mécanisme, puis au-dessous du cylindre se trouve une espèce de châssis très-léger, de même longueur que le cylindre, terminé par une arête aiguë et pivotant sur deux pointes sous l'influence d'une armature électro-aimant qu'il porte près de son axe d'oscillation. Cette armature est placée devant les pôles d'un fort aimant permanent qui l'attire en temps utile, en approchant, par là, l'arête aiguë du châssis contre le cylindre à hélice, et, comme la bande de papier qui doit recevoir la dépêche enveloppe ce châssis, elle rencontre l'hélice en l'un ou l'autre de ses points pour chaque mouvement accompli et en conserve l'impression. Cette bande de papier elle-même est enroulée en provision sur une large bobine, et se trouve entraînée d'un quart de millimètre à chaque révolution entière de la pointe traçante du transmetteur à l'aide d'un laminoir, comme dans le système Morse.

Je ne parlerai pas du relais de M. Meyer, car il peut être combiné de telle manière qu'il convient, et tout autre relais, même celui de M. d'Arlincourt, pourrait être adapté à cet appareil. Dès lors qu'on emploie des relais dans ce système télégraphique, la difficulté que nous avons signalée au commence-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment de ce rapport pour obtenir la reproduction de l'écriture en noir n'existe plus, puisque la pile locale peut fonctionner aussi bien sur des ouvertures de circuit que sur des fermetures. Le système de relais qui conviendra le mieux à cet appareil sera celui qui fonctionnera le plus vite et à la plus grande distance.

Plusieurs savants ont prétendu, avec raison sans doute, que le synchronisme parfait de mouvement de deux appareils en rapport électrique ne peut être obtenu qu'autant que les mécanismes moteurs sont complétement indépendants de l'action produite par ces appareils, ce qui n'est pas le cas du système dont nous parlons ici. C'est pour cette raison que MM. Caselli et Lenoir ont séparé dans leurs appareils les mécanismes régulateurs du synchronisme des mécanismes moteurs, ne donnant comme fonction mécanique à remplir aux premiers que d'exécuter à des instants précis des fermetures de courant, qui pouvaient alors réagir mécaniquement et indépendamment sur les mécanismes moteurs. Mais, outre que dans l'appareil de M. Meyer le mécanisme pendulaire se trouve réglé automatiquement et d'une manière continue, ainsi qu'on l'a vu précédemment, les irrégularités qui pourraient se produire n'auraient pas, comme dans les autres systèmes, d'inconvénients fâcheux en raison de l'action même du pendule conique qui, au lieu d'entraîner des variations brusques, ne peut en déterminer que de très-lentes. Or l'inconvénient qui pourrait en résulter serait tout au plus de faire pencher l'écriture dans un sens ou dans l'autre, mais la lecture n'en serait en rien gênée. C'est, en effet, ce que l'expérience a démontré, même avant le règlement automatique du mécanisme pendulaire dont nous avons parlé. Ce point étant établi, on comprend aisément que les appareils, disposés comme l'ont fait MM. Meyer et Hardy, sont beaucoup moins encombrants et même beaucoup moins chers.

Les expériences faites, en 1870, devant la commission de perfectionnement du matériel télégraphique ont démontré qu'on pouvait transmettre avec cet appareil, entre Paris et Lyon, en une minute quarante-trois secondes, une dépêche couvrant une surface de 30 centimètres carrés (soit 17 centimètres carrés par minute); avec l'appareil Caselli il aurait fallu trois minutes au moins pour couvrir le même espace. On peut donc dire que l'appareil Meyer est, en définitive, le plus rapide des télégraphes autographiques jusqu'à présent essayés en ligne, et si on joint à l'ingéniosité de ses combinaisons l'habileté d'exécution déployée par M. Hardy dans sa construction, habileté à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

laquelle, en raison des perfectionnements de détails, cette invention est redevable, en grande partie, de sa réussite, on peut comprendre que ce système réalise, comme l'a, du reste, avancé M. le directeur général des lignes télégraphiques dans son rapport au Ministre du 2 octobre 1869, un progrès réel et décisif dans la télégraphie.

Il serait sans doute intéressant de discuter, d'une manière générale, les avantages et les inconvénients qu'on peut retirer de la transmission des dépêches écrites; mais cette discussion, qui entraîne avec elle beaucoup de considérations, serait un peu en dehors du sujet qui a été soumis à notre examen. Nous pourrons dire, toutefois, que, comme vitesse de transmission de dépêches, ce système pourrait être le plus expéditif de tous, si l'écriture des dépêches était faite dans des conditions convenables, c'est-à-dire avec des interlignes étroits, des lettres serrées les unes contre les autres, et surtout si les feuilles écrites se succédaient sans interruption. Mais, dans les cas ordinaires, il est loin d'en être ainsi, et les expériences faites jusqu'ici n'ont pas été, sous ce rapport, à l'avantage des télégraphes autographiques. Pour que ces appareils pussent être les plus expéditifs, il faudrait qu'ils pussent transmettre plus de soixante dépêches ordinaires de vingt mots par heure, en écriture courante, car, avec le télégraphe imprimeur de Hughes, qui est jusqu'à présent le plus rapide de tous, le maximum des dépêches expédiées dans ce laps de temps dépasse même ce nombre; il est vrai que le télégraphe Morse ne peut en transmettre guère plus de vingt. Au point de vue des avantages qui peuvent résulter de la transmission même de l'écriture de l'expéditeur, il est facile de comprendre que ce système télégraphique peut donner, pour les transactions commerciales et financières, une sécurité que ne saurait fournir aucun autre système télégraphique, car les erreurs de chiffres ne peuvent se produire que dans le cas tout à fait exceptionnel où les queues des longues lettres se prolongent d'une ligne sur l'autre et viennent se placer en avant ou à la suite d'un nombre; encore faudrait-il, dans ce cas même, qu'une action anormale se produisît dans le fonctionnement du transmetteur, et que cette action anormale eût pour effet d'interrompre les traits en question au-dessus du nombre écrit. Cet accident a été, il est vrai, signalé une fois, mais une fois seulement, et probablement il ne se renouvellera jamais, car il faut, pour qu'il se présente, un concours de circonstances qui sera d'autant mieux évité qu'on est maintenant prévenu.

Si nous ajoutons à ces considérations que ce système télégraphique permet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la reproduction des dessins et plans explicatifs, la transmission des écritures les plus variées et les plus compliquées, on peut comprendre immédiatement quelles ressources immenses il met entre nos mains pour nos besoins domestiques; on peut même ajouter, comme l'avait fort bien fait observer M. d'Escayrac de Lauture, qu'il est le seul qui puisse réaliser l'application de la télégraphie en Chine et dans les pays dont l'écriture n'est pas alphabétique.

Quoi qu'il en soit, la pratique faite jusqu'ici de ces sortes d'appareils a montré que ces avantages n'ont pas encore été bien compris du public; car, à l'époque où le service des télégraphes autographiques avait été organisé à l'Administration des lignes télégraphiques françaises, les dépêches qui étaient expédiées de cette manière étaient bien moins le résultat d'une préférence réelle pour ce genre de transmission, que du désir de gagner du temps par suite du moindre encombrement de la ligne ainsi desservie.

Nous faisons cette remarque pour montrer que, si les télégraphes autographiques ne sont pas aujourd'hui d'un emploi courant, ce n'est pas parce que leur fonctionnement n'est pas satisfaisant, mais simplement parce que les avantages qu'ils procurent n'étant pas encore appréciés à leur juste valeur, ils n'ont pas été d'un emploi avantageux au point de vue administratif.

Je termine ici, Messieurs, mon rapport en vous demandant, au nom du comité des arts économiques, de vouloir bien décider que, en raison des résultats importants qu'ils ont obtenus, MM. Meyer et Hardy soient remerciés de leur intéressante communication, et que le présent rapport soit inséré au *Bulletin* avec les dessins de leur appareil.

Signé TH. DU MONCEL, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 12 *juillet* 1872.

LÉGENDE EXPLICATIVE DU TÉLÉGRAPHE AUTOGRAPHIQUE DE M. MEYER.

La figure 1, d'autre part, est une vue perspective de l'appareil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les figures 2 et 3 sont des croquis en perspective, l'une, d'une portion de l'appareil relative au cylindre de transmission, et l'autre, d'une autre portion relative au cylindre récepteur.

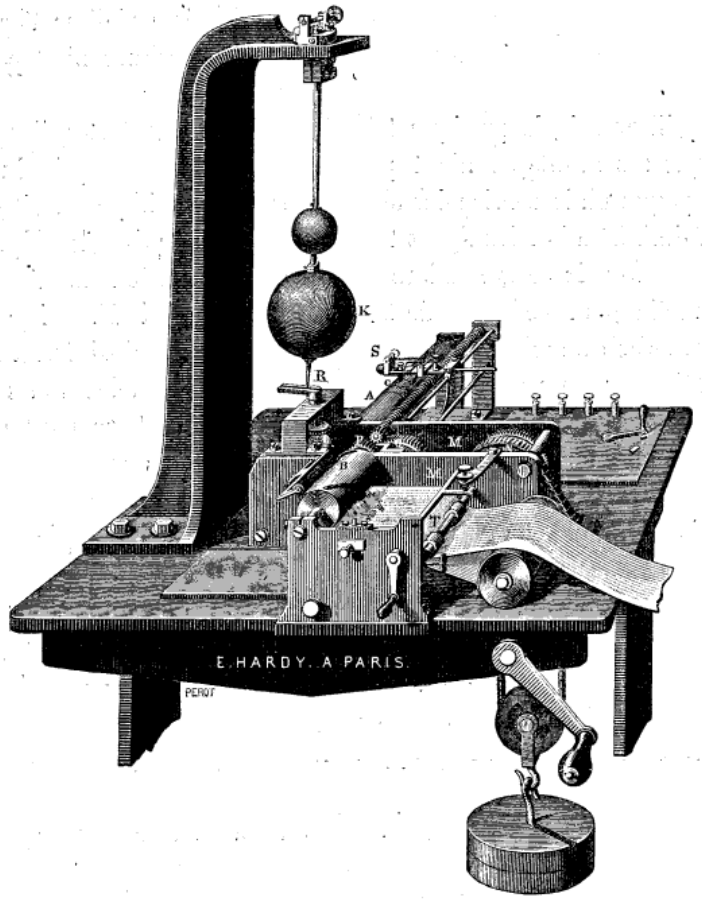


Fig. 1.

A, cylindre de transmission ou expéditeur.

B, cylindre récepteur, muni d'une nervure hélicoïdale.

C, style ou pointe traçante en platine, porté par un chariot placé au-dessus du cylindre A.

D, pinceau de fils métalliques porté par le même chariot.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

E, petit électro-aimant.
F, aimant en fer à cheval.

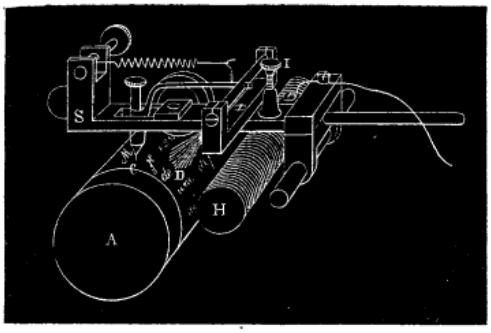


Fig. 2.

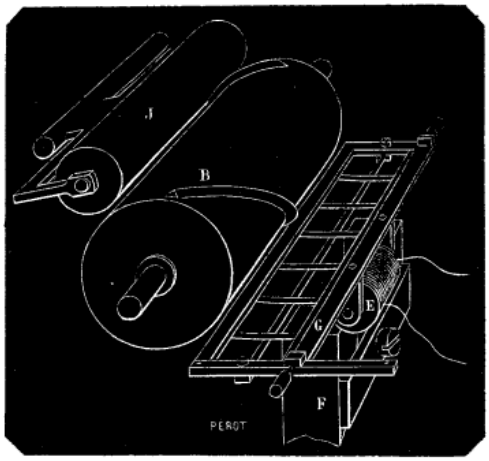


Fig. 3.

G, châssis métallique sous lequel est fixé l'électro-aimant E; il est disposé en avant et un peu au-dessous du cylindre B.

H, vis sans fin parallèle au cylindre A.

I, vis à pointe entrant dans le pas de la vis sans fin H.

J, tampon encreur de la nervure hélicoïdale du cylindre B.

K, pendule conique à lame assez rigide et à boules très-lourdes, servant à régler la marche des appareils pour obtenir leur synchronisme.

M, M, platines du rouage; elles sont reliées par de fortes entretoises métalliques, vissées sur la table de fonte qui porte tous les organes de l'appareil.

N, roue de fonte à forte denture, engrenant avec la chaîne de Galle qui porte le poids moteur; elle est calée sur l'axe du premier mobile du rouage.

O, troisième mobile du rouage engrenant avec le pignon de la vis sans fin H.

P, roue de 100 dents, montée sur l'axe du cylindre B; elle engrène avec une roue du même nombre de dents formant le quatrième mobile.

Q, sixième mobile sur l'axe duquel est fixée une poulie épaisse, contre laquelle agit le frein qui arrête l'appareil.

R, septième mobile dont l'axe est vertical; il traverse l'équerre dans lequel il pivote pour porter, au dehors, une manivelle fendue destinée à conduire le pendule conique K.

S, chariot portant le style C et le pinceau D; son déplacement a lieu par la vis sans fin H et la pointe I.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

T, laminoir servant à régler la vitesse du papier qui reçoit la dépêche.

Dans le poste expéditeur comme dans le poste récepteur, il y a un appareil semblable. De part et d'autre, les rouages du mécanisme d'horlogerie qui commandent les cylindres A et B doivent marcher en accord parfait ; les pendules coniques K servent à établir le synchronisme au début, et à le maintenir pendant tout le temps de la transmission.

Le cylindre expéditeur A est isolant, et sert à l'enroulement de la dépêche tracée à l'avance sur papier métallique. La vis sans fin H, mise en mouvement par le rouage, entraîne, parallèlement à l'axe du cylindre A, le chariot S armé du pinceau D et du style C ; ce pinceau et ce style sont isolés l'un de l'autre, et frottent constamment contre le papier métallique de la dépêche.

Pour chaque tour du cylindre A le chariot se déplace de 1/4 de millimètre, de sorte que tous les points de la surface de ce cylindre viennent successivement en contact avec la pointe C, qui est en communication permanente avec la terre.

Au poste de départ, le pôle positif de la pile de ligne communique constamment d'une part, avec le pinceau D et la surface métallique de la dépêche, d'autre part avec le fil de ligne.

Il résulte de cette disposition que la pile de ligne fonctionne toujours, mais que la distribution de son courant dépend de la position du style C par rapport aux traits isolants de la dépêche à transmettre. Quand la pointe du style appuie sur la surface métallique du papier, le circuit de la pile de ligne est fermé par le pinceau D, le style et la terre. La presque totalité du courant passe par ce court circuit et la ligne ne reçoit qu'un courant dérivé négligeable. Lorsque, au contraire, la pointe du style rencontre un trait isolant de la dépêche, le court circuit est rompu et le courant de la pile passe nécessairement en entier par le fil de ligne.

La nervure hélicoïdale du cylindre-récepteur B est un filet de vis triangulaire, qui fait un tour entier autour de ce cylindre en frottant continuellement contre le tampon encreur J.

Le châssis G est disposé de manière à pouvoir exécuter des mouvements de bascule de très-faible étendue, de sorte que son arête vient au contact de l'un des points de la nervure hélicoïdale du cylindre B ou s'en éloigne d'une petite quantité. Sur l'arête de ce châssis est pliée la bande de papier sur laquelle la dépêche doit se reproduire, et qui est entraînée lentement d'un mouvement continu.

D'après ce qui précède, on peut amener le papier à toucher la nervure hélicoïdale qui y marque un point. Si l'on prolonge la durée du contact pendant la rotation du cylindre B, le point de contact, glissant pour ainsi dire le long de l'arête du châssis, détermine, sur le papier, une ligne droite transversale. Au bout d'un tour entier, la nervure hélicoïdale recommence sur le papier une nouvelle ligne parallèle à la première, mais distante de 1/4 de millimètre par suite de l'avancement du papier.

Les extrémités du barreau de fer doux de l'électro-aimant E font saillie sur la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bobine, et sont placées en face des pôles de l'aimant en fer à cheval F. Lorsque la bobine de cet électro-aimant est traversée par un courant, les extrémités du barreau de fer doux prennent des polarités de même nom que les pôles en regard de l'aimant F; la bobine qui est fixée au châssis G est repoussée, et, le châssis exécutant alors un mouvement de bascule, son arête ne touche plus la nervure hélicoïdale du cylindre B. Mais, si le courant vient à cesser pendant un temps plus ou moins court, l'aimant F attire immédiatement le barreau de fer doux, revenu à l'état neutre, fait basculer tout le système en sens inverse, et le papier, se trouvant ainsi plus ou moins longtemps en contact avec la nervure hélicoïdale, reçoit l'impression d'un point ou d'un trait.

Le courant qui, dans chaque appareil, produit le mouvement de bascule du châssis et, par suite, l'impression des traits ou hachures sur la bande de papier provient d'une pile locale commandée par un relais. Chaque relais se compose d'un aimant permanent fixe et d'un électro-aimant faisant fonction de palette; il est lui-même animé par le courant de ligne.

Fonctionnement de l'appareil. — Du moment où le synchronisme est réglé, la nervure hélicoïdale présente, dans chaque appareil, à l'arête du châssis, un *point reproducteur*, dont la position correspond exactement à celle du style sur la circonférence du cylindre expéditeur, c'est-à-dire que si le commencement d'une ligne de la dépêche manuscrite passe sous la pointe du style, le point reproducteur se trouve au bord de la bande de papier. Lorsque le cylindre expéditeur a tourné de 1 millimètre par exemple, afin que la pointe du style passe du premier trait de la dépêche au second, le point reproducteur s'est déplacé lui-même de 1 millimètre, et ainsi de suite. On voit donc que tous les points de la ligne de la dépêche manuscrite qui passent sous la pointe du style correspondent aux mêmes points de la ligne du *fac-simile* en regard du point reproducteur.

Lorsque la pointe du style appuie sur la surface métallique du papier de la dépêche, le court circuit de la pile de ligne est fermé, la ligne ne reçoit qu'un courant de dérivation insignifiant, les relais maintiennent fermés les circuits des piles locales, les bobines E sont repoussées, enfin les bandes de papier sont éloignées des nervures hélicoïdales, et il n'y a pas d'impression.

Mais, si la pointe du style vient à passer sur un trait isolant de la dépêche, le court circuit de la pile de ligne est rompu; le courant, passant en entier sur la ligne, anime les deux relais, et les bobines-palettes des deux relais, étant brusquement repoussées, rompent les circuits des piles locales. Les bobines E sont alors attirées, et les papiers sont pressés contre les nervures hélicoïdales, qui y impriment une courte hachure.

Au bout d'un tour entier du cylindre expéditeur, le style s'est déplacé latéralement, comme on l'a vu plus haut, de 1/4 de millimètre; la bande de papier a été elle-même tirée de la même quantité, et la pointe du style, venant à passer sur le prolongement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du trait isolant que nous avons considéré, détermine une nouvelle émission du courant de la pile dans la ligne. Or, pendant le tour entier du cylindre expéditeur, la nervure hélicoïdale a fait également un tour entier, et le point reproducteur est revenu au-dessous de la position première où il avait fait une petite hachure, de sorte que la nouvelle impression produite par le courant de la ligne se trouve être le prolongement du trait dans le *fac-simile* de la dépêche.

(M.)

BIBLIOGRAPHIE SIDÉRURGIQUE.

RAPPORT *fait par* M. LAMY, *au nom du comité des arts chimiques, sur un ouvrage intitulé :* REVUE DE L'INDUSTRIE DU FER EN 1867 ; 2e partie : *Fabrication du fer ; par M. Jordan, ingénieur, professeur de métallurgie à l'École centrale des arts et manufactures.*

Messieurs, dans un rapport lu à la séance du 11 mars 1870 (1), votre comité des arts chimiques vous a rendu compte de la première partie d'un grand travail intitulé : *Revue de l'industrie du fer en* 1867, par M. Jordan, professeur de métallurgie à l'École centrale des arts et manufactures. La deuxième partie de ce travail, qui a pour titre : *Fabrication du fer*, et qui n'a été achevée que dans le commencement de cette année, fait l'objet du présent rapport.

Avant de commencer l'examen de cette partie, il nous paraît convenable de vous donner les raisons d'un retard aussi prolongé dans la publication d'une œuvre qui était, dans l'origine, consacrée à l'Exposition universelle de 1867.

Si M. Jordan eût voulu se contenter de l'examen critique des produits exposés au Champ de Mars, il aurait pu faire paraître son ouvrage entier dès la fin de 1869 ; mais, comme nous l'avons dit ailleurs, l'auteur a entrepris une étude beaucoup plus complète et, en même temps, beaucoup plus difficile ; il a voulu présenter un tableau fidèle de l'industrie sidérurgique en France et à l'étranger, sous le double rapport technique et statistique, et principalement faire connaître, à nos ingénieurs et directeurs de forges, les ressources

(1) Voir *Bulletin* de 1870, 2e série, t. XVII, p. 275.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diverses en matières premières, appareils et procédés dont disposent leurs concurrents de tous les pays. Vous avez pu juger, par notre précédent rapport, du soin scrupuleux et du talent expérimenté avec lesquels M. Jordan a rempli la première partie de sa tâche, dans le volume qui traite de la fabrication de la fonte.

Dans la deuxième partie, M. Jordan a voulu réaliser, pour les fers et les aciers, ce qu'il avait fait, dans la première, pour les minerais et les fontes, c'est-à-dire étudier méthodiquement et comparativement les procédés comme les produits dans les diverses contrées métallurgiques; programme d'autant plus difficile à remplir que les changements et les perfectionnements, dans la grande industrie du fer, se succèdent rapidement de nos jours. — Enfin, au milieu de l'année 1870, la *Revue de l'industrie du fer*, non plus en 1867, mais mise au courant jusqu'en 1870, était prête à être livrée à l'impression, lorsque les terribles événements politiques de la fin de cette désastreuse année vinrent arrêter l'auteur et l'éditeur. Cette revue a donc paru avec un retard d'un an et demi environ; mais elle n'en peut pas moins être regardée comme présentant encore le tableau exact de la grande industrie sidérurgique jusqu'à ce jour, car elle mentionne même les faits les plus importants qui se sont produits au commencement de cette année 1872.

Les considérations générales que nous avons présentées dans notre premier rapport nous permettront d'être un peu plus bref dans celui-ci. Nous nous bornerons à donner une analyse très-succincte des principaux chapitres que contient le volume de la *Fabrication du fer*.

Sous ce titre général : Fabrication du fer, on peut distinguer deux parties essentielles, savoir : la fabrication du fer à l'état brut ou de barres simples, et sa transformation en tôles, fers spéciaux, rails ou autres produits industriels.

Après quelques observations sur la difficulté de séparer aujourd'hui le fer de l'acier par des caractères bien tranchés, certains fers durs étant aussi carburés que certains aciers doux, l'auteur aborde la fabrication du fer brut, en traitant d'abord de la fabrication au charbon de bois en France et à l'étranger, puis de la fabrication, beaucoup plus importante, des fers puddlés à la houille par la méthode anglaise.

L'affinage de la fonte au réverbère, ou four à puddler, est, en effet, aujourd'hui, le procédé qui fournit à l'industrie la plus grande partie du fer qu'elle consomme. Elle permet d'obtenir, avec la houille, quand elle s'applique à des fontes pures, des fers d'une qualité comparable à celle des fers affinés au bois,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans certains pays. Par l'emploi de fontes très-manganésifères, et en ménageant les actions oxydantes, elle permet même de fabriquer les aciers les plus divers.

M. Jordan passe d'abord en revue les principales forges à la houille, en les classant dans les groupes qui lui ont servi à étudier la fabrication de la fonte; puis il expose les divers perfectionnements apportés à l'opération ou aux appareils de puddlage.

En France, la production des fers à la houille ne date guère que de 1815. En 1819, elle ne s'élevait encore qu'à un millier de tonnes, tandis qu'en 1864 elle atteignait le chiffre de 706 025 tonnes. En tête de nos établissements, pour leur importance et le mérite de leur fabrication, il faut citer, dans le groupe du sud-est, la grande usine du Creuzot, qui possède 130 fours à puddler, occupe 3 500 ouvriers au travail seul du fer, et produit annuellement plus de 100 000 tonnes de ce métal (1).

Les progrès de l'Angleterre, dans la fabrication des fers à la houille, ont été plus grands encore. En effet, en 1866, d'après des documents officiels, les fours à puddler étaient au nombre de 6 239, et, en France, de 1 022 seulement.

L'usine la plus importante, par la puissance de sa production comme par la situation morale et matérielle de ses ouvriers, est celle de Dowlais, près Methyr Tydfil, qui occupe 8 000 à 9 000 ouvriers, possède 150 fours à puddler, et qui fabrique, par semaine, plus de 2 000 tonnes de fer fini, rails, barres, tôles, poutrelles, etc., sans compter l'acier Bessemer.

Dans le chapitre de la *Fabrication de l'acier*, l'auteur examine successivement les modes d'opération au creuset, au bas foyer et au four à réverbère, décrit les aciéries principales de la France et de l'étranger, indique la puissance de leurs moyens de production, la nature de leurs produits, fait une revue semblable de la fabrication de l'acier corroyé, soit avec des aciers cémentés ou naturels provenant de l'affinage de la fonte au charbon de bois, soit, plus généralement, avec des aciers puddlés, et arrive au nouveau procédé appelé, du nom de son inventeur, procédé Bessemer.

C'est seulement en 1854 que M. Henri Bessemer fut amené à s'occuper de

(1) En comparant la production du fer et de la fonte, pendant les six premiers mois de 1872, à la production durant les six mois correspondants de 1870, l'Alsace-Lorraine non comprise, on trouve que la quantité de fonte a un peu diminué, et que celle du fer est restée stationnaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la fabrication de l'acier. Dans les années suivantes, en 1855 et 1856, il prit diverses patentes pour *le traitement de la fonte* de première ou de deuxième fusion, *par l'injection, dans le sein de la masse fondue, de jets d'air ou de vapeur, de manière à rendre cette fonte malléable, et à lui faire acquérir toutes les autres propriétés de l'acier fondu.*

En même temps il exécutait, dans l'usine de Baxterhouse, des expériences aujourd'hui célèbres, qui pourtant n'eurent alors d'autre résultat que de faire tourner en ridicule et condamner le nouveau procédé. C'est que Bessemer, il faut bien le dire, avait échoué dans ses premières tentatives pour produire de l'acier convenable avec les marques ordinaires de fonte. Mais il ne se découragea pas. En 1857, il recommença ses essais dans une petite usine qu'il avait installée à Scheffield, et, en 1859, il se présentait devant l'Institution des ingénieurs civils de Londres, avec un Mémoire rempli de faits incontestables, d'expériences officielles, lesquels, malgré une opposition et des critiques encore violentes, établissaient, d'une façon péremptoire, l'existence bien réelle d'un nouveau mode d'affinage, appelé à jouer un très-grand rôle dans l'industrie du fer. En effet, dès 1861, le procédé Bessemer entrait complétement dans la pratique; en 1862, à l'Exposition universelle de Londres, il révélait la multiplicité des applications de son nouveau métal; de 1862 à 1867, il se perfectionnait et se répandait de plus en plus, et, à l'Exposition universelle du Champ de Mars, le jury international décernait à son auteur la plus haute distinction.

Nous craindrions d'abuser de l'attention de la Société, en entrant ici dans des détails sur la forme des appareils employés par Bessemer et que l'on nomme des *convertisseurs*, sur la nature des fontes produites, la conduite de l'opération ou les moyens pratiques de reconnaître le moment de la décarburation complète.

Nous ferons cependant observer qu'il n'y a pas longtemps que l'on a appris à reconnaître ou à fabriquer des fontes d'une composition convenable, propres à être traitées dans les convertisseurs Bessemer. D'une manière générale, il faut que les fontes soient assez *chaudes*, c'est-à-dire contiennent assez d'éléments combustibles, silicium, manganèse et carbone, pour que la température du bain puisse atteindre et dépasser celle de la fusion de l'acier. Il faut, de plus, que les fontes soient assez *pures*, c'est-à-dire dépourvues surtout de phosphore (1).

(1) L'arsenic, le cuivre et l'aluminium sont aussi très-nuisibles. Une petite proportion de soufre est moins fâcheuse, parce qu'elle peut être éliminée par la scorie manganésifère qui se forme.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Elles doivent être d'autant plus chaudes que l'on veut avoir de l'acier plus doux, d'autant plus pures que l'on veut produire de l'acier de qualité plus fine.

Nous donnerons une idée de l'importance actuelle de cette fabrication de l'acier par le procédé Bessemer, en citant quelques nombres :

Les usines d'Imphy, près de Nevers, de Terre-Noire, de Bességes, d'Assailly, de Mouterhausen et de Montluçon, ont produit 1 856 tonnes d'acier en 1863, et 52 400 tonnes en 1869. Mais le nombre (16) et la capacité des convertisseurs, que possédaient ces usines, permettaient de produire 75 tonnes d'acier par opération, soit environ, par 24 heures, 800 tonnes, et, par an, 90 000 tonnes.

En 1868, la production, en Angleterre, eu égard au nombre et à la capacité des convertisseurs, pouvait atteindre journellement 350 tonnes. En Prusse, elle dépassait 140 tonnes; dans le reste de l'Europe, en Suède, en Russie, en Autriche, elle avait une importance variable, mais moindre. Enfin 7 usines en Amérique et une dans les Indes anglaises fabriquaient de l'acier Bessemer.

En considérant l'acier comme un fer contenant une proportion de carbone inférieure à celle qui constitue la fonte, on comprend qu'on puisse obtenir ce métal de bien des manières différentes, en employant, comme matières premières, soit le minerai, soit la fonte, soit le minerai et la fonte, ou la fonte et le fer. Aussi, les procédés pour fabriquer l'acier, ou pour l'améliorer se sont-ils beaucoup multipliés dans ces cinq dernières années. Mais la difficulté n'est pas de fabriquer de l'acier; ce qui est difficile, c'est d'obtenir, en fabrication courante, des produits réellement bons, de qualité déterminée à l'avance, et variant avec les demandes de l'application. La bonne qualité et la régularité de ces produits ne dépendent pas seulement des proportions relatives de fer et de carbone, mais aussi de la nature et des proportions des substances étrangères qui s'y trouvent associées. Parmi tous les procédés plus ou moins nouveaux de fabrication de l'acier, M. Jordan s'attache plus particulièrement au procédé Martin, lequel consiste, comme on sait, dans l'emploi au four à réverbère de la méthode d'affinage de la fonte par la réaction du fer et des oxydes. Huit grandes usines en France et une douzaine à l'étranger employaient le procédé Martin en 1870. En ce moment, il y en a, si nous sommes bien informé, une douzaine en France avec une trentaine de fours.

Le procédé Martin, très-notablement perfectionné depuis deux ans, con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

stitue, sans contredit, un progrès réel dans la sidérurgie au four à réverbère. Il peut, d'ailleurs, être employé concurremment avec le procédé Bessemer. Les fontes trop froides pour celui-ci servent avantageusement pour celui-là; mais tous deux exigent des fontes pures pour fournir des qualités d'acier supérieures.

Les deux dernières parties de l'ouvrage que nous analysons sont consacrées aux moulages et à la fabrication des fers et aciers ouvrés.

Les aciers moulés ont des emplois assez restreints; les fontes moulées, au contraire, s'appliquent aux usages les plus divers et les plus nombreux.

Tantôt on emploie la fonte de fer telle que la produisent les hauts fourneaux; tantôt on augmente sa ténacité pour les pièces qui exigent une grande résistance, ou sa dureté pour les pièces dites *trempées;* tantôt on lui donne une certaine ductilité et flexibilité pour les fontes dites *malléables*, destinées à remplacer, dans certains cas, le fer et l'acier; tantôt, enfin, on la recouvre d'enduits céramiques, dans un but de propreté ou d'ornementation, sous le nom de fonte *émaillée*. Dans cette revue rapide, M. Jordan n'omet aucun des perfectionnements importants acquis plus ou moins récemment dans toute cette industrie.

Dans la fabrication des fers et des aciers ouvrés, dont le sujet comporterait des développements presque inépuisables, l'auteur circonscrit son sujet, et, sans en traiter à fond toutes les parties, le développe assez pour donner au lecteur une idée nette des modifications et des perfectionnements apportés depuis quelques années dans les principaux appareils des usines, notamment dans les laminoirs et les marteaux, et dans la fabrication des fers marchands, fers profilés, tôle, pièces de forge et blindages, rails, essieux, roues, bandages, fils et tubes étirés.

Dans un supplément, à la fin de son livre, M. Jordan signale les deux faits les plus importants qui se sont produits depuis un an dans la métallurgie du fer, savoir : l'importation, en Europe, du système de puddlage mécanique inventé par l'Américain Danks, et l'extension considérable prise en France par la fabrication des aciers fondus.

Le procédé de M. Danks n'est pas à l'abri d'objections sérieuses, et il serait sans doute prématuré de se prononcer aujourd'hui sur l'avenir qui lui est réservé. Toutefois nous pouvons dire qu'en ce moment 74 fours rotatifs de ce système sont en construction en Angleterre, et que M. de Wendel en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

possède un dans l'une de ses usines de la Moselle, lesquelles, malheureusement, ne font plus partie de la France.

Quant à l'importance qu'ont prise nos aciéries depuis le rétablissement de la paix, elle a plus que doublé. Nous avons dit, en effet, qu'à la fin de 1869 il y avait, en France, 16 convertisseurs, d'une capacité totale de 75 tonnes, dans 6 usines. Cette année, d'après des renseignements que nous devons à l'obligeance de M. Jordan lui-même, il y a 30 convertisseurs, d'une capacité au moins égale à 180 tonnes, dans 10 usines.

Cette bonne situation des aciéries françaises est due à l'excellente qualité des minerais méditerranéens, dont elles ont eu jusqu'à ce jour le privilége à peu près exclusif, et dont M. Jordan avait déjà fait ressortir toute l'importance dans la première partie de son ouvrage; mais la difficulté de plus en plus grande de s'approvisionner, en Westphalie, des fontes miroitantes manganésifères, dites *spiegeleisen*, nécessaires au Bessemer (1), a fait tellement rechercher ce genre de fontes par les Anglais, les Belges et les Allemands, qu'ils viennent maintenant jusque dans la Méditerranée disputer aux Français les riches minerais de l'Algérie, de l'île d'Elbe et de l'Espagne; c'est à ce point que les minerais d'Algérie, par exemple, qui valaient 10 à 11 francs la tonne, à la fin de 1871, valent actuellement 22 francs.

En ce moment encore, les fontes d'acier se fabriquent plus économiquement en France qu'en Angleterre; mais, pour maintenir cette supériorité, il faut que nos maîtres de forge sachent devenir aussi entreprenants que leurs rivaux anglais, pour les acquisitions de mines lointaines, ou par l'organisation des transports maritimes, et, de plus, que le gouvernement ne rende pas difficile, par des taxes irrationnelles, l'importation de minerais qui n'ont malheureusement pas de similaires exploités (2) sur le sol national.

Nous terminerons cet examen rapide de la deuxième partie de l'ouvrage de M. Jordan, en reproduisant les lignes par lesquelles nous finissions notre rapport de 1870, et qui s'appliquent parfaitement à l'ensemble de l'ouvrage complet qui vous a été présenté.

L'ouvrage, que nous avons analysé très-sommairement, est enrichi d'un

---

(1) Le prix de ces fontes, qui était, en 1870, de 105 francs la tonne, a triplé aujourd'hui que la demande dépasse la fabrication, laquelle est limitée par le tonnage des minerais spéciaux nécessaires.

(2) Voyez la note de M. Gruner à la suite de ce rapport.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grand nombre de planches, soigneusement faites à l'échelle, et contient les dessins des appareils les plus importants dont M. Jordan a donné la description.

Le nombre et l'importance des documents, dont beaucoup sont inédits, réunis et condensés avec clarté dans cet ouvrage, l'autorité qu'ils tirent de la variété et de la solidité des connaissances théoriques et pratiques de l'auteur, l'esprit judicieux et critique qui domine l'ensemble, donnent au travail de M. Jordan une valeur exceptionnelle que votre comité a été unanime à reconnaître.

En conséquence, il vous propose d'abord, d'adresser des remercîments à M. Jordan pour son ouvrage intitulé : *Revue de l'industrie du fer en* 1867 ; ensuite, de comprendre cet ouvrage dans le nombre de ceux qui sont donnés en prix aux contre-maîtres; enfin, d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé LAMY, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *décembre* 1872.

NOTE SUR LES MINERAIS DE FER RICHES ET PURS DU SOL FRANÇAIS,

PAR M. GRUNER,

Membre du Conseil.

M. Lamy, dans le rapport qu'il vient de présenter sur l'ouvrage si plein de faits de M. Jordan, exprime l'espoir « que le gouvernement ne rendra pas « difficile, par des taxes irrationnelles, l'importation de certains minerais de « fer *purs* et *riches*, qui n'ont malheureusement pas de similaires exploités « sur le sol français. »

Je m'associe pleinement au vœu concernant les taxes sur l'importation ; mais je crois devoir constater que le sol national n'est pas aussi dépourvu de minerais riches que ce passage du rapport en question pourrait le faire supposer.

Je rappellerai, d'abord, que les Alpes et les Pyrénées renferment des fers *spathiques* qui ont servi, de tout temps, à la fabrication de l'acier et du fer de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

première qualité ; il suffit de rappeler les aciers de *Rives*, dans le Dauphiné, ainsi que les fers et les aciers *catalans* des Pyrénées.

Les minerais des Alpes sont exploités à Allevard et à Saint-Georges-d'Heurtières. Cette dernière mine, placée sur la ligne du chemin de fer du mont Cenis, à l'entrée de la Maurienne, va recevoir une vive impulsion, grâce à la concession unique que l'on vient de substituer aux nombreuses petites exploitations, dirigées jusque-là, sans vues d'ensemble, par de simples cultivateurs du pays.

Les minerais des Pyrénées sont connus et appréciés depuis longtemps; ce sont des hématites brunes et des fers spathiques manganésifères, abondants surtout dans l'Ariége et autour du Canigou, où déjà on les fond dans les hauts fourneaux de Pamiers, de Tarascon, de Berdoulet, de Ria, etc. Le chemin de fer de Prades à Perpignan va donner un essor tout nouveau aux mines du Canigou; sous peu elles pourront alimenter les usines du Midi et de la vallée du Rhône.

Les Corbières, dans le département de l'Aude, sont riches aussi en minerais de même nature. Plusieurs gîtes vont être concédés. Leur exploitation deviendra active, le jour où de bonnes voies de communication sillonneront la contrée.

A l'autre extrémité du midi de la France, entre Toulon et Nice, les montagnes des Maures renferment un amas de minerai qui, par sa nature et sa manière d'être, rappelle en petit le beau gîte de Mokta, près de Bône. Dans l'étroite vallée de Collobrières, on rencontre, au milieu d'une belle roche de grenats et d'amphibole fibreuse, une puissante lentille de fer oligiste et de fer oxydé magnétique purs, d'une teneur élevée. J'ai fait connaître ce gîte, en 1848, dans les *Annales des mines*, t. XIV de la 14e série, page 285. Faute de bonnes routes, on l'avait négligé jusqu'à présent. L'ouverture du chemin de fer de Marseille à Nice et le haut prix des minerais purs viennent enfin d'attirer de nouveau l'attention des maîtres de forges sur ce bel amas. Une puissante compagnie y a ouvert, récemment, des travaux sérieux; aussi le moment n'est sans doute pas éloigné où, là également, les usines de la vallée du Rhône trouveront de précieuses ressources.

Je citerai, pour mémoire, un minerai analogue dans une roche de grenats, près de Beaujeu, dans la commune de Lentigny, ainsi que la puissante masse de fer oligiste schisteux, connue à Diélette, sur le bord de la mer, près de Cherbourg. Jusqu'à ce jour on s'est borné à écrêter le filon au moment

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la basse mer ; on se propose maintenant de l'entamer sérieusement, en profondeur, à l'aide de puits et galeries.

Enfin un district minier fort important vient d'être découvert dans l'Anjou, aux environs de Segré. M. Le Chatelier, chargé du service des mines de l'arrondissement d'Angers, il y a trente-trois ans, avait signalé, dès 1839, quelques masses de fer oxydulé sur ce point (1). M. Cacarrié, qui a publié, en 1845, la description géologique du département de Maine-et-Loire, signale également, près de Segré, sur les bords de l'Oudon, et auprès de Noyant, de Cambrée et de Vergonnes, du fer oxydulé magnétique et du fer oligiste avec des scories de forge. M. Cacarrié termine sa notice sur ce gîte par ce vœu : « Il « serait à désirer que le minerai de Segré fût l'objet d'études et de recherches « en rapport avec l'importance du gîte. »

Ce vœu vient d'être entendu. M. Danton, ancien ingénieur civil des mines, aujourd'hui juge de paix à Saumur, a exploré, depuis un an, ces divers gîtes avec beaucoup de soin.

Il a pu poursuivre les couches ou lentilles ferrugineuses, de 1 à 5 ou 6 mètres de puissance, sur plusieurs kilomètres de longueur. Ce sont des bancs régulièrement intercalés dans le terrain silurien ; les fers oligistes passent aux quartzites, les fers oxydulés à des roches serpentineuses. Les minerais analysés à l'École des mines tiennent, en un grand nombre de points, depuis 50 jusqu'à 64 pour 100 de fer. La plupart sont, à la vérité, légèrement phosphoreux, mais la proportion de phosphore ne dépasse pourtant pas, en général, 0,0004; ce qui ferait, au maximum, dans la fonte, 0,0007 à 0,0008.

Aujourd'hui des fouilles et des travaux souterrains y sont commencés, et déjà, dans ce nouveau district, on instruit en ce moment les demandes de six grandes concessions, formées par les plus importantes forges du centre et de l'ouest de la France.

D'après ce que je viens de dire, on peut donc bien espérer que notre sol n'est pas aussi dépourvu de minerais purs et riches qu'on avait lieu de le craindre jusque dans ces derniers temps.

---

(1) *Annales des Mines*, t. XVIII, 3e série ; et *Comptes rendus* des travaux des Ingénieurs des mines en 1840 et 1841.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. V. DE LUYNES, *au nom du comité des arts économiques, sur un* APPAREIL *pour constater le degré d'inflammabilité des huiles de pétrole destinées à l'éclairage, imaginé par* M. GRANIER, *rue Saint-Lazare, 46, à Paris.*

Messieurs, le danger que présentent les huiles de pétrole destinées à l'éclairage provient surtout de ce qu'elles contiennent des matières volatiles à la température à laquelle on les manie. Ces matières, se dégageant à l'état de vapeurs, forment une atmosphère combustible qui peut s'étendre assez pour venir prendre feu au contact de lumières ou de foyers, et, par suite de leur inflammation, communiquer le feu au liquide d'où elles émanent. C'est pour diminuer autant que possible les causes d'incendie provenant de ce fait, qu'un décret (1) a fixé la température de 35 degrés comme la plus basse à laquelle les huiles de pétrole, vendues pour l'éclairage, ne doivent pas dégager de vapeurs susceptibles de prendre feu à l'approche d'une flamme quelconque. Il est donc important de pouvoir s'assurer d'une manière rapide et exacte que l'huile que l'on achète ou que l'on emploie satisfait à cette prescription, et c'est dans ce but que M. Granier a imaginé le petit appareil qui fait l'objet de ce rapport.

Un petit récipient cylindrique, en métal, est fermé par un couvercle mobile muni, en son centre, d'une ouverture circulaire. Ce récipient est rempli aux deux tiers environ avec l'huile que l'on veut essayer, de telle sorte qu'il existe entre la surface de l'huile et le couvercle un espace plein d'air, dans lequel peuvent se dégager les vapeurs inflammables fournies par l'huile. Un tube, soudé au fond du récipient, reçoit une mèche dont l'extrémité supérieure se trouve placée au milieu de l'ouverture du couvercle. Enfin un thermomètre est plongé dans l'huile, dont il donne à chaque instant la température.

Pour faire l'essai d'une huile, on la verse dans la boîte à la hauteur voulue, et l'on en imprègne la mèche, que l'on allume ensuite. L'huile de la mèche, en brûlant, échauffe l'huile de la boîte; lorsque la température

(1) Voy. *Bulletin* de 1872, 2e série, t. XIX, p. 80.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est assez élevée pour que les vapeurs inflammables se dégagent, celles-là forment avec l'air de la boîte un mélange explosif qui prend feu avec un faible bruit, et qui éteint la mèche. On regarde alors le thermomètre, et l'on a la température de dégagement des vapeurs inflammables.

Nous nous sommes assuré que la température déterminée de cette manière est la même que celle que l'on obtiendrait en opérant avec un bain-marie dans lequel le vase contenant l'huile serait placé, et en cherchant le moment où les vapeurs viendraient s'enflammer à un corps en ignition placé à une petite distance du niveau de l'huile.

L'essai se fait très-bien, et en peu de temps, pour les huiles dont les vapeurs s'enflamment à des températures inférieures ou peu supérieures à 35 degrés. Pour des températures beaucoup plus élevées, l'expérience devient très-longue, à cause de la lenteur de l'échauffement de l'huile; mais cela n'a pas d'importance, puisqu'il s'agit, non de mesurer, mais de constater seulement si l'inflammation a lieu au-dessus ou au-dessous de 35 degrés.

Lorsque les vapeurs combustibles se produisent à une température inférieure à celle à laquelle on fait l'essai, on en est averti immédiatement en mettant le feu à la mèche. Dans ce cas, les vapeurs combustibles s'enflamment en même temps par l'ouverture du couvercle et forment une auréole de flamme autour de la mèche.

M. Granier a déterminé les conditions qui assurent le meilleur fonctionnement de l'appareil, et il a réuni dans une petite boîte, d'un prix peu élevé, tout ce qui est nécessaire pour faire l'essai d'une huile. Il nous a remis plusieurs appareils avec lesquels nous avons essayé des huiles prises dans le commerce, ou des mélanges faits par nous, et nous avons pu constater l'exactitude et la constance des résultats obtenus.

Votre comité des arts économiques est d'avis que l'appareil de M. Granier peut rendre de grands services, en mettant entre les mains de tout le monde un moyen facile de contrôle propre à prévenir et à éviter les accidents causés par l'inflammabilité trop grande des huiles mal rectifiées. Il vous propose donc d'adresser à M. Granier des remercîments pour son intéressante communication, et d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin* avec le dessin de l'appareil.

Signé V. DE LUYNES, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 26 *juillet* 1872.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LÉGENDE RELATIVE A L'APPAREIL A ESSAYER LE DEGRÉ D'INFLAMMABILITÉ DES HUILES DE PÉTROLE, IMAGINÉ PAR M. GRANIER ET REPRÉSENTÉ PLANCHE 492.

Fig. 1. Vue de l'éprouvette et de l'aréomètre avec lesquels on détermine la densité du pétrole.

Fig. 2. Section verticale de l'appareil, disposé pour l'essai du degré d'inflammabilité du liquide; la boîte dans laquelle doit se faire l'expérience n'est ici représentée que partiellement.

Fig. 3. Vue perspective de tous les instruments dont se compose l'appareil, tels qu'on les dispose dans la boîte pour le transport.

a (fig. 1), griffe mobile entourant librement l'aréomètre ou pèse-pétrole pour empêcher les chocs contre les parois de l'éprouvette; cette griffe est composée de plusieurs branches métalliques, dont l'une, plus longue que les autres, s'accroche au rebord de l'éprouvette.

b, petit récipient métallique, à couvercle mobile, servant à l'essai du degré d'inflammabilité (fig. 2 et 3); il est percé, en son centre, d'une ouverture circulaire à bords relevés pour le passage du tube porte-mèche.

c, tube porte-mèche amovible, se plaçant dans une gaîne concentrique fixée au centre du récipient *b* (fig. 2).

d, petite barette fixée diamétralement sur l'ouverture du couvercle du récipient et destinée à assurer la hauteur constante de la mèche (fig. 3).

e, tube déversoir fixé au fond du récipient *b* et destiné à recevoir le trop-plein pour assurer, dans tous les essais de pétrole, une hauteur constante au liquide.

f, *f*, tiges métalliques fixées au fond du récipient *b* et destinées, par leur contact avec la flamme, à hâter l'échauffement du liquide.

g, petite ouverture placée près du couvercle et sur la paroi supérieure du récipient (fig. 3); elle sert à laisser pénétrer l'air nécessaire à la formation du mélange explosif.

h, ouverture servant à introduire le thermomètre dans le récipient *b*.

i, thermomètre pour la constatation du degré d'inflammabilité. Dans la figure 2, il est représenté en fonction; dans la figure 3, il est couché dans la case spéciale qui lui est réservée dans la boîte.

j, gaîne ou case spéciale qu'occupe le thermomètre dans la boîte (fig. 2).

Instruction.

Densité. — Le pèse-pétrole étant à demeure dans l'éprouvette grâce à la griffe qui le maintient, verser l'huile dont on cherche la densité; le degré de l'échelle qui affleure la ligne de flottaison indique, en grammes, le poids d'un litre du liquide.

Une huile de pétrole bien rectifiée, pour un éclairage parfait et inoffensif, doit être blanche, d'une densité de 800, c'est-à-dire peser 800 grammes au litre, et ne s'en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

flammer qu'à une température supérieure à 35 degrés C., minimum exigé par le décret.

Inflammabilité. — Couper nettement la mèche du récipient au ras de la tête du petit tube central et laisser l'appareil dans la boîte de fer-blanc, dont le couvercle abrite la flamme contre les courants d'air qu'il faut éviter.

Verser doucement l'huile de l'éprouvette sur le milieu de la mèche, jusqu'à ce que le liquide, débordant du porte-mèche, arrive dans le récipient à la hauteur du tube déversoir.

Fermer le couvercle du récipient, introduire le thermomètre et allumer la mèche en ayant soin de ne pas remuer l'appareil une fois allumé. Grâce à la conductibilité du métal en contact avec la flamme, l'huile s'échauffe en quelques secondes ou minutes, suivant sa qualité. Dès que l'explosion qui éteint la mèche se produit, regarder le thermomètre qui indique alors la température de l'huile au moment de l'inflammation de ses gaz.

Dans le cas d'expériences successives rapides, avoir soin, chaque fois, de plonger le thermomètre dans de l'eau fraîche pour le faire redescendre plus vite.

Il ne faut jamais essayer, dans l'appareil, les essences ou huiles légères dans lesquelles le pèse-pétrole s'enfonce au-dessus de 760 de l'échelle, parce qu'elles prennent feu même à 0 degré C., et surtout parce que l'intensité de leur flamme, résistant à l'explosion, briserait le thermomètre et pourrait causer des accidents.

(M.)

ÉCLAIRAGE.

RAPPORT *fait par* M. LISSAJOUS, *au nom du comité des arts économiques, sur la* LAMPE TUBULAIRE A PÉTROLE *présentée par* M^me^ veuve DEFIENNE, *rue des Petites-Écuries*, 31, *à Paris.*

Messieurs, la lampe inventée par feu Defienne et présentée à l'examen du Conseil par sa veuve a paru à votre comité des arts économiques une œuvre conçue avec une grande intelligence et exécutée avec soin.

L'auteur s'est préoccupé d'obtenir tout à la fois l'économie, l'élégance, la sécurité jointes à une lumière puissante et dont l'éclat puisse être varié à volonté entre certaines limites.

Ces conditions sont réalisées de la manière suivante : la mèche de la lampe, au lieu d'être unique, est remplacée par une série de mèches cylindriques, disposées en couronne autour d'un disque analogue à celui des lampes à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

schiste. Toutes ces mèches peuvent se monter en même temps à l'aide d'une seule crémaillère. Une enveloppe annulaire, fixée au porte-verre, limite la section de l'air qui afflue à la partie extérieure de la couronne de mèches. Un disque intérieur limite également la quantité d'air qui monte en dedans de cette même couronne, et comme, d'ailleurs, l'air peut circuler entre les tubes qui ne se touchent pas, chaque mèche reçoit isolément la quantité d'air nécessaire à la combustion complète du pétrole vaporisé.

Le porte-verre est arrêté à une hauteur invariable, ce qui fait que l'afflux de l'air autour du bec a lieu par une section toujours constante. Les produits de la combustion sont entraînés par la cheminée, qui est, en outre, alimentée au moyen d'une prise d'air établie à sa base, et près de son contour, dans le panier qui garnit le porte-verre.

La répartition de l'air nécessaire à la combustion est faite avec tant de perfection, que la lampe fonctionne avec le verre à coude de la lampe-modérateur, avec le verre cylindrique des becs de gaz, et même avec le verre renflé des lampes à pétrole à flamme plate, ou des lampes à schiste.

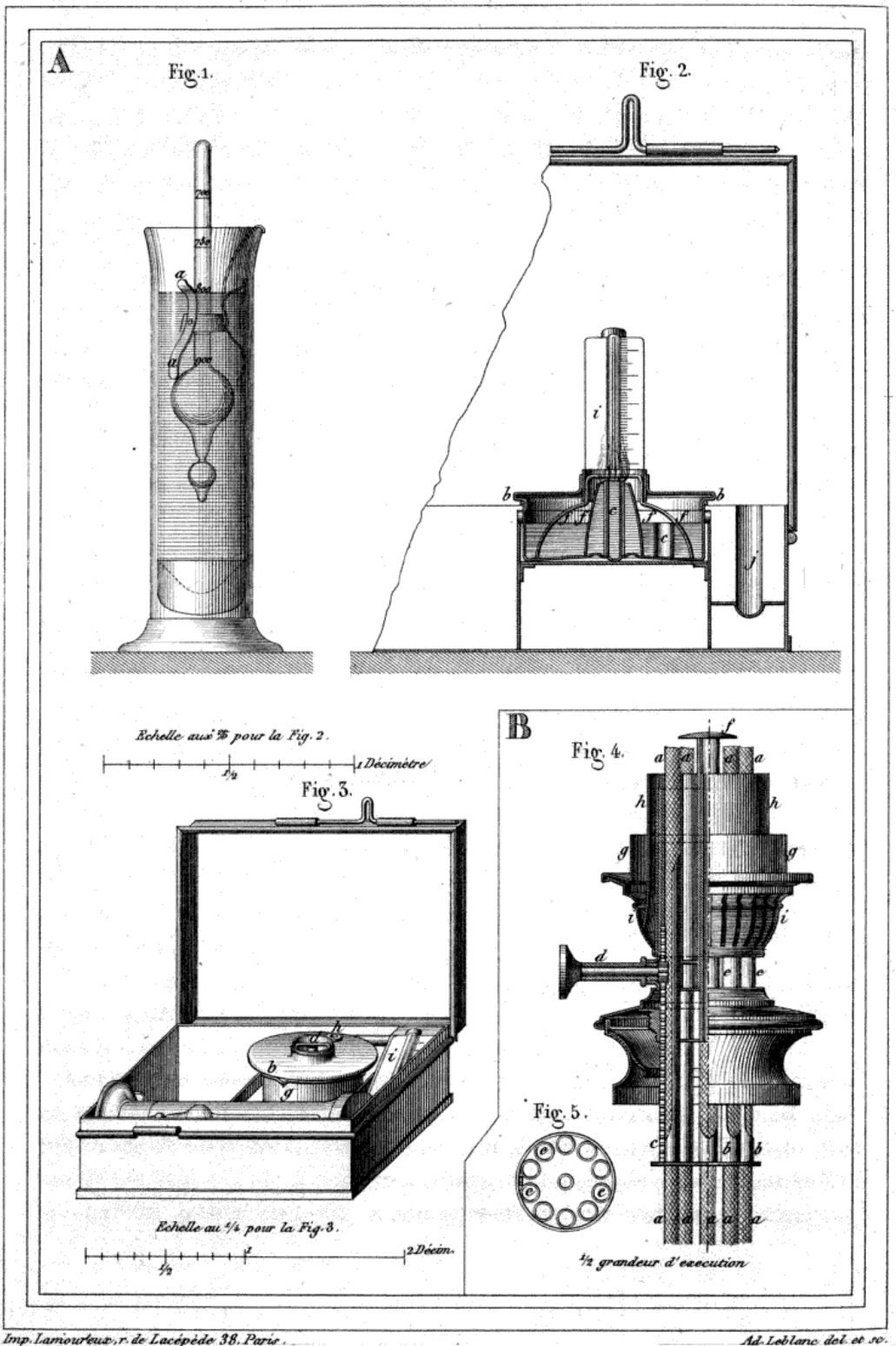
Lorsque la lampe est allumée, toutes les flammes se soudent par leur partie moyenne et constituent, par leur ensemble, une brillante couronne. La lumière la plus faible s'obtient en maintenant la pointe des flammes au niveau du disque; on obtient, au contraire, le maximum de lumière en montant la flamme jusqu'au point où elle est près de fumer; en se plaçant entre ces deux extrêmes, on réalise un éclat intermédiaire.

Dans ces diverses dispositions de flamme, aucune partie du pétrole n'échappe à la combustion, car la lampe ne présente pas la moindre odeur; comme, d'ailleurs, la flamme a ce ton un peu jaunâtre qui correspond au maximum d'éclat d'une flamme avec la même dépense, on peut être assuré que la combustion s'effectue dans les conditions les plus avantageuses au point de vue de l'économie.

La dépense est de 4 grammes par mèche et par heure, avec la hauteur moyenne de flamme; votre rapporteur l'a vérifiée sur une lampe à dix mèches, dont il a fait usage constamment pendant plusieurs semaines.

Les mèches s'usent à peine, car elles ne font, pendant la combustion, qu'une faible saillie au-dessus des tubes qui les renferment. On n'est donc pas obligé de les couper, mais simplement de les essuyer légèrement avec une petite brosse rude à poils très-courts, au moyen de laquelle on enlève le charbon pulvérulent qui n'adhère plus à leur surface. L'inventeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



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

A APPAREIL POUR L'ESSAI DES HUILES DE PÉTROLE, PAR M. GRANIER.
B LAMPE TUBULAIRE A PÉTROLE, PAR Mme DEFIENNE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

affirme qu'elles peuvent durer plusieurs années. Ne durassent-elles que plusieurs mois, ce serait évidemment un avantage des plus sérieux. Rien de plus facile, d'ailleurs, que de les remplacer.

La disposition de l'appareil rend impossible toute transmission de l'inflammation du bec au réservoir. La hauteur à laquelle l'action capillaire s'exerce et les dispositions qui amènent la réfrigération constante des mèches par le courant d'air servant à l'alimentation empêchent toute communication de chaleur du bec au réservoir; quoique celui-ci soit généralement métallique, on peut constater, après plusieurs heures d'épreuve, que son fond supérieur reste à la température ambiante.

Les éléments de cette lampe, verres, mèches, tubes, ont été choisis systématiquement parmi les objets de même nature les plus répandus dans le commerce. Elle n'exige pas un pétrole de qualité spéciale pour son fonctionnement. Les becs à 8, 10 ou 12 mèches peuvent se substituer les uns aux autres sur la même lampe, et comme, d'ailleurs, le prix des plus coûteux s'élève à 5 francs, la même personne peut avoir à sa disposition, avec un seul réservoir, plusieurs lampes de puissances très-différentes.

Nous croyons que cette lampe, peu connue, est digne d'obtenir l'approbation de la Société d'encouragement. Tous ceux qui l'ont soumise à une épreuve prolongée n'ont eu qu'à s'en louer, et l'on ne saurait trop encourager M^me^ Defienne à faire connaître l'utile et ingénieuse invention de feu son mari. Nous vous proposons donc :

1° De remercier M^me^ Defienne de son intéressante communication;

2° D'insérer le présent rapport au *Bulletin* avec la description et le dessin de l'appareil.

Signé LISSAJOUS, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 13 *décembre* 1872.

LÉGENDE RELATIVE A LA LAMPE DE M^me^ DEFIENNE, REPRÉSENTÉE PLANCHE 492.

La figure 4 représente un bec de lampe à dix mèches, moitié en élévation et moitié en section verticale faite par l'axe.

La figure 5 est une section horizontale partielle, faite en haut du bec pour montrer les tubes dans lesquels passent les mèches.

a, mèches cylindriques disposées en couronne autour d'un disque central.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

b, porte-mèches formant un système mobile que commandent une crémaillère et un pignon.

c, crémaillère fixée au porte-mèches.

d, pignon et bouton de commande de la crémaillère *c*.

e, tubes fixes disposés en couronne et dans chacun desquels pénètre une mèche (fig. 5).

f, disque central analogue à celui des lampes à schiste (fig. 4).

g, porte-verre ordinaire fixé à une hauteur invariable.

h, manchon concentrique au porte-verre et destiné à limiter la section de l'air qui afflue à la partie extérieure de la couronne de mèches.

i, panier à claire-voie garnissant la base du porte-verre et laissant arriver dans la cheminée un afflux d'air favorisant l'entraînement des produits de la combustion.

(M.)

ARTS MÉCANIQUES.

NOTE SUR LA FORME QU'IL CONVIENT DE DONNER AUX MÈTRES QUE LA COMMISSION INTERNATIONALE DOIT CONSTRUIRE, PAR M. TRESCA (1).

La Commission internationale du mètre a reçu pour mission de construire un étalon fondamental et des copies, autant que possible identiques, pour les différents États intéressés. Tout ce qui touche à la construction de ces étalons présente, dès lors, un grand intérêt, et nous nous sommes demandé si la forme même des règles qui devront constituer les mètres ne devait pas donner lieu à une étude spéciale.

Dans un travail publié au mois d'avril dernier, M. le baron Wrede a présenté une série de considérations sur les avantages de la forme tubulaire, au point de vue de la roideur des règles; depuis lors, nous avons eu l'occasion de vérifier de telles règles tubulaires, et, tout en y reconnaissant de très-grands avantages au point de vue de la facilité avec laquelle elles prennent la température du milieu ambiant par suite du peu d'épaisseur de leurs parois, il nous était impossible de ne pas prendre en sérieuse considération les inconvénients très-graves qu'elles présentent, quant à la position de la surface extérieure sur laquelle les divisions sont tracées. En effet, ces divisions ne peuvent être utilement placées que dans le plan des fibres neutres, et c'est en cherchant à réunir la double condition d'une grande roideur et d'une bonne position de

(1) Extrait des procès-verbaux de la Commission internationale du mètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la division, ainsi que celle d'une facile répartition de la chaleur dans toute la masse, que nous avons été conduit à un profil spécialement favorable, que cette note a pour but de faire connaître.

I. *Considérations sur la roideur des barres employées à la construction des étalons.*

Le mètre des Archives, construit en platine, a une section rectangulaire de 25 millimètres de largeur sur 4 d'épaisseur, soit une section de 100 millimètres carrés, correspondant à celle d'un carré de 10 millimètres de côté.

La flèche qu'il prendrait, quand on le tient à la main, si sa face la plus large était maintenue horizontale, oblige instinctivement l'opérateur à le tenir de champ, position pour laquelle la règle a une beaucoup plus grande roideur; mais, lorsqu'on veut replacer cette règle sur un plan, il faut nécessairement la faire passer par des positions intermédiaires dans lesquelles cette roideur varie, et, quelque précaution que l'on prenne dans cette manœuvre, si l'on conservait cette forme, on ne saurait être jamais bien assuré que l'on a suffisamment évité toute déformation nuisible.

Le mètre en platine du Conservatoire a la même largeur, mais son épaisseur est réduite à $3^{mm},5$.

La plupart des mètres en laiton construits par Gambey ont une section rectangulaire de 30 millimètres sur 7; leur roideur minimum serait déjà notablement plus grande, si le coefficient d'élasticité était le même.

Les yards étalons construits en Angleterre, en métal de Baily, ont une section carrée beaucoup plus grande, de 1 pouce de côté, ou 25 millimètres sur 25. Leur section est ainsi 6,25 fois plus grande que celle du mètre des Archives, et leur roideur est non-seulement satisfaisante et égale, lorsque la règle est placée sur l'une quelconque de ses quatre faces, mais on sait aussi que cette roideur est encore la même lorsque les faces sont inclinées à 45 degrés, ce qui exclut toute crainte de torsion pendant les manœuvres, au grand avantage de la conservation de la règle.

En ce qui concerne les règles à bouts, cette disposition ne laisse rien à désirer, si, comme le métal de Baily, la matière de la règle n'a pas une valeur considérable; mais lorsqu'on veut employer le platine, dont le prix est extrêmement élevé, il n'est pas indifférent d'avoir recours à une section six fois plus grande, et il devient tout à fait convenable d'adopter le profil qui, à égalité de section, assure à la règle sa plus grande roideur.

Nous reconnaissons ainsi que la condition économique a son importance, et encore bien que le prix de revient d'un étalon doive être considéré comme secondaire, au point de vue du choix à faire entre les différentes dispositions, il n'est pas inutile de rechercher, pour une aire donnée de la section transversale, la forme qui réaliserait les conditions de plus grande roideur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour cela, une grande hauteur de la section sera favorable, et, si l'on veut que la roideur soit à peu près la même dans les deux sens, on se trouve conduit à adopter un profil transversal carré, ou un profil dérivé de cette forme carrée.

Il est ainsi démontré, sous ce premier point de vue, que si toute la matière d'un carré était rassemblée en nervures diagonales, en forme d'X, elle se trouverait, par rapport à la roideur, utilisée d'une manière beaucoup plus favorable.

II. *Importance particulière du plan des fibres neutres.*

Pour la construction des mesures à traits, l'étude de la forme qu'il convient de leur donner est beaucoup plus complexe.

On sait, en effet, pour ne parler d'abord que de la flexion que peut éprouver la règle entre les points sur lesquels elle serait portée, que la seule longueur qui ne change pas sensiblement est celle qui serait tracée dans le plan parallèle aux supports et passant par les centres de gravité de toutes les sections transversales. En dehors de ce plan, toute ligne longitudinale convexe est allongée, toute ligne concave est raccourcie, et cela d'autant plus, de part et d'autre, que la flèche est plus grande et que les faces extérieures sont plus éloignées du plan des fibres moyennes.

Pour une section carrée, par exemple, la flèche est, toutes choses égales d'ailleurs, inversement proportionnelle au carré de la hauteur, et le raccourcissement de la face supérieure concave est proportionnel à cette même hauteur, de sorte qu'en définitive la variation finale de longueur a lieu en raison inverse de l'épaisseur.

Pour éviter cette influence, qui est loin d'être à négliger, on a eu recours, pour un certain nombre d'étalons, à différentes dispositions qui permettent de placer les traits qui définissent leur longueur dans le plan moyen. Tantôt on creuse des puits jusqu'au milieu de l'épaisseur de la règle, et c'est au fond de ces puits que la longueur se trouve définie par les traits; tantôt on réduit les extrémités tout entières à la moitié de leur section normale, en conservant ainsi des talons d'une hauteur moitié moindre, et qui reçoivent également les traits qui définissent la mesure.

Dans l'un et l'autre cas, on met à nu une petite partie du plan moyen de la règle, de manière à éviter l'influence résultant de son épaisseur plus ou moins grande.

Nous avons pensé que cette altération partielle de la section transversale de la règle, dans une partie plus ou moins grande de sa longueur, n'était pas sans inconvénient au point de vue de l'interruption qui en résultait pour certaines files longitudinales de molécules, et nous avons cherché à résoudre le problème en nous assujettissant à laisser apparaître, sur toute sa longueur, une partie du plan moyen assez large pour que les traits terminaux puissent être tracés sur ce plan, à peu de distance de ses extrémités. Cela revient, en définitive, à employer une forme exactement prismatique, dont la section droite est disposée de telle façon que le plan horizontal qui contient le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

resté jusqu'alors stationnaire, quoique d'origine très-ancienne. Rappelons donc que c'est à Mulot qu'on doit la soupape à boulet, l'outil élargisseur à lames de rechange, les manchons filetés pour l'assemblage des tubes, etc.

Une fois débarrassé des soucis du puits de Grenelle, il multiplia ses travaux en élargissant le cercle des applications que pourraient recevoir les sondages. C'est ainsi qu'il entreprit des recherches de houille, de sel, de différents minerais, qu'il fit des puits absorbants, des études de terrains pour l'établissement de ponts et de viaducs de chemins de fer.

Dans les dernières années de sa carrière industrielle, il fit encore une utile application des sondages à la consolidation de plusieurs travaux d'art dont les fondations étaient défectueuses; après avoir foré obliquement dans toutes les directions, il refoulait du ciment hydraulique dans toutes les parties d'une pile ou d'une culée et parvenait ainsi à faire de la base de l'ouvrage une sorte de monolithe à toute épreuve.

Mulot a été plusieurs fois lauréat des Sociétés savantes et des Expositions industrielles, ainsi que le prouve la liste suivante des principales récompenses qu'il a reçues.

Médailles d'or de la Société d'Encouragement et de la Société d'Agriculture, en 1828.

Prix Montyon de l'Académie des Sciences, en 1835.

Médailles d'argent aux Expositions de 1834 et 1839.

Médailles d'or aux Expositions de 1844 et 1849.

Médaille d'argent à l'Exposition Universelle de 1855.

La médaille aux Expositions Universelles de Londres de 1851 et 1862.

Mulot est mort, en avril 1872, dans sa quatre-vingtième année, laissant la réputation d'un homme de bien. D'origine obscure, on peut dire de lui qu'il est resté modeste toute sa vie malgré ses succès. Sans doute, dans les dernières années de sa carrière, l'art du sondeur a fait de nouveaux progrès grâce aux Kind et aux Degousée; mais on ne saurait oublier que le simple serrurier d'Épinay, sans éducation technique, et grâce à sa persévérance et à la rectitude de son jugement, a le premier, en France, fait pénétrer la sonde à des profondeurs où elle n'était pas encore descendue; à ce titre, il doit avoir sa place dans l'histoire d'un art qui a contribué aux progrès industriels du XIXe siècle. (M.)

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Procédé d'extraction des métaux précieux contenus dans les pyrites cuivreuses, par M. Fréd. Claudet. — L'importation des pyrites

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cuivreuses d'Espagne et de Portugal servant à la fabrication de l'acide sulfurique a pris une importance telle, que M. Fréd. Claudet a pensé qu'il deviendrait avantageux d'en extraire la proportion de métaux précieux qu'elles renferment, si minime qu'elle soit (20 à 28 gr. d'argent par tonne grillée). C'est dans ce but qu'il a fondé, avec M. J. Phillips, à Widnes, près de Liverpool, une usine dans laquelle il traite les résidus des pyrites par un procédé fondé sur ce fait, que l'iodure d'argent est presque complétement insoluble dans une solution de chlorure de sodium à la température ordinaire.

Le minerai, ayant été broyé, tamisé, puis grillé dans un four à réverbère, à basse température, avec addition de chlorure de sodium, est placé dans une grande cuve à double fond formant filtre, où il subit plusieurs lavages à l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique; ces eaux de lavage contiennent le sulfate de soude, le chlorure de cuivre et le chlorure d'argent qui se sont formés pendant le grillage. On prend alors les eaux des trois premiers lavages, que l'auteur a reconnues contenir 95 pour 100 de tout l'argent dissous; on les coule dans une citerne en bois, où on les laisse reposer pour en séparer les substances solides entraînées. Les eaux étant éclaircies, on les fait passer dans une autre cuve après les avoir titrées, puis on y verse la quantité d'iodure de potassium reconnue nécessaire pour l'essai, dissoute dans une quantité d'eau égale au dixième environ de la quantité de liqueur cuivreuse. On agite ensuite tout le liquide, et on laisse reposer pendant quarante-huit heures. La liqueur surnageante étant alors claire, on la soutire, puis on remplit de nouveau la cuve pour répéter l'opération, et ainsi de suite. Chaque quinzaine on recueille tout le dépôt accumulé, lequel se compose principalement de sulfate de plomb, d'iodure d'argent et de sels de cuivre; ces derniers sont facilement séparés par un lavage à l'acide chlorhydrique faible.

Le dépôt, ainsi débarrassé des sels de cuivre, est décomposé par du zinc métallique qui, en présence de l'eau, réduit complétement et rapidement l'argent en s'unissant à l'iode et formant de l'iodure de zinc soluble. Il s'est ainsi produit : 1° de l'iodure de zinc soluble qui, séparé par filtration, est titré et employé en substitution d'iodure de potassium dans les opérations suivantes; 2° un dépôt riche en argent (5,95 pour 100), contenant parfois une petite proportion d'or (0,06 pour 100), et composé en grande partie de plomb à l'état métallique et à l'état de sulfate. Pour séparer de ce produit les métaux précieux, il suffit d'avoir recours aux procédés ordinaires employés par les fondeurs qui traitent les matières d'or et d'argent.

L'application de ce procédé dans l'usine de Widnes a porté, pour l'année 1871, sur 16 300 tonnes de minerai brûlé, dont on a extrait $333^{kilos},242$ d'argent et $3^{kilos},172$ d'or, ayant produit 80 800 francs, déduction faite des frais d'affinage. La dépense spéciale à la séparation des métaux précieux s'est élevée à 10 400 francs, et a été ainsi couverte par la valeur seule de l'or. Dans cette dépense sont compris

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

137 kilog. d'iode, représentant la perte de cette substance (1). (*Résumé des Comptes rendus de l'Académie des sciences.*)

Propriétés et applications de la Kieserite. — La Kieserite est, on le sait, un minéral formé de sulfate de magnésie et d'eau, qu'on rencontre en grande quantité (jusqu'à 12 pour 200) dans les vastes dépôts de sel de Stassfurt (Allemagne) (2). Elle diffère des sels d'Epsom, en ce qu'elle se dissout difficilement dans l'eau et qu'elle renferme une plus faible proportion centésimale d'eau de cristallisation.

Les premiers essais d'application de cette substance remontent à 1864, époque à laquelle on proposa de s'en servir pour préparer le sulfate de potasse; depuis lors, cette première application s'est grandement développée et a pris une large place parmi les procédés industriels. Des quantités considérables de Kieserite sont expédiées en Angleterre, où on s'en sert dans l'impression des calicots à la place du sulfate de magnésie, qu'on préparait auparavant avec la magnésite ou dolomie de la Grèce. On s'en sert également pour faire des sels de Glauber qui, ayant l'avantage de ne contenir aucune trace de fer, sont très-estimés dans les usines à gaz.

Les fabricants de blanc fixe emploient la Kieserite, au lieu d'acide sulfurique, pour obtenir, avec le chlorure de barium, un précipité de sulfate de baryte; on peut l'utiliser, avec le même avantage, dans tous les cas semblables où il s'agit de préparer un sulfate difficilement soluble.

La Kieserite est recommandée en agriculture pour remplacer le gypse (sulfate de chaux) comme engrais dans la culture du trèfle; l'Angleterre en fait, à cet égard, une large consommation. On propose encore de la faire servir à la fabrication de l'alun. On prend, à cet effet, de la Bauxite, minéral formé d'hydrate d'oxyde d'alumine; on la fait dissoudre dans l'acide chlorhydrique et, après avoir ajouté des sels de potasse et une proportion déterminée de Kieserite, l'alun ne tarde pas à se former en cristaux, tandis qu'il reste dans la liqueur mère du chlorure de magnésium.

Les applications dont nous venons de parler, quoique déjà nombreuses, sont cependant insuffisantes pour utiliser les quantités considérables de Kieserite que fournissent aujourd'hui les mines de Stassfurt, en sorte qu'on fait d'actives recherches pour en tirer un plus large parti. C'est ainsi qu'on a dernièrement essayé d'employer la substance à l'état de pâte dure pour fabriquer des ornements destinés à l'intérieur des habitations. La préparation se fait de la manière suivante : deux équivalents de Kieserite et un équi-

---

(1) L'augmentation du prix de l'iode a fait penser à M. Claudet qu'on pourrait employer directement les lessives de cendres de varech au lieu d'iodure de potassium; les expériences qu'il a faites à cet égard lui permettent d'espérer des résultats satisfaisants.

(2) Voy. le mémoire de M. Fuchs, *Bulletin* de 1865, 2e série, t. XII, p. 146 et 209.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

valent de chaux caustique sont réduits en pâte dans l'eau. Cette pâte, une fois durcie, est granuleuse et cassante ; on la calcine alors, on la réduit en poudre et on en fait ensuite, avec de l'eau, une nouvelle pâte avec laquelle on peut, comme avec le plâtre, préparer tous les genres de décoration qu'on désire. (*Scientific American* et *Journal of the Society of arts.*) (M.)

Nouvelle espèce de verre pour les travaux photographiques, par M. Jorrest. — Les *Photographische Mittheilungen* parlent d'une nouvelle espèce de verre que prépare, pour les travaux photographiques, l'usine de M. Jorrest, à Liverpool. Le verre ordinaire à vitres possède, dit ce recueil, une surface extérieure naturelle plus dure que l'intérieur de la vitre, parce que cette surface, se refroidissant plus rapidement, forme une sorte de pellicule beaucoup plus dure et moins perméable. Le verre commun possède donc cette pellicule, et ceux qui ont la hardiesse de l'employer pour les petits clichés photographiques savent que, sous le rapport de la netteté, il donne de meilleurs résultats que le verre de glace qui, après avoir été coulé, est usé avec l'émeri, puis douci et poli. Cependant, ce prétendu perfectionnement n'est qu'une illusion, parce que l'usure et le polissage enlèvent la précieuse surface extérieure et mettent à nu l'intérieur du verre qui est moins résistant. Si l'on place du papier imprimé entre des verres de ce genre, les corps gras contenus dans l'encre pénètrent dans les pores du verre et n'en sortent plus. De même, une plaque sur laquelle on a développé un négatif absorbe un peu de l'argent isolé, et il est certainement arrivé à beaucoup de photographes de voir apparaître l'ancienne image avec la nouvelle, lorsqu'ils ont voulu se servir encore de la même plaque qui paraissait pourtant parfaitement nettoyée. Bien que ce phénomène ne se manifeste pas toujours avec la même intensité, la disposition poreuse du verre de glace poli est la cause d'un grand nombre de défauts. Or M. Jorrest fabrique maintenant du verre ordinaire à vitres par le moyen d'appareils qui font éviter ces défauts et donnent des produits réunissant les avantages des glaces à ceux des verres du Rhin. (*Dingler's polytechnisches Journal.*) (V.)

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

centre de gravité forme une sorte de tablette, accessible aux outils traceurs et aux visées des microscopes.

III. *Formes diverses répondant à la condition précédente.*

La question étant ainsi posée, la solution qui se présente d'abord à l'esprit est celle qui consisterait à pratiquer une rainure sur la face supérieure d'une règle rectangulaire, et à faire cette rainure assez profonde et assez large pour que le centre de gravité de la section restante fût précisément placé sur le plan qui formerait le fond de cette rainure.

On obtiendrait ainsi une section en forme d'U, et dont le centre de gravité serait nécessairement situé au-dessous du milieu de la hauteur, afin de compenser, dans l'équation des moments, par une diminution d'épaisseur, l'influence des parties conservées dans le haut de la pièce.

Pour éviter cet inconvénient on pourrait aussi alléger le profil rectangulaire par-dessous, et, dans le cas où les deux rainures seraient symétriques, l'une et l'autre, par rapport à l'axe vertical du rectangle, on obtiendrait un profil en forme d'H, dont la nervure horizontale pourrait être placée vers le milieu de la hauteur et correspondre par sa face supérieure à la position du centre de gravité de la section.

Cette double modification peut être facilement pratiquée sur une section primitive, rectangulaire ou carrée ; et l'on voit facilement que, dans ce dernier cas, le solide aura une grande roideur dans le sens transversal, puisqu'en négligeant les petits défauts de symétrie que la solution exige, on y retrouve la disposition générale des fers à double T employés, pour cette raison même, dans les grandes constructions.

La matière y est ainsi assez bien distribuée, car elle est en grande partie reportée vers les parties externes du profil, au moins en ce qui concerne les deux jambages de l'H. Quant à la nervure intermédiaire qui doit nécessairement être assez large pour que l'on puisse y faire pénétrer le burin traceur, elle n'aura qu'une influence très-minime sur la valeur du moment d'inertie ; c'est pour cela qu'il convient de raccourcir cette nervure autant que possible, en évidant aussi les faces latérales. Nous verrons bientôt que l'on obtient ainsi une meilleure utilisation de la matière, ce qui nous conduit, par la considération de la meilleure position à donner au plan des fibres neutres, à la forme en X, qui s'était déjà présentée à nous comme la plus favorable sous le rapport de la roideur.

IV. *Influence des dispositions qui précèdent sur les effets des inégalités de température ou de pression.*

Ce n'est pas seulement au point de vue de la flexion due au poids de la règle, mais encore et surtout relativement aux variations et aux inégalités de la température, qu'il y a lieu de considérer le plan des fibres neutres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si une barre s'échauffe plus sur l'une de ses faces horizontales que sur l'autre, la première prend nécessairement une longueur relative plus grande; la barre tout entière se courbe comme si elle était formée de deux métaux de dilatations différentes, mais le plan des fibres neutres conserve, entre les deux faces supérieure et inférieure, une longueur moyenne, qui ne dépend plus de la différence entre les deux températures extrêmes; elle se dilate ou se contracte pour ainsi dire pour son propre compte, sans être autrement influencée par les actions meléculaires qui se développent en dehors d'elle.

On se fera une idée plus exacte encore de ce qui se passe dans une telle circonstance, si l'on admet comme évidente l'analogie tout à fait complète des effets produits, avec ceux qui seraient déterminés par une action mécanique, développée suivant la longueur de l'une des faces extrêmes seulement, suivant la face inférieure par exemple.

Il est clair que si l'on comprime cette face, elle ne pourra obéir à l'action comprimante qu'en entraînant dans sa déformation les couches voisines, jusqu'à la couche des fibres neutres, et en déterminant au delà de cette couche des allongements correspondants et tels, que les sections transversales restent, dans toute la longueur du solide fléchi, perpendiculaires au plan déformé des fibres neutres, ainsi que l'a si bien démontré M. le baron Ch. Dupin, et ainsi que cela est admis comme base indiscutée dans tous les calculs relatifs à la flexion. Si donc notre barre est comprimée suivant la la longueur de la face inférieure, cette face deviendra concave et se raccourcira, la face opposée deviendra convexe et s'allongera, tandis que la couche des fibres neutres, bien qu'obéissant à la courbure générale, ne subira dans sa longueur qu'une variation réduite au minimum et pour ainsi dire négligeable.

L'action de compression à laquelle nous venons de faire allusion se présenterait naturellement dans la pratique par suite du frottement de la règle sur le plan qui la supporterait, au moment où la température viendrait à diminuer et dans le cas où le support se contracterait plus que la règle elle-même. La règle prendrait alors une forme convexe, par suite de laquelle elle ne porterait plus que sur ses points extrêmes.

M. le général Morin a démontré que pour une règle de platine iridié, dont le coefficient d'élasticité est connu, ce retard de contraction était sans influence appréciable, lorsque les surfaces en contact étaient enduites de plombagine. Mais il n'est pas nécessaire de recourir à cette condition relativement à la surface des fibres neutres, puisque sa longueur reste absolument indépendante de toutes ces actions locales, et c'est là encore une raison tout à fait essentielle pour chercher à placer sur cette surface toute la longueur destinée à définir un étalon.

Nous avons supposé dans ce qui précède que l'inégalité de température ou la différence de contraction équivalait à un raccourcissement imposé à la face inférieure. Si les actions étaient de sens inverse, les courbures se produiraient encore, mais, la convexité étant tournée vers le bas, la règle, au lieu de porter sur ses points extrêmes, resterait tangente au plan de repos, à peu près en son milieu, et sa face inférieure, ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

portant plus que par un point, se dilaterait librement sans qu'il y ait lieu de tenir compte d'aucun frottement.

D'une manière générale, nous reconnaissons, tout au moins, par ce qui précède, que le frottement qui s'opposerait à la contraction, fût-il excessif, la longueur de la fibre neutre n'en saurait être affectée, et qu'ainsi le tracé sur cette fibre présente une sécurité que toute autre position ne comporterait pas.

V. *Conditions de symétrie.*

Les considérations qui précèdent expliquent déjà comment nous avons été conduit à rechercher une forme en H ou en X, qui laissât la surface neutre à découvert et qui satisfît, autant que possible, à la condition d'une grande rigidité.

La nervure horizontale doit, sur sa face supérieure, recevoir le tracé; mais il nous a semblé qu'il y aurait, en outre, quelque intérêt à faire ce tracé au centre même de la section, et, pour cela, nous nous sommes imposé, comme condition supplémentaire, de disposer la face supérieure de la nervure de manière qu'elle fût exactement au milieu de la hauteur totale du solide.

Bien que nous ayons, dans ces conditions, calculé un grand nombre de profils, nous ne reproduirons ici le détail des calculs que pour le profil en X, compris dans une section de 20 millimètres de côté, avec nervures d'une épaisseur constante de 3 millimètres, mesurée suivant la direction horizontale, et à l'exception des jambages inférieurs, qui doivent subir nécessairement une petite réduction pour satisfaire géométriquement aux conditions déjà énumérées.

VI. *Profil en X de* 20 *millimètres.*

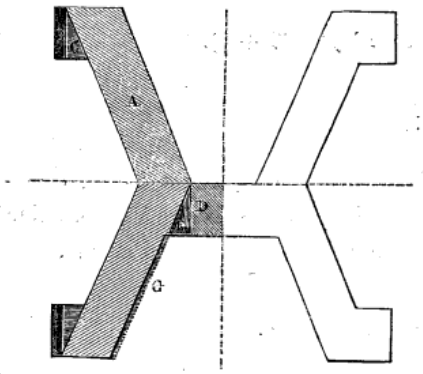


Fig. 1.

Ce profil est représenté à échelle amplifiée par la figure **1**.

Étant admis que la portion apparente du plan neutre doit être placée au milieu de la hauteur, et que, pour la facilité du tracé, il convient de donner à cette partie une largeur de 4 millimètres, nous avons tracé deux lignes inclinées, réservant cette largeur et formant ensemble un V dont l'ouverture, à la partie supérieure, atteint 12 millimètres; les 4 millimètres restants de chaque côté sont destinés à former la nervure supérieure, de 3 millimètres d'épaisseur verticale et se raccordant avec le jambage A de même épaisseur, ce qui détermine la position de la paroi extérieure. La moitié supé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rieure du profil étant ainsi définie, nous l'avons reproduite symétriquement à la partie inférieure, en y ajoutant toutefois la nervure horizontale D, également de 3 millimètres d'épaisseur. La position dissymétrique de cette nervure horizontale tendra à abaisser le centre de gravité, par lequel la théorie nous apprend que doit passer le plan des fibres neutres, et, pour compenser cette influence, il nous faudra enlever un peu de matière aux jambages inférieurs, ce que nous ferons en les délardant parallèlement à leurs parois primitives, comme nous l'avons indiqué en G.

La forme ainsi dessinée est un peu complexe, mais elle offre l'avantage de reporter une plus grande partie de la section vers les sommets, au grand bénéfice de la roideur de la barre. Nous verrons d'ailleurs, par les calculs, quelle est au juste cette influence favorable, et nous en donnerons la valeur en chiffres.

En ce qui concerne les données numériques de la section à laquelle nous nous sommes définitivement arrêté, il nous suffira de calculer d'abord l'épaisseur de la bande G, pour faire ensuite l'évaluation du moment d'inertie total par rapport à l'axe neutre.

VII. *Détermination de l'épaisseur du jambage inférieur.*

Cette épaisseur doit être calculée de manière que le centre de gravité soit placé au milieu de la hauteur du solide, de sorte que, en désignant par x l'épaisseur à retrancher de l'épaisseur horizontale primitive, il suffira de calculer x de manière que la somme des moments de toutes les portions de la surface situées au-dessus de l'axe moyen, et par rapport à cet axe, soit précisément égale à la somme des moments, calculée par rapport à ce même axe, de toutes les parties inférieures.

Cette condition revient évidemment à cette condition plus simple que la somme des moments de D et de E soit précisément égale à celui de G, ce qui donne immédiatement :

$$2 \times 3 \times 1{,}5 + \tfrac{1}{2}\,1{,}2 \times 3 \times 2 = 7 \times x\,(3 + \tfrac{1}{2}).$$

D'où l'on tire :

$$x = 0{,}277.$$

On voit ainsi que les jambages inférieurs doivent être réduits, quant à leur épaisseur horizontale, d'un peu plus d'un quart de millimètre, pour satisfaire à la condition posée. Cette cote de $x = 0{,}277$ nous servira dans le calcul du moment d'inertie.

VIII. *Aire de la section transversale.*

Nous pouvons déjà calculer la section totale par sa décomposition en diverses figures géométriques, en partant de la forme primitive à laquelle nous aurons à ajouter la nervure DE, et dont nous devrons ensuite retrancher le parallélogramme G.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici les éléments de cette quadrature :

$$\begin{aligned}
&4 \text{ aires } A = 4 \times 3 \times 10 &&= 120\\
&4 \;\text{—}\; B = 4 \times 1 \times 3 &&= 12\\
&4 \;\text{—}\; C = 4 \times \tfrac{1}{2}(1{,}2 \times 3) &&= 7{,}2\\
&2 \;\text{—}\; D = 2 \times 2 \times 3 &&= 12\\
&2 \;\text{—}\; E = 2 \times \tfrac{1}{2}(1{,}2 \times 3) &&= 3{,}6\\
& &&\overline{154{,}8}
\end{aligned}$$

Dont à déduire :

$$\begin{aligned}
&2 \text{ aires } G = 2 \times 0{,}277 \times 7 &&= 3{,}9\\
&\text{Aire finale } S &&= 150{,}9
\end{aligned}$$

Nous trouvons ainsi que la section est égale à **150,9** millimètres carrés, ou à une fois et demie celle du mètre des Archives.

La densité du platine iridié étant, comme celle du platine pur, égale à **21,15**, le poids d'une règle de **102** centimètres de longueur sera :

$$P = 150{,}9 \times 1{,}02 \times 21{,}15 \times 10^{-3} = 3^{k},255.$$

Dans l'exécution, on pourra compter sur un poids maximum de $3^{k},40$.

IX. *Calcul du moment d'inertie de la section.*

Nous opérerons de la même façon pour l'évaluation du moment d'inertie, en considérant d'abord le solide symétrique, puis en faisant les additions et soustractions nécessaires : voici les éléments de ce calcul :

$$\begin{aligned}
&4 \text{ moments d'inertie } A = 4 \times \tfrac{1}{3} \times 3 \times 10^{3} \times 10^{-12}. \ldots\ldots\ldots = 4{,}000 \times 10^{-9}\\
&4 \text{ moments d'inertie } B = 4 \times \tfrac{1}{3} \times 1 \times (10^{3} - 7^{3}) \times 10^{-12}. \ldots\ldots = 0{,}876 \times 10^{-9}\\
&4 \text{ moments d'inertie } C = 4 \times \tfrac{1}{12} \times \tfrac{1{,}2}{3}\,(10^{4} - 7^{3}(40 - 21))\,10^{-12} = 0{,}464 \times 10^{-9}\\
&2 \text{ moments d'inertie } D = 2 \times \tfrac{1}{3} \times 2 \times 3^{3} \times 10^{-12}. \ldots\ldots\ldots = 0{,}036 \times 10^{-9}\\
&2 \text{ moments d'inertie } E = 2 \times \tfrac{1}{4} \times 1{,}2 \times 3^{3} \times 10^{-12}. \ldots\ldots\ldots = 0{,}016 \times 10^{-9}\\
&\qquad\qquad \text{Total}. \ldots\ldots\ldots \quad 5{,}392 \times 10^{-9}
\end{aligned}$$

dont à déduire :

$$\begin{aligned}
&2 \text{ moments d'inertie } G = 2 \times \tfrac{1}{3} \times 0{,}277\,(10^{3} - 3^{3}) \times 10^{-12}. \ldots = 0{,}180 \times 10^{-9}\\
&\qquad\qquad I = 5{,}212 \times 10^{-9}
\end{aligned}$$

Avant de calculer la flèche et la déformation, nous comparerons ces valeurs à celles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un certain nombre de profils déjà employés ou qui auraient pu être proposés pour les étalons internationaux.

X. *TABLEAU des données mécaniques des différents profils.*

DÉSIGNATION DES PROFILS.	AIRE transversale du profil, S.	MOMENT d'inertie I.	COEFFICIENT de roideur I : S.	RAPPORTS entre les moments d'inertie.	RAPPORTS entre les coefficients de roideur.
PROFILS RECTANGULAIRES.					
1. Étalon des Archives.	100 $\times 10^{-6}$	0,133$\times 10^{-9}$	1,33$\times 10^{-3}$	1,000	1,00
2. Étalon du Conservatoire. . . .	87,5	0,089	1,02	0,670	0,77
3. Mètres de Gambey (en laiton).	210	0,857	4,08	6,431	3,05
PROFILS CARRÉS.					
4. Côté de 10 millimètres.	100	0,833	8,33	6,250	6,25
5. Côté de 15 millimètres.	225	4,219	18,75	31,641	14,06
6. Côté de 20 millimètres.	400	13,333	33,33	100,000	25,00
7. Côté de 25 millimètres (yards anglais).	625	32,552	52,08	244,140	39,06
PROFIL RECTANGULAIRE A BORDS CREUX.					
8. Règle provisoire en platine iridié.	271,46	5,226	19,25	39,19	14,44
PROFILS EN H (NERVURES DE 3 MILLIMÈTRES).					
9. Profil simple de 16 millimètres.	117,82	1,873	15,90	14,00	11,93
10. Profil de 16 millimètres avec talon.	125,45	2,424	19,32	18,18	14,49
11. Profil simple de 20 millimètres.	152,31	3,677	24,14	27,58	18,11
12. Profil de 20 millimètres avec talon.	167,08	5,522	33,05	41,41	24,79
PROFILS EN X (NERVURES DE 3 MILLIMÈTRES).					
13. Profil simple de 16 millimètres.	106,87	1,954	18,28	14,65	13,71
14. Profil de 16 millimètres avec talon.	122,65	2,642	21,72	19,82	16,29
15. Profil simple de 20 millimètres.	132,35	3,864	29,19	28,98	21,90
16. Profil de 20 millimètres avec talon.	150,92	5,213	34,53	39,10	25,90

Pour chacun de ces profils nous donnerons les valeurs de S et de I, et nous remarquerons que la flèche f, pour une barre reposant par ses extrémités, étant donnée par la formule

$$f = \frac{5}{192}\,\frac{P\,l^3}{2\,E\,I},$$

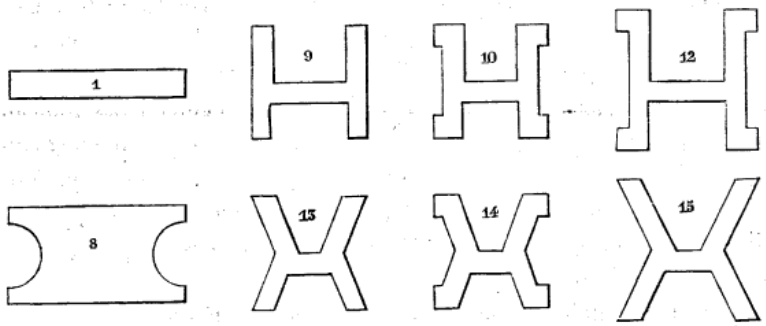
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la fraction inverse,

$$\frac{192}{5}\,\frac{2\,E}{l^3}\,\frac{I}{P} = \frac{192}{5}\,\frac{2\,E}{l^3\,\delta}\,\frac{I}{S},$$

nous donne la mesure de la roideur de chaque barre sous l'action de son propre poids $P = S\,\delta$. Au lieu de considérer cette formule avec tous ses termes, il suffit de calculer,

PROFILS.



pour chaque barre, le rapport I : S pour se rendre compte des roideurs relatives, tous les autres termes restant constants pour toutes les barres de même longueur et de même matière, quel qu'en soit le profil.

On voit, par le tableau d'autre part, que le profil proposé, représenté en vraie grandeur (fig. 2), est le plus favorable sous le rapport de la valeur de I : S, c'est-à-dire que c'est celui qui donne lieu à la plus faible flèche sous la charge même du poids de la pièce; et, bien qu'il ne pèse qu'une fois et demie autant que celui des Archives, sa roideur par rapport aux actions extérieures se trouve être quarante fois plus grande.

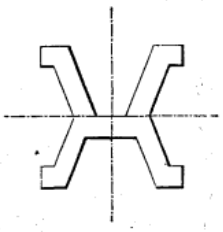


Fig. 2.

Il n'y a d'exception à cet égard que pour le profil des yards anglais, qui exigerait, pour chaque mètre, un poids de platine supérieur à 13 kilogrammes.

Il nous faut maintenant compléter ces données comparatives par l'étude de la barre elle-même, au point de vue de ses propriétés mécaniques. C'est ce que nous nous proposons de faire après avoir présenté quelques considérations sur le mode de suspension qui sera employé pendant les observations.

XI. *Mode de suspension de la barre.*

Nous avons vu déjà que l'influence du retard de dilatation ou de contraction sur la face en contact avec le support était sans influence sur la longueur du plan des fibres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

neutres, et qu'ainsi il n'y aurait aucun danger sérieux à faire reposer les étalons de longueur sur des plans, lorsque la longueur est ainsi tracée d'une manière convenable.

On pourrait, par excès de prudence, faire reposer le mètre sur le plan des fibres neutres d'un support de même dilatation, dans le cas où l'on craindrait que le contact immédiat avec un support moins bien disposé eût encore une influence.

M. le général Morin a, d'ailleurs, démontré que, pour un métal à grand coefficient d'élasticité, cet inconvénient était peu à craindre, si l'on considère la règle comme agissant par toutes ses parties, dans le même sens, en vertu de son élasticité.

On pourrait donc proposer et motiver l'emploi de supports plans; mais les conditions relatives à la température sont si dominantes, que l'emploi des rouleaux paraît surtout motivé par l'avantage que l'on obtient, sous ce rapport, en éloignant autant que possible la barre, dans toute son étendue, de tout point de contact, et l'on ne saurait mieux y parvenir qu'en employant deux rouleaux isolés, que l'on placera de manière à diminuer autant que possible la flèche, soit entre ces supports, soit dans les portions extrêmes de la règle.

Bessel, dans un mémoire d'une grande importance, a déterminé les conditions les plus favorables de ce mode de suspension; M. le baron Wrede les a retrouvées avec M. Edlund, par une méthode un peu différente, et il en résulte que le meilleur mode de suspension sur deux rouleaux consiste, pour une règle à traits, à distancer les rouleaux de 0,559380 de la longueur totale de la règle.

La flèche se trouve alors parfaitement déterminée, et il était nécessaire pour nous d'examiner si sa valeur absolue pourrait présenter, pour le profil proposé, le moindre inconvénient.

XII. *Flèche de la barre sous son propre poids.*

Si l'on désigne par P le poids total de la barre, par L sa longueur totale, formée d'une travée centrale l et deux travées latérales ou extérieures l', de manière que l'on ait $L = l + 2l'$; si l'on désigne, en outre, par E et par I respectivement le coefficient d'élasticité de la matière et le moment d'inertie de la section, on trouve facilement pour la flèche f, entre les points d'appui, la valeur :

$$f = \frac{1}{192}\,\frac{P\,l^4}{2\,L\,E\,I}\left[5 - 24\,\frac{l'^2}{l^2}\right]$$

et en faisant, conformément aux indications de Bessel,

$$l' = 0{,}39385\,l,$$

$$f = 0{,}000651\,\frac{P\,L^3}{2\,E\,I}.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En prenant

$$L = 1^m,02;\ P = 3^k,255;\ E = 25 \times 10^9;\ I = 5,213 \times 10^{-9}$$

on trouve ainsi

$$f = 0^m,00000863 \text{ ou } 8,63 \text{ microns.}$$

Cette flèche est si minime qu'elle donne toute sécurité pour l'emploi du profil proposé. Il convient toutefois de faire remarquer que théoriquement chacune des extrémités de la barre s'abaisse au delà des points d'appui, après s'être un peu élevée, jusqu'au point intermédiaire pour lequel la tangente est horizontale.

Cette nouvelle flèche f', par rapport aux points d'appui, est donnée par la relation

$$f' = \frac{1}{12}\,\frac{P\,l^4}{2\,LEI}\left[-\frac{l'}{l} + 6\,\frac{l'^3}{l^3} + \frac{3\,l'^4}{l^4}\right]$$

et en remplaçant $l' : l$ par sa valeur

$$f' = 0,000366\,\frac{P\,L^3}{2\,EI} = 0^m,00000485, \text{ ou } 4,85 \text{ microns.}$$

Ces deux flèches sont, d'ailleurs, du même signe, et la dénivellation qui en résulte entre les points extrêmes et le point milieu de la barre se mesure par 8,63 — 4,85 = 3,78 microns.

Une barre soumise à des flexions aussi imperceptibles satisfait évidemment à toutes les conditions du problème, avec une entière sécurité.

XIII. *Application de la théorie de Bessel à la mesure du rapprochement entre les deux points extrêmes.*

Dans la plupart des applications de la théorie de la résistance des matériaux, on se contente de calculer la flèche, en admettant, d'une part, que la fibre neutre conserve exactement sa longueur primitive, et, d'autre part, en négligeant absolument la différence de longueur entre cette fibre fléchie et sa projection. Si cette double hypothèse suffit aux cas ordinaires, il n'en est pas de même pour celui qui nous occupe, et Bessel a déterminé, pour le mode de suspension que nous venons d'étudier, le rapprochement qui résulte de la flexion même entre les deux points extrêmes de la fibre neutre. Il est indispensable que ce rapprochement soit, pour un étalon, d'un ordre tel qu'il ne puisse exercer une influence quelconque sur les comparaisons.

En désignant par ΔL ce rapprochement, Bessel a calculé, pour les mêmes valeurs de l et de l' que précédemment, la relation :

$$\Delta L = \left(\frac{P}{LEI}\right)^2 \left(\frac{L}{}\right)^7 \times 0,0000836.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le cas particulier de notre profil

$$P = 3^k,20;\ L = 1;\ E = 25 \times 10^9,\ I = 5,212 \times 10^{-9}.$$

D'où l'on tire :

$$\Delta L = \frac{\overline{3,20}^2 \times 0,0000836}{625 \times 10^{18} \times \overline{5,212}^2 \times 10^{-18} \times 2^7} = 0^m,0000000004.$$

Le raccourcissement de la projection, qui peut être dû à la courbure de la barre, ne s'élève qu'à 4 dix-millièmes de micron, c'est-à-dire à une quantité tout à fait négligeable.

La barre ainsi construite offre donc toute la rigidité nécessaire pour que les déterminations soient faites avec toute la certitude que l'on peut se proposer. Il n'y a absolument aucun inconvénient à faire reposer la barre sur les deux rouleaux dont la distance a été indiquée.

M. le baron Wrede avait calculé qu'un mètre à traits de la dimension du prototype en platine des Archives pourrait donner lieu à un rapprochement de ses extrémités, résultant de la courbure de la règle, qui se mesurerait par 7 dixièmes de micron ; la roideur de notre règle est quarante fois plus grande, le rapprochement est ainsi rendu 1,600 fois moindre, et l'on retrouve ainsi, comme vérification, le chiffre de 4 dix-millièmes de micron auquel le calcul direct nous a conduit.

En supposant que la portée fût égale à 1 mètre, le rapprochement entre les points extrêmes serait notablement plus grand, mais ne dépasserait le chiffre de 0,29 micron donné par le calcul.

XIV. *Application aux mètres à bouts.*

Pour les mètres à bouts que la Commission doit construire, bien qu'à titre secondaire, il est nécessaire de rechercher les mêmes conditions de rigidité et de conductibilité. Aussi paraît-il convenable d'employer le même profil général, en déplaçant seulement la nervure horizontale de manière à la placer dans une position symétrique par rapport aux deux faces supérieure et inférieure.

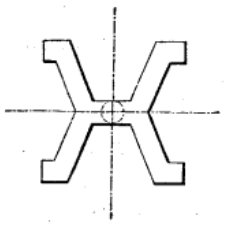


Fig. 3.

Encore bien qu'il convienne de terminer le mètre par de petits tourillons, on pense que l'épaisseur de 3 millimètres est suffisante pour que ces tourillons, de moins d'un millimètre de longueur, puissent être pris dans le prolongement même de la nervure et dans sa masse (fig. 3).

On satisfera ainsi aux conditions les plus favorables pour les comparaisons ; la transmission de la chaleur se fera avec la même facilité dans le métal des nervures ; la rigi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dité sera convenable. Les supports seront disposés de la même façon, et le centre des faces ou des tourillons des mètres à bouts, ainsi construits, sera exactement placé à la même hauteur que les tracés des mètres à traits, toutes circonstances à recommander dans une telle construction.

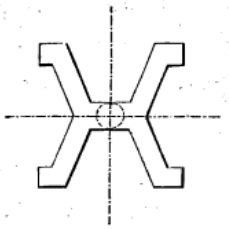


Fig. 4.

Si, d'ailleurs, ce diamètre était jugé insuffisant, on augmenterait l'épaisseur de la nervure centrale; c'est ainsi que, dans la figure 4, on lui a donné 4 millimètres au lieu de 3.

XV. *Avantages divers que présente la section proposée.*

L'étude qui précède avait été uniquement dirigée vers les deux buts déjà indiqués : l'obtention d'une grande roideur avec fibre neutre apparente. Quelques avantages accessoires s'étaient bien présentés à notre esprit, mais ils n'ont pris réellement toute leur importance que dans les conversations que nous avons eues à ce sujet avec quelques-uns de nos collègues de la Commission du mètre.

En cherchant à les présenter ici dans leur ensemble, nous devions indiquer la part qui leur revient dans ces observations complémentaires, au risque de nous exposer à quelques répétitions. Ces avantages seront successivement considérés aux divers points de vue géométrique, mécanique, thermique et économique; nous aurons aussi à signaler en quoi la forme proposée est préférable sous le rapport de la bonne exécution, et sous le rapport des garanties qu'elle permet d'obtenir relativement à l'invariabilité des étalons.

Au point de vue géométrique, nous attachons une grande importance à la constance absolue du profil dans toute la longueur de la barre; il est évident que cette constance satisfait plus complétement aux considérations qui servent de base à la théorie de la résistance des matériaux, dans laquelle on n'arrive plus à aucune déduction précise, si la section varie brusquement en quelque point. Les actions moléculaires sont ainsi mieux définies, la solidarité entre les différentes files de molécules est plus certaine, et les déformations anormales sont moins à craindre.

En inscrivant le profil dans un carré, nous sommes aussi arrivé à une forme géométrique autant que possible symétrique.

Au point de vue mécanique, la condition de la roideur maximum, et celle d'une roideur analogue dans les deux sens rectangulaires, ne sont pas, à notre avis, les plus importantes.

La condition dominante, celle à laquelle toutes les autres devaient être subordonnées, consiste à obtenir une tension moléculaire très-faible en tous les points, quel que soit le mode de suspension, et pour tout changement de température pendant cette suspension; nous pensons avoir réalisé cette condition, et surtout être arrivé à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faire que la tension moléculaire reste constamment nulle dans la distance même qui doit mesurer le mètre, quel que soit d'ailleurs le mode de suspension, et même dans le cas où la règle serait placée sur une table de dilatation différente.

On peut chercher la valeur du plus grand effort moléculaire, développé dans la barre pendant sa suspension sur les rouleaux ; cet effort maximum correspond aux points d'appui et à la face supérieure ou inférieure, c'est-à-dire à une distance $v = 0{,}01$ du plan des fibres neutres; en le désignant par R par mètre carré, on trouve facilement

$$R = \frac{v\,PL}{8I}\left(1 - \frac{l}{L}\right)^2 = 157\,500 \text{ kilog.}$$

Cette valeur revient à $0^k{,}16$ par millimètre carré.

D'un autre côté, il résulte des nouvelles déterminations que nous avons faites avec M. Broch que l'élasticité du platine iridié n'est pas altérée par un effort de 30 kilogrammes par millimètre carré. En faisant remarquer que l'effort réel ne s'élève pas au delà de la deux centième partie de cet effort limite, nous établissons surabondamment que tous les points de la barre se maintiendront toujours dans les conditions de la plus parfaite stabilité moléculaire.

Au point de vue thermique, nous devons entrer dans des considérations plus détaillées si nous voulons reproduire les observations des physiciens qui ont bien voulu nous les communiquer :

1° L'égalité des épaisseurs des différentes nervures favorise l'équilibre des températures de toute la masse de la règle.

Les plus grandes difficultés de l'exactitude des comparaisons résideront toujours dans l'obtention d'une température parfaitement régulière; il suffit, pour s'en convaincre, de faire remarquer qu'une différence d'un centième de degré correspond presque à une différence d'un dixième de micron dans la longueur de la barre de platine. Il est donc de la première importance que l'influence du milieu ambiant, que l'on cherchera à maintenir, autant que possible, à température constante, se propage de la même façon en tous les points de la règle, et aucune disposition ne saurait être, à cet égard, plus sûre que celle à laquelle nous sommes arrivé par l'égalité d'épaisseur de toutes les nervures qui constituent, par leur réunion, notre profil.

2° La distance comprise entre les deux traits est soumise, en tous ses points, aux mêmes conditions de température.

C'est ce que l'on ne saurait obtenir avec les puits ou par une réduction seulement de la section aux extrémités, ces deux solutions n'empêchant pas que la distance qui forme l'étalon théorique ne soit en quelque sorte emprisonnée, dans presque toute son étendue, au milieu d'une masse de matière qui rend la communication de la température intérieure au moins incertaine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° La distance entre les traits étant exactement comprise dans le plan des fibres neutres ne saurait être influencée par aucun retard de dilatation déterminé par le contact avec le support. Nous nous sommes déjà expliqué sur ce point avec assez de soin, pour qu'il ne soit pas nécessaire d'y revenir encore.

4° Le thermomètre est en quelque sorte enveloppé par la matière du mètre pendant les observations.

Il est clair, en effet, que la rainure en V de la partie supérieure constitue pour le thermomètre une sorte de logement, dans lequel il s'identifie nécessairement avec les températures des parois et du fond de cette rainure.

Par toutes ces raisons, la forme proposée est la plus favorable à l'égalité de température, sans laquelle toute comparaison serait nécessairement viciée. Peut-être faut-il trouver dans cette considération la raison principale de la faveur avec laquelle notre disposition a été acceptée.

Au point de vue économique, il nous suffira de dire que, si nous ne devons pas attacher une importance prépondérante à l'obtention d'un prix de revient peu élevé, il en est tout autrement si nous cherchons, pour une dépense donnée, à utiliser, de la manière la plus favorable, la quantité de matière qui correspond à cette dépense. Le profil de plus grande roideur se recommande par cette condition, et le choix d'une section constante permet de raccourcir la longueur totale jusqu'à 102 centimètres, ce que personne n'oserait certainement recommander avec la méthode des puits.

Au point de vue de la bonne exécution, la forme proposée, bien que moins simple, entraîne avec elle des garanties qu'une section rectangulaire, avec ou sans puits, ne saurait comporter.

Sans doute on ne pourra obtenir, avec l'exactitude géométrique indispensable, cette forme qu'en recourant à toutes les ressources de la forge, du laminage, du rabotage et du tirage au banc.

La barre étant forgée à l'état d'une tige carrée, le laminage pourra préparer seulement les quatre rainures, ce qui assurera à toutes ses parties le degré d'homogénéité désirable, avec d'autant plus de sûreté que tous les angles du profil sont obtus, de manière à rendre plus faciles tous les déplacements de la matière dans le sens transversal.

Après avoir soumis l'ébauche ainsi obtenue à un ou plusieurs recuits, le rabotage longitudinal ou le fraisage permettra d'approcher de très-près de la forme définitive, et dans cette opération les moindres défauts seront dévoilés et mis au jour. Nécessaire pour l'obtention de la forme géométrique, ce rabotage constituera un moyen d'investigation tout à fait précieux et tout à fait sûr, un véritable sondage de tous les défauts, qui déterminera le départ à faire entre les règles complétement réussies et celles qu'il conviendrait de rejeter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aucune forme massive ne donnerait la même sécurité, qui se trouvera complétée encore par une série de recuits et de tréfilages à la suite desquels la matière devra être considérée comme absolument malaxée, et dans un état d'équilibre rendu tout à fait stable par un dernier recuit extrêmement prolongé.

La complication même des opérations à effectuer ne permettrait pas de se contenter d'une demi-solution ; le métal qui aura satisfait à toutes leurs exigences aura, par cela même, témoigné de ses qualités.

L'emploi des puits ne permet pas d'arriver à en polir le fond avec la perfection désirable ; il en est tout autrement pour le fond de notre rainure, ce qui permettra d'éviter l'emploi d'une mouche d'or rapportée, au grand profit de la sûreté de la longueur étalon.

Au point de vue de la garantie de l'invariabilité des étalons, notre collègue M. Wild a enfin trouvé, dans la mise à nu du plan des fibres neutres, dans toute son étendue, une raison déterminante, en ce que cette circonstance permet de reporter sur ce plan la longueur exacte d'un témoin en quartz ou en béryl, sans que l'on ait à craindre aucune variation de cette longueur, qui participe à toutes les propriétés du plan neutre, soit par suite de flexion, soit par suite de retard de dilatation ou de contraction.

Nous ne saurions dire, en terminant, si les avantages accessoires que nous venons d'énumérer ne sont pas, dans leur ensemble, plus probants que les raisons spéciales qui nous avaient servi de point de départ.

XVI. *Applications des solides à fibre neutre apparente.*

Nous nous éloignerions de notre sujet si nous recherchions ici les différentes applications que pourraient recevoir les solides à fibre neutre apparente dans les arts de construction ; mais, nous ne saurions négliger, toutefois, d'indiquer que leur propriété fondamentale les recommande certainement pour l'exécution des glissières ou autres pièces mobiles, dans les instruments de grande précision.

C'est au même point de vue que nous nous étions d'abord placé, en proposant de faire reposer le mètre, par sa face inférieure, sur le plan neutre de son support, pour lequel nous aurions choisi une substance de même dilatation.

Nous croyons encore à l'efficacité de cette disposition, que nous n'avons abandonnée que par respect pour l'opinion générale, manifestement favorable à l'emploi des rouleaux, mais en nous réservant, toutefois, de contrôler comparativement l'influence des deux modes de suspension.

(*La fin prochainement.*)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMBUSTIBLES.

LA CRISE HOUILLÈRE EN ANGLETERRE, PAR M. EDWARD HULL,

Membre de la Société royale de Londres.

Disette au milieu même de l'abondance, telle est, au sujet de la houille, la situation en présence de laquelle s'est trouvée dernièrement placée la population de l'Angleterre. A Londres, le charbon valait 50 shillings la tonne (62ᶠ,50); à Dublin, 40 (50 fr.); à Belfast, une moyenne entre ces deux chiffres; enfin, dans les différentes régions de l'Angleterre et de l'Écosse, on le payait, suivant les circonstances, de 30 à 50 shillings (37ᶠ,50 à 62ᶠ,50). On peut dire, en général, que les prix avaient doublé partout; et, ce qu'il y a de plus extraordinaire, c'est que, dans quelques districts, même dans ceux qui confinent les bassins houillers, il était souvent difficile de se procurer une tonne du précieux combustible, à moins d'en faire la demande plusieurs jours à l'avance.

Tout le monde ici s'est ressenti de la crise, à l'exception des exploitants et des mineurs. Ceux qui ont de la fortune pouvaient, il va sans dire, continuer à alimenter leurs foyers; c'est un luxe qu'ils ont payé fort cher; mais la classe moyenne, ne pouvant supporter un surcroît de dépense capable de rompre l'équilibre de son modeste budget, s'est vue dans la dure nécessité de supprimer son chauffage, ou tout au moins de le restreindre dans une forte proportion. Quant aux pauvres, comment pouvaient-ils faire, nous ne disons pas pour se garantir du froid, mais seulement pour faire cuire leurs vivres, quand il s'agissait de dépenser, pour 50 kilog. de charbon, environ 2 shillings ou une demi-couronne (2ᶠ,50 ou 3ᶠ,10)! Sans doute la charité publique a fait son œuvre au milieu d'une pareille détresse, qu'elle a soulagée dans une certaine mesure; mais qu'on pense à ce que doit être l'absence d'un feu, fût-il même médiocre, pour celui qui vit de privations pendant toute l'année! Nous recommandons ce triste tableau à l'attention de cette puissance occulte qui s'est arrogé le droit de limiter l'approvisionnement de la houille dans le but de favoriser le maintien de la hausse. Il est possible que ceux qui tiennent les fils du complot éprouvent une certaine satisfaction à paralyser ainsi l'industrie, à désorganiser et à pressurer le commerce, mais ont-ils bien réfléchi à la somme de misère qu'ils ont apportée dans des milliers de pauvres demeures?

Quelles seront les conséquences d'une pareille situation? Quelle sera l'étendue de l'influence que devra exercer, en général, sur toutes choses cette surélévation du prix de la houille? Ce sont là des questions auxquelles a essayé de répondre sir W. Armstrong, dans une récente communication faite à la Société des Ingénieurs des mines du nord de l'Angleterre (*The North of England Institute of mining Engineers*). Il a démontré que la hausse pouvait être regardée comme équivalente à une taxe sur le combustible, se chiffrant par 44 millions sterling (1 100 millions de francs).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les manufacturiers qui consomment dans leurs usines 100 à 150 tonnes par semaine, l'augmentation de prix absorbe le bénéfice, si même elle n'entraîne pas de la perte. Aussi entend-on dire que plusieurs fabriques sont sur le point de cesser de travailler, que plusieurs hauts fourneaux sont près de s'éteindre, en même temps que, pour la même cause, jointe à celle des grèves, certaines industries sont déjà arrivées à se déplacer (1).

Quiconque arriverait en Angleterre sans connaître le cours des événements de ces dernières années ne manquerait pas, en présence de ce qui se passe aujourd'hui, d'en conclure que nous touchons à l'époque, fatalement prédite depuis longtemps, de l'épuisement de nos houillères, ou tout au moins que la réserve disponible de nos gisements a tellement diminué qu'elle n'est plus en rapport avec les besoins de la consommation. La vérité est que nous sommes dans une position analogue à celle à laquelle nous pourrions nous attendre si nos richesses étaient à moitié épuisées. Par conséquent, il ne faut pas s'étonner que les alarmistes refusent d'ajouter foi à ce fait, que nos couches de houille sont, pour ainsi dire, aussi abondantes que par le passé, que les difficultés de l'exploitation n'ont guère augmenté dans ces derniers temps, que les bras sont nombreux, et qu'enfin la seule différence qui existe, c'est que les exploitations sont aujourd'hui un peu plus profondes qu'elles ne l'étaient du temps où la houille ne valait que 20 shillings (25 fr.) la tonne à Londres.

Les travaux de la Commission royale chargée d'étudier nos ressources houillères (*Royal Commissioners on Coal-supply*) ont, en effet, démontré complétement qu'il existe encore, à des profondeurs raisonnables, assez de charbon pour alimenter le pays pendant plusieurs siècles, même en comptant sur un accroissement annuel de consommation, calculé d'après celui des dernières années. M. Price Williams, dont l'opinion est citée par la Commission dont nous venons de parler, a calculé que, dans un siècle, cette consommation s'élèverait, par an, à 274 millions de tonnes, et qu'au taux estimé par la Commission il y aurait encore du charbon pour 360 ans. D'après une autre estimation basée sur une progression arithmétique de 3 millions de tonnes par année, la consommation serait, au bout d'un siècle, de 415 millions de tonnes (2), auquel cas il

(1) A l'une des dernières réunions de la Chambre de commerce de Manchester, il a été démontré que la hausse du prix de la houille avait déjà eu pour résultat d'élever d'un demi-penny par livre la valeur du coton filé (environ 0f,11 par kilogramme). Les fabriques du Lancashire ont moins à souffrir que les autres du haut prix du charbon.

(2) Pour admettre un chiffre aussi formidable, il faudrait nécessairement supposer un accroissement correspondant du nombre de mineurs. Or cette supposition n'est guère admissible, et dès lors l'accroissement de consommation sera toujours limité par la production, qui dépend elle-même du nombre de bras disponibles, à moins cependant que les machines à abattre le charbon, passant de la période des essais à celle d'une pratique courante, ne deviennent d'un emploi général. C'est là une réflexion qu'on n'a pas encore songé à faire, et qui nous est suggérée par M. Gruner, inspecteur général des mines. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'y aurait plus de combustible que pour 276 ans. A ces appréciations, nous répondrons par ce que nous avons dit récemment dans notre ouvrage sur les houillères de l'Angleterre (*Coal fields of Great Britain*) : « Tous les calculs auxquels on s'est livré à ce sujet ont « le défaut de ne pas tenir compte de la diminution proportionnelle que la consom- « mation doit nécessairement subir lorsque le charbon devient plus rare et plus cher. « L'épuisement de nos gisements n'est pas chose qui puisse se produire d'une ma- « nière soudaine ; s'il doit avoir lieu, il ne se fera que d'une manière lente et graduée, « qui coïncidera, il faut l'espérer, avec une réorganisation de la société sur des bases « plus nobles et plus élevées. »

En résumé, quelle que soit l'époque à laquelle arrivera l'épuisement de nos richesses houillères, comme il est évident qu'elle est encore bien loin de nous, ce n'est pas au manque de combustible qu'il faut attribuer la pénurie et le surenchérissement que nous voyons aujourd'hui ; cette situation déplorable est due, selon nous, aux deux causes suivantes :

La première, la plus importante, c'est le manque d'économie et d'intelligence de la population minière ; la seconde, c'est l'obstacle que rencontre la liberté qui doit régler l'offre et la demande. Dans le premier cas, nous voyons le mineur, contrairement aux autres classes de la population, être, en général, peu enclin à l'épargne, se trouvant satisfait s'il peut, en travaillant le moins de temps possible, simplement subvenir à ses besoins. Dans le second, nous sommes témoins des entraves qu'apporte au libre approvisionnement des charbons l'autorité d'une puissance occulte, à laquelle on ne sait malheureusement pas opposer de résistance ; et, comme cette puissance ne peut agir qu'à cause du manque d'intelligence de la population minière, il s'ensuit, en dernier ressort, que la vraie cause de la situation actuelle est due au peu d'éducation, au défaut de prévoyance et à l'état précaire des classes ouvrières. Si l'amour de l'épargne et le besoin de bien-être existaient parmi les mineurs, si la détermination du stock et du prix de la marchandise était laissée au libre jeu économique qui doit exister entre l'offre et la demande, il est probable qu'on ne verrait jamais surgir, ni parmi les ouvriers, ni parmi les patrons, quelqu'une de ces dangereuses combinaisons qui finissent, presque toujours, par avoir des conséquences désastreuses pour la prospérité publique.

Pour mieux étudier la question, qu'on nous permette de remonter, aussi brièvement que possible, au début de la crise.

A peine la guerre entre la France et l'Allemagne était-elle terminée, que le commerce et l'industrie, reprenant une vie nouvelle, donnèrent lieu tout à coup à des demandes extraordinaires de fer. Les stocks de fonte accumulés à Glascow et sur d'autres marchés s'épuisant alors rapidement, il en résulta que tous les hauts fourneaux du pays furent mis en feu et, par conséquent, que les besoins de combustible furent considérables. De là une hausse, dont les propriétaires de mines ont été sans doute les premiers à profiter ; de là aussi, et tout naturellement, une augmentation de salaire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

demandée par une partie des mineurs, augmentation qui, en général, leur fut accordée. Malheureusement cette augmentation a fini par prendre des proportions telles, qu'aujourd'hui un ouvrier d'une habileté ordinaire peut, même en ne travaillant qu'un nombre de jours restreint, gagner, par an, de 120 à 150 livres (3000 à 3750 fr.), et beaucoup plus, s'il consent à travailler seulement cinq jours par semaine.

Il y a eu cependant une réaction. Le fer ayant haussé dans des proportions inusitées, la demande s'est ralentie, et, par conséquent, suivant le cours des choses, le même ralentissement eût dû se produire pour le charbon et amener une baisse de prix. En vue de ce résultat, l'augmentation de salaire accordée aux mineurs devait être réduite; mais, dès qu'elle fut notifiée aux intéressés, il en résulta immédiatement une grève, comme celle, par exemple, qui s'est produite sur une si grande échelle dans le sud du pays de Galles. Le prix de la houille n'a donc pas baissé comme on s'y était attendu, car les ouvriers, excités par les meneurs, ont appris que la hausse pouvait se maintenir artificiellement en diminuant les heures de travail, et, par conséquent, en restreignant la production; ils ont vu qu'en travaillant seulement quatre jours par semaine ils pouvaient gagner assez pour subvenir aux besoins de la semaine tout entière, et ils ne se sont pas souciés de gagner davantage; d'ailleurs, le voudraient-ils qu'ils en sont empêchés par une influence occulte, à laquelle ils obéissent avec une aveugle soumission.

Dans une situation semblable, si l'on veut arriver à une baisse de prix, il faut donc ou diminuer le salaire du mineur, ou augmenter le nombre d'heures de travail; mais, dans l'un comme dans l'autre cas, c'est la grève! Eh bien, nous le demandons, en nous plaçant sur le terrain de la neutralité, lorsqu'en général, et particulièrement dans l'industrie minière, une question de ce genre se débat entre le patron et l'ouvrier, la grève n'est-elle pas le moyen le plus brutal de la résoudre, si toutefois elle la résout? N'est-il pas évident que, dans la plupart des cas, si les exploitants le pouvaient, ils préféreraient céder aux exigences des mineurs plutôt que de s'exposer aux désastreuses conséquences d'une grève, capable de se propager sur toute l'étendue d'un district? Veut-on, d'ailleurs, savoir quelles sont ces conséquences, à la fois redoutables pour les deux parties?

Pour l'exploitant, la grève, c'est la perte de la clientèle; c'est la perte de l'intérêt du capital, souvent considérable, engagé dans la mine; c'est la détérioration des travaux et des machines; ce sont les éboulements dans les galeries, souvent l'envahissement des eaux; c'est enfin, tout autour de lui, le spectacle navrant de la détresse et de la misère.

Pour le mineur, la grève, c'est, au lieu du large salaire ordinaire, un maigre secours fourni par la caisse de l'association; c'est l'épuisement des provisions en réserve, c'est le dénûment; c'est l'oisiveté succédant au travail, la pauvreté au lieu du bien-être; c'est, enfin, la perte du respect de soi-même, remplacé par la dépravation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et la démoralisation. Puis, lorsque la lutte en est arrivée à sa phase la plus aiguë, l'ouvrier, épuisé au moral comme au physique, retourne à son travail appauvri de tout l'argent qu'il aurait pu gagner et forcé, le plus souvent, d'accepter le salaire qu'il avait auparavant.

Malheureusement, le résultat le plus clair d'une grève est de tuer quelque branche d'industrie, ou tout au moins de la déplacer, et c'est alors que l'ouvrier s'aperçoit, mais trop tard, qu'il a perdu son pain et celui de toute sa famille. La construction des navires à Londres en est un exemple, et dans le sud du pays de Galles, où souvent le maître de forges réalisait peu ou point de bénéfices, la conséquence de la dernière grève a été de fermer, peut-être pour toujours, beaucoup d'établissements, et, par suite, de priver de travail un grand nombre d'ouvriers.

Si ces tristes conséquences étaient plus généralement comprises, si les ouvriers ne faisaient pas abdication de leur liberté d'esprit et d'action pour obéir à des meneurs qui les trompent, les grèves disparaîtraient, tout le monde travaillerait, et le prix de chaque chose trouverait naturellement son niveau suivant les lois de l'économie politique. Mais la situation de la population minière est loin d'être satisfaisante au point de vue de l'éducation. Dans certains districts, aussi bien de l'Écosse que de l'Angleterre, les mineurs et leurs familles sont encore dans un état d'ignorance barbare, entassés les uns avec les autres dans des logements si misérables que la décence la plus élémentaire ne saurait y être observée. La raison de cet état de choses est due, jusqu'à un certain point, au manque de prévoyance des chefs de famille, car le taux de leur salaire est assez élevé pour leur permettre une meilleure installation. Mais il faut bien le reconnaître aussi, les exploitants ne se préoccupent peut-être pas de cette question autant qu'ils le devraient, et nous estimons qu'en offrant aux mineurs le moyen d'occuper des habitations plus convenables et mieux appropriées aux besoins de leur famille on arriverait plus facilement à leur donner des habitudes de tempérance et à les rendre plus prévoyants. Cette organisation salutaire existe, cependant, dans quelques exploitations, et nous pourrions rappeler, à cet égard, ce que nous avons vu dans un comté du centre de l'Angleterre. Là se trouve, en effet, un groupe important de maisons de mineurs, ayant chacune trois ou quatre chambres avec un petit jardin adjacent, et non-seulement elles sont louées à des prix excessivement modiques, mais encore le directeur des travaux veille à ce qu'elles soient proprement tenues par les occupants (1).

(1) Ce système, qui existe en France sur bien des points, est souvent, en outre, complété en ce que le mineur peut facilement devenir propriétaire de la maison qu'il occupe. Le Creusot, qu'on pourrait citer comme ayant donné un des premiers exemples de ce genre, n'en a pas moins été le théâtre de grèves qu'on n'a pas oubliées; mais là, l'augmentation de salaire demandée n'était sans doute qu'un prétexte, derrière lequel s'abritaient les idées politiques les plus dangereuses. Les grèves de l'Angleterre ne paraissent pas renfermer, au moins jusqu'ici, de pareils ferments.

(M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il reste encore beaucoup à faire pour améliorer la condition du mineur; par conséquent, il n'est pas étonnant que, dans l'état d'infériorité où il se trouve, il devienne un docile instrument dans les mains de gens habiles malintentionnés, qu'il est du devoir de tout homme sensé de combattre.

Une des principales causes de la crise houillère est le refus des mineurs de travailler toute la semaine. Leurs pères avaient coutume de faire cinq jours et même six, tandis qu'eux se contentent de n'en faire que quatre ou quatre et demi au plus. Il en résulte que les travaux chôment de deux et demi à trois jours par semaine, et, comme l'extraction est nécessairement moindre, le prix du combustible doit se tenir élevé en raison, à la fois, de la diminution de la production et de la nécessité où est l'exploitant de récupérer la perte que les jours de chômage font subir au revenu de son capital.

Nous l'avons dit, la classe des mineurs, à l'inverse des autres classes de la société, ne tient pas, en général, à l'épargne. Pendant que partout ailleurs chacun cherche, par un surcroît de travail, à augmenter ses revenus de l'année, les mineurs de certaines parties du Lancashire, du Staffordshire et de l'Écosse ne pensent qu'à une chose, c'est à travailler le moins pour gagner le plus (*the least amount of work for the largest amount of pay*). Si encore ils employaient utilement le temps qu'ils se refusent à passer dans la mine! mais il n'en est pas ainsi, en sorte que leur système de salaire élevé pour un travail restreint ne leur profite guère et cause, en revanche, un grand préjudice à tout le monde.

En attendant qu'ils parviennent à leur faire entendre raison, les exploitants ont donc tout intérêt à chercher à se passer de leurs services, ce qu'ils ne peuvent faire qu'en donnant la plus large application aux moyens mécaniques que les inventions modernes mettent à leur disposition pour remplacer une partie du travail des bras. Si on n'avait pas autant tardé, la situation ne serait peut-être pas devenue aussi grave. Parmi les machines à abattre le charbon, qui toutes ont en vue l'économie de la main-d'œuvre, celle qui fonctionne par l'air comprimé, et qu'ont inventée MM. Baird et comp., de Gartsherrie, a prouvé qu'elle pouvait faire le travail de quarante hommes, tout en n'en exigeant que quatre pour être manœuvrée. Si le fait est vrai, on voit, de suite, l'économie de bras qui en résulterait, quand on songe qu'il n'y a pas moins de 360 000 mineurs occupés à l'extraction des 112 millions de tonnes dont nous avons besoin aujourd'hui. Une pareille révolution, on le comprend, ne pourrait se faire d'un seul coup; mais il est bien évident que, à mesure que les nouvelles machines seraient adoptées, le nombre de bras inoccupés augmenterait, ce qui aurait pour effet de ramener, par la concurrence, à de justes limites le taux des salaires, de permettre alors une plus large extraction, et, dernière conséquence, de réduire le prix du charbon.

La crise que nous étudions n'est cependant pas due aux seules causes que nous venons d'examiner. Ainsi, pendant que le prix de la houille était, à Londres, de 50 shillings (62^{f},50) la tonne, il n'était, on s'en est assuré, que de 20 shillings (25 fr.) sur le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

carreau de la mine, et, comme le transport par chemin de fer s'élève seulement à 6 ou 8 shillings (7f,50 à 10 fr.), on peut juger de l'énormité de l'écart; par conséquent, en laissant une marge assez large pour les frais de manutention et le bénéfice du marchand, le consommateur n'aurait dû guère payer plus de 32 shillings (40 fr.). Il est évident, s'il en est ainsi, qu'il y a une différence de 18 shillings (22f,50) qui va dans la poche des intermédiaires ou des marchands; c'est là un bénéfice hors de toute proportion, contre lequel il appartient au public de réagir en se protégeant lui-même. Pourquoi, dès lors, ne pas avoir recours au système de la coopération, qui a déjà donné de si bons résultats dans d'autres circonstances? Que des sociétés privées s'organisent, qu'elles entrent en relation directe avec l'exploitant pour acheter la houille sur le carreau de la mine, et elles pourront alors la revendre à des prix modérés. C'est là une idée qui fait son chemin, et dont la réalisation, nous sommes heureux de l'annoncer, est prochaine.

Enfin il est un dernier point sur lequel il est important d'appeler l'attention, car on ne saurait se le dissimuler, le public lui-même a contribué jusqu'à un certain point à l'existence du mal qu'il subit aujourd'hui. Le gaspillage du combustible dans les foyers domestiques et même dans beaucoup de fabriques a atteint, jusque dans ces derniers temps, des proportions illimitées; aussi est-il nécessaire d'y porter un remède énergique. Hâtons-nous de le dire cependant, ce n'est pas à la métallurgie du fer que ce reproche peut être adressé, surtout à celle des districts de Middlesborough, du Nord-Lancashire et de certaines parties de l'Écosse, où la consommation de la houille a été réduite dans les procédés à un minimum remarquable, ainsi que l'atteste l'histoire des progrès accomplis dans l'industrie sidérurgique de ces contrées. Ainsi, tandis qu'en 1796, rapporte M. Mushet, les usines de la Clyde, pour produire une seule tonne de fonte, ne consommaient pas moins de 9,5 tonnes de charbon, aujourd'hui elles n'en dépensent plus, avec l'emploi de l'air chaud, que 1 tonne 14,5 cwts (environ 1 750 kilog.), ou 2 t. 3 qrs de coke (2 068 kilog.). Dans la région de Middlesborough, l'économie n'est pas moins remarquable, et la tonne de fonte n'exige plus que 33 cwts 1 qr (1 693k,50) de houille et coke mélangés; ajoutons qu'on utilise l'air chaud et les gaz sortant du gueulard pour calciner le minerai, chauffer le vent et produire la vapeur de la machine qui met en mouvement la soufflerie.

La navigation à vapeur a fait aussi de grands progrès dans la même voie, grâce à l'emploi des machines à deux cylindres, dans l'un desquels la vapeur fonctionne à haute pression, pour passer ensuite dans l'autre, et de là au condenseur. Ce système, adopté déjà en France depuis une vingtaine d'années, est aujourd'hui appliqué à tous les bâtiments de construction moderne qui naviguent sur l'Océan. Il permet de réaliser une économie de 25 pour 100 sur la consommation du charbon, et offre, par conséquent, l'avantage de laisser plus de place disponible pour l'arrimage des marchandises.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est dans les foyers domestiques que le gaspillage a toujours été le plus grand. Dans les maisons anglaises, on est habitué aux larges grilles découvertes et l'on ne s'aperçoit pas que les trois quarts de la chaleur se perdent par la cheminée. Tant qu'on ne réformera pas ce système dont on semble engoué, il n'y a pas à espérer d'économie notable sur la consommation de la houille; et, cependant, il est incontestable qu'il y aurait moyen de réaliser ce desideratum en apportant certaines modifications aux foyers, tout en leur conservant les deux principaux avantages qu'ils possèdent sous le rapport de la gaieté du feu qu'on voit flamber et de la bonne ventilation qu'ils réalisent. M. Robert Hunt, qui fait autorité en cette matière, estimant à 1 tonne par tête la consommation de la population, en déduit qu'environ un tiers de la production, soit 37 000 000 de tonnes, est ainsi absorbé; or il est probable qu'en modifiant les appareils de chauffage domestique on arriverait à réduire d'un tiers ce chiffre considérable, soit une économie de 12 000 000 de tonnes, presque égale à l'exportation totale qui se fait par les ports anglais.

Évidemment on ne peut s'attendre à une réforme immédiate dans les habitudes de la population, mais les explications qui précèdent suffisent pour faire comprendre combien elle peut influer sur l'état de la question. Il dépend des exploitants, d'une part, et du public, de l'autre, de voir la situation changer; aux premiers nous dirons : partout où vous le pourrez, *remplacez le travail manuel par le travail mécanique;* au second : *modifiez vos foyers domestiques*. Quant aux mineurs, espérons que les mesures prises récemment par le Gouvernement auront pour effet de les rendre, dans l'avenir, plus instruits, plus amoureux de l'épargne et plus capables de résister aux influences pernicieuses qui, dans ces derniers temps, les ont poussés à des actes si préjudiciables à l'intérêt général. (*The Quarterly Journal of science.*)

(M.)

NÉCROLOGIE.

Louis-Georges MULOT.

On se rappelle la vive curiosité qu'excita à Paris, en 1841, le puits artésien de l'abattoir de Grenelle, dont les eaux venaient de jaillir après un laborieux sondage poussé jusqu'à la profondeur de 548 mètres. Dans la séance générale de la Société d'Encouragement, tenue le 24 mars de cette même année, un membre du Conseil, l'illustre Héricart de Thury, rendant compte de cet important événement, disait :

« Tout Paris est en émoi, tout Paris court voir le puits de Grenelle, admirer son « brillant succès, et, certes, ce n'est pas sans motifs, car, malgré les assurances les « plus positives données par la théorie, par la géologie, par l'expérience, comme par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« la pratique de l'habile sondeur qui avait entrepris cette grande opération, on doutait « encore, on niait la possibilité du succès; on ne pouvait croire qu'une source, qu'un « torrent d'eau chaude surgît de plus de 500 mètres de profondeur et vînt couronner « la persévérance infatigable de M. Mulot, en justifiant les prévisions de la géologie « qui avait osé, disait-on, conseiller cette folle entreprise. »

A part les savants et les gens du métier, qui se souvient aujourd'hui, à plus de trente ans de distance, du nom de Mulot? Ce nom, qui eut son heure de popularité, a été si bien oublié depuis lors, que pas un seul journal, de ceux-là même qui l'avaient le plus acclamé jadis, n'a songé à annoncer, l'an dernier, que celui qui le portait venait de mourir. C'est là un oubli qu'il appartient à la Société d'Encouragement de réparer, heureuse qu'elle est de rendre hommage à la mémoire d'un de ses membres les plus anciens en même temps que l'un de ses plus dignes lauréats.

Mulot (Louis-Georges), né à Épinay (Seine), en **1792**, était fils d'un modeste serrurier, qui mourut, en **1813**, en lui laissant ses outils pour tout héritage. Ses débuts furent loin d'être heureux, et, plus d'une fois, il fut obligé, pour alimenter son jeune ménage, de se livrer au raccommodage des fusils et des vieilles horloges. A cette époque, il est vrai, la France était loin d'être prospère; **1814** et **1816** avaient, comme de nos jours, amené l'étranger sur le sol de la patrie, et la modeste demeure de Mulot avait été envahie.

Vers la fin de **1816**, Mulot, qui avait le génie de la mécanique, construisit des râpes à pommes de terre pour la fabrication de la fécule; il apporta à ces appareils des perfectionnements successifs, qui en rendirent l'emploi si efficace, qu'on vint de plusieurs départements éloignés en commander au jeune constructeur. De cette époque jusqu'en **1823**, il s'occupa de travaux divers, entre autres de la réparation d'un bateau à vapeur, acheté en Angleterre par une société d'actionnaires qui voulaient en tirer parti sur la Seine, et qui, n'ayant pas vu leurs espérances se réaliser, l'avaient pendant longtemps laissé amarré en face d'Épinay. Mulot, qui n'avait que son seul instinct pour guide, qui, surtout, manquait d'un outillage spécial, réussit néanmoins à donner la vie à ce bateau et à le mettre en état d'accomplir plusieurs voyages entre Paris et Rouen.

Jusque-là la vraie vocation de Mulot ne s'était pas encore révélée, lorsqu'en **1823** il fut appelé à Enghien pour réparer les outils dont se servait une compagnie de sondeurs appelés de l'Artois pour y forer un puits artésien. Comprendre l'opération du forage fut pour lui l'affaire d'un instant; mais, ayant remarqué combien étaient imparfaits les instruments employés, son premier soin, en rentrant à Épinay, fut d'en étudier et d'en construire d'autres, si bien que, sûr de lui-même, il n'hésita pas à entreprendre, à son tour, un travail analogue à celui qu'il avait vu faire aux ouvriers de l'Artois.

C'est à Épinay même qu'il tenta l'expérience, et, grâce à la libéralité de M^me^ la marquise

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Grollier, grâce aux précieux conseils de M. le vicomte Héricart de Thury, il fut assez heureux pour rencontrer du premier coup le succès. A dater de cette époque (1828), la voie de Mulot était toute tracée et l'art du sondeur allait compter un jour un de ses maîtres les plus habiles et les plus estimés.

Nous ne donnerons pas ici la série de tous les sondages qu'il a exécutés, tant dans la Seine que dans plusieurs autres départements; la liste en est longue, et se trouve, d'ailleurs, en grande partie, dans le *Bulletin* de la Société (1re série, t. XXVII, p. 367; XXIX, p. 486; XXXII, p. 248; XXXIX, p. 396; XL, p. 98 et 308). Nous ne parlerons que de son plus important travail, le puits de Grenelle, dont la réussite vint consacrer l'habileté.

Depuis un certain nombre d'années, les géologues les plus éminents s'étaient prononcés sur la possibilité de rencontrer les eaux jaillissant sous le terrain crétacé de Paris; mais il fallait descendre profondément, plus profondément qu'on ne l'avait encore fait jusqu'ici, et le Conseil municipal, bien que tenté, à l'exemple d'autres grandes villes, de doter la Capitale d'une source jaillissante, dont on attendait alors de grands avantages, hésitait à se lancer dans une entreprise de longue haleine qui pouvait l'entraîner dans des dépenses considérables. Cependant, en 1833, snr la proposition du Comte de Rambuteau, alors préfet, grâce surtout aux vives sollicitations d'Arago, tous les scrupules furent levés, et, sur le rapport des ingénieurs, il fut décidé que le sondage serait fait dans le bassin de l'abattoir de Grenelle. L'exécution en fut confiée à Mulot, qui, suivant le cahier des charges, devait, s'il était nécessaire, pousser l'approfondissement jusqu'à 500 mètres.

Mulot était prêt; à la fin de 1833, il commençait son forage, et sept années après, à la grande joie de la science, au grand étonnement des Parisiens comme il a été dit plus haut, une colonne d'eau surgissait de la profondeur de 548 mètres, fournissant 4 000 litres à la minute! C'était là un beau résultat. Mais que d'angoisses pendant ces sept années d'un travail opiniâtre! Accidents fréquents, rupture de sondes et d'appareils, embarras financiers, hésitations répétées du Conseil municipal pendant la dernière phase de l'opération, aucun déboire ne fut épargné au pauvre sondeur; mais rien ne put ébranler sa foi et son courage, il poursuivit son œuvre, en épuisant même jusqu'aux dernières et faibles ressources de sa famille. Tant d'efforts devaient trouver leur récompense; en même temps que le roi Louis-Philippe, sur la proposition de M. le Comte de Las Cases et d'Arago, accordait à Mulot la décoration de la Légion d'honneur, le Conseil municipal lui votait une pension viagère de 3 000 francs.

Depuis son premier puits d'Épinay, Mulot ne cessa de perfectionner l'outillage. Il y avait, d'ailleurs, à cette époque, une grande émulation parmi les sondeurs, grâce à l'initiative de la Société d'Encouragement qui déjà, en 1818, avait institué des prix dans l'espoir, non-seulement de voir augmenter en France le nombre encore trop restreint des puits artésiens, mais encore de provoquer des améliorations dans un art

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

72e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XX. — Août 1873.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

CHAUFFAGE.

RAPPORT *fait par* M. LAMY, *au nom du comité des arts chimiques, sur un nouveau* SYSTÈME DE CHAUFFAGE DES FOURS A GAZ *de* MM. MULLER et EICHELBRENNER, *rue Abatucci*, 47, *à Paris*.

Messieurs, vous avez renvoyé à votre comité des arts chimiques l'examen d'un nouveau four à gaz d'éclairage imaginé par MM. Muller et Eichelbrenner, et construit par MM. Leblond et Mulot, qui vous ont adressé une notice à ce sujet.

La production du gaz d'éclairage s'opère très-généralement aujourd'hui, comme on sait, dans des cornues en terre réfractaire placées sous une même voûte, au nombre de cinq ou sept, au-dessus d'un seul foyer qui occupe la partie centrale et antérieure du four. Les flammes et les produits de la combustion s'élèvent jusqu'à la voûte entre les cornues, et redescendent, en les enveloppant complétement, pour se rendre par une cheminée traînante à la grande cheminée de l'usine.

Les fours à cinq et sept cornues ont été graduellement perfectionnés en vue d'économiser le combustible, de protéger les cornues contre les coups de feu, de répartir uniformément la chaleur, et d'obtenir, avec une plus grande régularité dans le chauffage, un meilleur rendement.

Néanmoins, et malgré les perfectionnements qu'ils ont successivement reçus (en laissant de côté le chauffage, encore fort restreint, par le système Siemens), ces fours présentent de sérieux inconvénients.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi, le foyer, placé dans le four même, est soumis à une température très-élevée, qui amène assez promptement sa détérioration, et, par suite, des dislocations dans la maçonnerie qui soutient les cornues; il exige des soins et une surveillance presque continuels, d'autant plus nuisibles à la constance de la température que le chargement et le nettoyage de la grille entraînent plus fréquemment l'ouverture de la porte du foyer, d'autant plus pénibles que ce foyer est placé du même côté que les têtes de cornues qui rayonnent fortement la chaleur. Le travail de la grille nécessite des ouvriers spéciaux de jour et de nuit; obligation fort onéreuse, surtout pour les petites usines. Si ce travail n'est pas fait avec soin, il n'est pas possible de chauffer également les diverses parties du four, les têtes de cornues aussi bien que les portions plus profondes. Enfin, sur la même grille, on ne peut brûler, avec un égal succès, des combustibles très-différents, comme du coke et du goudron.

Les dispositions nouvelles adoptées par MM. Muller et Eichelbrenner permettent de remédier efficacement à la plupart des inconvénients que nous venons de signaler.

Dans les nouveaux fours rien n'est changé à la disposition ordinaire des cornues; mais le foyer est supprimé et remplacé par une grille à gradins, de dimensions réduites, placée à l'arrière du massif et surmontée d'une trémie en forme de cuve un peu conique. Celle-ci peut être remplie de coke par sa partie supérieure, ordinairement fermée, et sa capacité est assez grande pour qu'on n'ait besoin de la recharger qu'à de rares intervalles, toutes les huit ou dix heures, par exemple. L'existence de cette trémie et ce mode de chargement, à des intervalles de temps relativement très-éloignés, nous paraissent caractériser le nouveau système de chauffage, et constituent un avantage capital dans tous les cas, mais surtout dans les usines petites ou moyennes, où il importe de n'avoir pas de service de nuit. A cet avantage s'ajoutent tous ceux qui résultent du chauffage par le gaz. Le foyer, en effet, est un véritable producteur de gaz, analogue, dans ses effets, aux gazogènes connus; le combustible éprouvant sur la grille une sorte de distillation ou de combustion incomplète, grâce à un réglage convenable de la quantité d'air introduite. A leur sortie de ce foyer, l'oxyde de carbone et les autres gaz combustibles pénètrent dans un carneau central, à la base du massif, d'où ils passent dans le four par une série d'orifices distribués sur toute la longueur de la sole. A côté de ceux-ci, des orifices correspondants amènent de l'air échauffé par son passage à travers des conduits accolés aux carneaux traînants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'introduction de cet air est réglée par un registre placé à l'extérieur du four. Des dalles réfractaires, simplement posées au-dessus de chacun des orifices d'arrivée du gaz, permettent, d'ailleurs, de régler plus complétement, si c'est nécessaire, la combustion, et d'arriver plus facilement à une égale répartition de la température dans toutes les parties du four.

Cet échauffement de l'air, obtenu ici par un mode de récupération qui rappelle celui des fours Siemens, Ponsard et autres, est moins complet, il est vrai, mais aussi bien moins coûteux et d'une application plus générale. Il permet, comme on sait, d'obtenir une élévation plus grande de température, en même temps qu'une plus grande économie de combustible. Ajoutons que le travail de la grille à gradins est très-facile et peut être fait par le premier manœuvre venu, que les frais d'entretien du foyer et des parties du four qui en dépendent sont beaucoup réduits; enfin, qu'il n'y a pas, dans les nouveaux fours, cet entraînement de cendres provenant des grilles ordinaires, lesquelles, s'accumulant peu à peu sur les cornues, nuisent à la régularité et à l'économie de la distillation.

En somme, les principaux avantages résultant des dispositions adoptées par MM. Muller et Eichelbrenner peuvent se résumer ainsi : application facile et relativement peu coûteuse du nouveau système à tous les fours à gaz ordinaires; très-grande commodité dans le chauffage, réduction du personnel employé et même suppression du service de nuit dans les petites usines; économie sensible de combustible, diminution des frais d'entretien, et enfin accroissement du rendement en gaz par la plus grande uniformité de température qu'il est possible d'obtenir dans toutes les parties du four.

Les principes sur lesquels sont fondés les perfectionnements et les avantages que nous venons d'indiquer ne sont pas nouveaux; mais MM. Muller et Eichelbrenner n'en ont pas moins le grand mérite de les avoir combinés et appliqués dans des conditions de simplicité, de généralité et d'économie que l'on peut trouver toutes naturelles, mais que l'on n'avait pas encore réalisées jusqu'à ce jour.

Les avantages signalés trouvent, d'ailleurs, leur confirmation dans le nombre, chaque jour croissant, des fours construits par MM. Leblond et Mulot. Déjà quinze usines à gaz, sur divers points de la France, ont adopté les nouveaux fours. Nous avons été nous-même voir fonctionner celui qui est établi à l'usine à gaz de Montreuil-sous-Bois, et que l'on peut juger par comparaison, avec un four non transformé monté dans le même massif.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans cette visite, nous avons été particulièrement frappé de la simplicité de l'installation et de la facilité, de la propreté, comme de la régularité du chauffage au combustible gazeux. Enfin, nous avons pu relever, sur les livres de l'usine, des nombres qui établissent d'une manière incontestable l'économie que procure ce système.

Par ces considérations, votre comité vous propose d'adresser des remercîments à MM. Leblond et Mulot pour la communication qu'ils vous ont adressée sur les fours à gaz Muller et Eichelbrenner, et de décider l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin*, avec planche et légende explicative.

Signé LAMY, *rapporteur.*

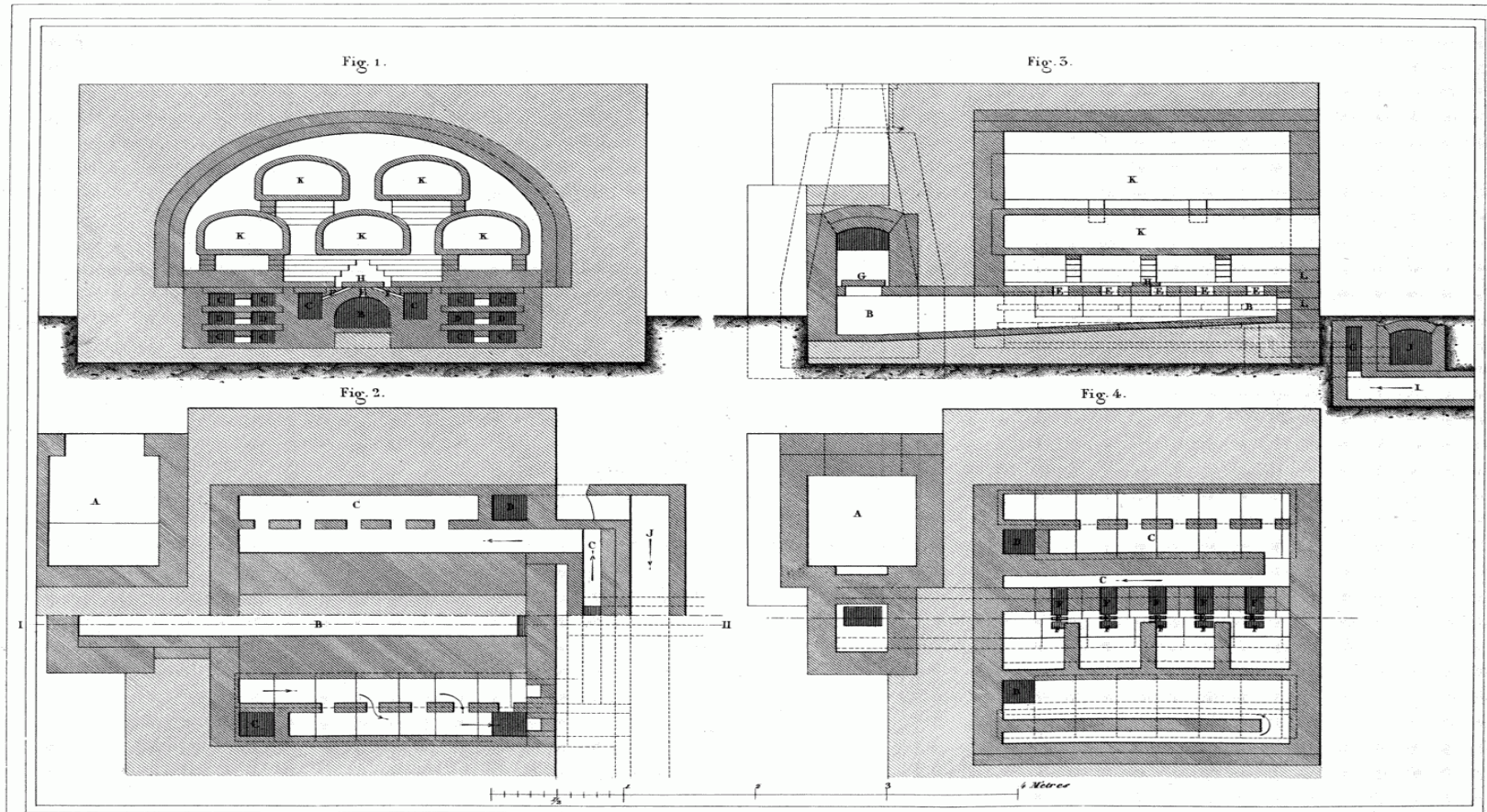
Approuvé en séance, le 14 février 1873.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 493 REPRÉSENTANT LE SYSTÈME DE FOUR A GAZ DE MM. MULLER ET EICHELBRENNER.

Fig. 1. Section transversale d'un four à cinq cornues.
Fig. 2. Section horizontale.
Fig. 3. Section verticale suivant la ligne I, II de la figure 2.
Fig. 4. Autre section horizontale.
A, trémie de chargement.
B, carneau central.
C, conduits d'air.
D, conduits de fumée.
E, orifices pour l'oxyde de carbone.
F, orifices pour l'air.
G, registre pour régler l'entrée de l'oxyde de carbone dans le carneau central.
H, registres pour régler l'entrée de l'oxyde de carbone et de l'air dans le four.
I, carneau d'arrivée de l'air.
J, cheminée traînante.
K, cornues.
L, tampons.

(M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



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

SYSTÊME DE CHAUFFAGE DES FOURS A GAZ D'ÉCLAIRAGE, PAR MM. MULLER ET EICHELBRENNER.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. E. PELIGOT, *au nom du comité des arts chimiques, sur divers* PRODUITS EN TÔLE ET EN FONTE ÉMAILLÉES, *présentés par* M. PARIS, *au Bourget* (*Seine*).

Messieurs, M. E. Pâris, manufacturier, au Bourget (Seine), s'occupe depuis longtemps de la fabrication des émaux; il a apporté à cette industrie des améliorations que la Société a déjà récompensées par une médaille de platine, en 1850, et par une médaille d'or, en 1867.

On sait que les émaux en pains, en baguettes et en tubes étaient autrefois tirés de l'étranger, principalement des verreries de Venise; la famille de M. E. Pâris a introduit, la première en France, les produits de cette fabrication : M. Pâris fabriquait, il y a plus de vingt-cinq ans, des pièces en tôle émaillée de forme et de grandeurs diverses. « La matière qu'il emploie, « disait Ebelmen dans le rapport de l'Exposition de 1849, pour recouvrir le « fer est un véritable verre transparent qui laisse voir la couleur du fer; cet « enduit vitreux est très-tenace, il adhère fortement au fer, ne se fendille « pas par l'action de la chaleur, et résiste, comme nous l'avons éprouvé, à « l'action d'acides très-énergiques. »

Nous ajouterons que les vases culinaires, en tôle émaillée, fabriqués par la maison Pâris, sont d'une qualité très-supérieure à celle des objets de poterie de fonte ou de tôle à émail blanc qui sont aujourd'hui dans le commerce; ceux-ci sont faits, le plus souvent, avec un émail très-chargé de plomb; presque tous sont attaqués par les acides les plus faibles.

L'émail de M. Pâris présente la même dilatation que la tôle; des vases de jardin en fonte émaillée avec dessins imitant les anciennes faïences de Rouen, des plaques pour rues et pour enseignes, dont la fabrication remonte déjà à un grand nombre d'années, sont restés exempts de toute détérioration de la part des influences atmosphériques auxquelles ils sont exposés.

Beaucoup de produits sortant des ateliers de M. E. Pâris ont une date authentique; leur existence actuelle témoigne de leur bonne fabrication.

Nous citerons : la cheminée en tôle émaillée exécutée, en 1849, pour la prison de Mazas; les portes du fourneau des essais d'or du laboratoire de la Monnaie, qui reçoivent journellement, depuis 1850, des vapeurs nitreuses; la poignée extérieure de la porte de la Société d'encouragement, posée en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1857; des plaques de rues et de numéros d'un grand nombre de localités, plaques dont la fabrication date de 1866, etc.

Le temps est le seul juge de la qualité des produits de cette nature; il n'est qu'équitable de constater que les produits de M. Pâris, qui, par leur aspect, ne se distinguent pas de ceux qui sont fabriqués par d'autres industriels, ont résisté à son action.

M. Pâris, qui est un chercheur infatigable, a présenté à la Société, dans une de ses dernières séances, de nouvelles applications de ses procédés d'émaillage; ce sont des chaises, des tables et des tabourets de jardin en tôle émaillée, montés en fer; des dessous de carafes et de plats, imitant les anciennes faïences, etc. Ces derniers produits sont d'un prix peu élevé, et ont sur la faïence l'avantage de ne pas se fendre par le contact d'un plat trop chaud.

La Société a toujours suivi avec intérêt les divers perfectionnements que M. Pâris a apportés à son industrie et les nouveaux débouchés qu'il lui a créés. Son comité des arts chimiques est d'avis qu'il y a lieu de remercier M. Pâris de sa communication, et d'insérer le présent rapport dans le *Bulletin* de la Société.

Signé E. Peligot, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 14 mars 1873.

AGRICULTURE.

Rapport *fait par* M. Heuzé, *au nom du comité d'agriculture, sur les* défrichements des landes *faits par* M. Gautier, *percepteur, à Uzel (Côtes-du-Nord)*.

Messieurs, la Bretagne perd, peu à peu, de son antique aspect par suite de l'impulsion imprimée depuis trente années au défrichement des landes.

Ces terres, vaines et vagues, ne produisent que la bruyère quand elles sont à la fois arides et humides. De tels terrains ne peuvent être utilisés avec avantage que par la culture forestière. Quand la couche arable est un peu profonde, elle est plus favorable à la croissance des plantes cultivées parce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on y rencontre la *bruyère* se mariant à l'*ajonc marin*. Enfin, lorsque ces deux plantes indigènes sont associées à la *fougère*, la couche arable est de bonne qualité, et on peut y cultiver avec succès, à l'aide des engrais organiques et des engrais minéraux, du froment et des plantes légumineuses.

Les défrichements des landes, entrepris dans le centre de la Bretagne, sont de deux sortes : les uns sont exécutés par des propriétaires qui peuvent faire facilement de grandes avances à la terre; les autres sont opérés par des agriculteurs dont les capitaux sont très-limités. Ces dernières entreprises sont les plus difficiles; elles ne réussissent que quand le défricheur agit avec lenteur et sagesse. J'en ai eu la preuve en visitant, au mois d'octobre dernier, la propriété du Resto, qui est cultivée par M. A. Gautier, percepteur, à Uzel (Côtes-du-Nord).

Ce domaine, d'une contenance de 44 hectares 18 ares, se compose de parcelles achetées successivement de 1848 à 1857 à six vendeurs différents, au prix moyen de 450 francs l'hectare. Aux époques où furent vendus ces terrains, la propriété ne renfermait que 6 hectares de terres labourables de médiocre qualité, un hectare de prairie naturelle, et 2 hectares 70 ares en verger et courtils; le reste était en landes.

La propriété du Resto est traversée par la route de Loudéac à Pontivy; son sol présente un plateau sur lequel est située la ferme, et un versant exposé au nord. C'est sur ce terrain déclive qu'étaient situés les 24 hectares de landes que M. Gautier a défrichés, et qu'il a su convertir en bonnes terres labourables à l'aide du drainage, de labours bien exécutés, d'abondantes fumures et de l'emploi des engrais calcaires.

Mais il ne suffisait pas à l'habile agriculteur du Resto de mettre en pratique les excellents conseils qu'il avait puisés aux écoles de Coëtbo, de Rennes et de Roville dans le but de transformer la lande en une terre productive et d'assurer ainsi l'avenir de sa famille; il devait aussi ne pas oublier de protéger ses récoltes contre le bétail pour lequel la lande voisine était une grande pourvoyeuse, et contre les vents qui se font sentir avec violence dans cette contrée déserte. C'est pour réaliser ce double but, qu'il fit enclore ses champs par de grands ados de terre et qu'il planta sur les fossés près de 10000 chênes, châtaigniers, peupliers, épicéas, sapins argentés, etc.

Aujourd'hui, le Resto n'a plus de landes; il comprend 21 hectares de terres labourables sur lesquelles on voit des récoltes remarquables par leur vigueur et leur propreté, 3 hectares de vergers, 6 hectares de prairies naturelles et près de 12 hectares de bois qui forment un précieux abri.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les bâtiments sont bien tenus et convenablement disposés; le bétail est nombreux et en bon état.

Les prairies naturelles sont les seules parties du domaine qui réclament encore des travaux et des sacrifices.

Quoi qu'il en soit, le domaine du Resto fait le plus grand honneur à M. Gautier. C'est en capitalisant annuellement sur le domaine les bénéfices de sa culture, que ce véritable pionnier est parvenu à créer une propriété d'une valeur incontestable sur une terre presque inculte.

M. Gautier réside à 20 kilomètres de cette propriété. Cette distance n'a pas ralenti un seul instant son amour pour l'agriculture. Chaque jour, lui ou ses enfants s'imposent la tâche de parcourir cette distance à pied en bravant avec courage la pluie, le froid ou le soleil, afin de surveiller les travaux et de les faire exécuter aussi économiquement que possible.

L'état du domaine, la beauté des récoltes, le bon choix du bétail ont mis fin aux railleries qui, pendant plus de dix années, n'ont cessé de critiquer ses travaux. Aujourd'hui on visite le Resto, dans le but d'y puiser des préceptes sages et qui n'exigent pas de grands capitaux pour être mis en pratique avec profit.

Le succès obtenu par M. Gautier mérite d'être signalé à l'attention des pays qui ont encore des landes à défricher. Quoique modeste, il peut être regardé comme un précieux exemple pour les domaines d'une moyenne étendue, et qui ont peu de capitaux à leur disposition. Il est la preuve la plus évidente de la vérité de ce précepte agricole : *Il faut demander au temps ce qu'on ne peut demander à l'argent!*

En conséquence, j'ai l'honneur de proposer de remercier M. Gautier d'avoir fait connaître ses intéressants travaux à la Société, et de vouloir bien faire insérer ce rapport au *Bulletin*.

Signé HEUZÉ, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 14 février 1873.

BIBLIOGRAPHIE.

RAPPORT *fait par* M. HOMBERG, *au nom du comité des arts économiques, sur un ouvrage intitulé* LES MONTAGNES, *présenté par* M. DUPAIGNE, *boulevard Mont-Parnasse*, 172, *à Paris.*

Messieurs, vous avez renvoyé à votre comité des arts économiques un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ouvrage intitulé *les Montagnes*, dont l'auteur, M. Dupaigne, ancien élève de l'École normale, agrégé des sciences physiques et naturelles, vous a fait hommage.

Cet ouvrage, édité et illustré avec un art tout exceptionnel, a surtout pour but d'inspirer aux jeunes gens le goût des voyages aux pays de montagnes et de les initier aux connaissances nécessaires pour rendre ces voyages intéressants et utiles.

L'auteur est, en effet, convaincu que de semblables voyages sont le complément de toute éducation libérale et une réaction nécessaire contre la mollesse qui envahit de nos jours la jeunesse française; mais, de plus, l'ouvrage de M. Dupaigne est un cours presque complet de géographie physique, de géodésie et de géologie. Il renferme des notions étendues sur la configuration du sol et sur sa constitution, ainsi que de justes appréciations sur l'étude de la géographie, la construction des cartes et la topographie. C'est sans doute, Messieurs, à ce point de vue que cet ouvrage a surtout fixé votre attention, et que vous avez cru devoir en soumettre l'examen à votre comité des arts économiques.

M. Dupaigne s'élève avec raison contre l'insuffisance des études géographiques dans notre pays, et il ne craint pas de nommer la géographie une science méconnue. Ainsi que beaucoup d'esprits élevés, c'est à l'ignorance de cette science qu'il attribue, en grande partie, les désastres immenses qui ont récemment frappé notre malheureuse patrie. Nous savons, en effet, que tous les officiers allemands connaissaient les moindres détails du sol qu'ils envahissaient et portaient dans leurs sacs des cartes détaillées, tandis que beaucoup dans nos armées n'avaient, sur la contrée dont la défense leur était confiée, que des notions incertaines ou infidèles, et en étaient réduits à ramasser sur leur route des cartes vulgaires et peu exactes qu'ils pouvaient à grand'peine se procurer.

C'est contre cette ignorance, qui nous a été si fatale, que M. Dupaigne a surtout voulu réagir dans son livre des montagnes. Il y cherche, avant tout, à inspirer le goût de la géographie, science peu aimée en France, parce qu'elle y est, dit-il, mal enseignée. Selon lui, la géographie, science d'observation, devrait prendre rang parmi les sciences physiques et naturelles, comme sa sœur, la géologie. En France, au contraire, la géographie n'a guère été regardée, jusqu'à présent, que comme un appendice de l'histoire.

Les deux parties fondamentales de cette science, la topographie et la physique du globe, ont été supprimées et remplacées par une longue nomen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

clature de mots souvent barbares, que les élèves ne rattachent à aucune idée, à aucun fait, et les cartes mises sous leurs yeux, sans explication, ne deviennent pour eux que des tableaux mnémoniques, où les noms à retenir sont disposés plus commodément que sur une liste.

De plus, par suite de la méthode d'enseignement, très-rationnelle d'ailleurs, adoptée en France pour l'étude de la géographie, la division des contrées par bassins, les cartes des atlas classiques, donnent, en général, des idées très-fausses de la configuration du sol. Au lieu d'y figurer les lignes de faîte, séparant les eaux qui forment les divers bassins des rivières, bassins dont la connaissance est, en effet, indispensable, par un simple trait bien apparent et de représenter, soit par des hachures, soit par les courbes de niveau, suivant les procédés si perfectionnés aujourd'hui de la topographie, les chaînes et les groupes de montagnes avec leurs masses largement étayées, leurs pentes inégales et leurs plateaux découpés; par une exagération déplorable du système des bassins, ces cartes se bornent à indiquer, par des bandes étroites de hachures à peu près égales, les lignes de faîte entre chaque bassin. Le plus souvent même, ces lignes de faîte, que les élèves confondent facilement avec les vraies chaînes de montagnes, sont placées à égale distance des fleuves, de telle sorte que ces cartes donnent les idées les plus fausses de la configuration réelle des contrées qu'elles représentent.

« Souvent, comme l'observe notre célèbre géographe Dussieux (*Géographie « générale*, p. 18), les faîtes, les séparations des eaux, ne sont que de faibles « ondulations; quelquefois même, sur un sol absolument plat, les bassins ne « sont séparés que par des ondulations à peine sensibles et qui ne se dis- « tinguent pas ou presque pas sur le terrain. Il en est ainsi dans presque « toute la Russie et la Pologne, au nord du lac de Constance, entre le « Rhin et le Danube, au nord du lac de Genève, entre le Rhin et le Rhône, « entre les bassins de la Vistule et de l'Oder, de l'Oder et de l'Elbe, de la « Seine et de la Loire. »

Si au moins sur les cartes des atlas qui servent, dans toutes nos écoles, à l'étude de la géographie, ces prétendues chaînes de montagnes indiquaient exactement la situation des lignes de faîte, c'est-à-dire la séparation des eaux affluentes aux fleuves ou rivières qui donnent leur nom aux bassins; mais, le plus souvent, elles sont tracées à égale distance de ces cours d'eau, sans tenir aucun compte de la configuration réelle du pays. Ainsi, entre la Seine et la Loire, la ligne de hachures figurant une chaîne de montagnes dans la plaine de la Beauce passe au milieu de cette plaine, là où le pays est plat et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus bas de 50 mètres que la plaine de Satory, près Versailles, où se trouve, en réalité, la ligne de faîte entre les deux bassins.

M. Dupaigne cite également les chaînes de montagnes indiquées sur ces cartes entre Bordeaux et la mer, de la pointe de Grave à Roquefort, celle du col des Rousses à Lausanne, le seul endroit plat de la Suisse.

A l'encontre, ces mêmes cartes classiques omettent toutes les chaînes et massifs de montagnes, quelle que soit leur importance, s'ils n'ont pas le privilége de former une ligne de séparation entre les eaux confluentes à deux bassins différents.

La véritable division du sol qui saute aux yeux cependant, remarque M. Dupaigne, lorsque l'on regarde une bonne carte physique, est celle-ci; pays de plaines et pays de collines, pays de plateaux et pays de montagnes.

Aussi appelle-t-il de tous ses vœux la réforme des cartes classiques de géographie. Il encourage les essais déjà tentés dans cette voie, et cite, avec les éloges qu'ils méritent, les beaux travaux des Cassini, Bardin, Pelet, etc.

Joignant l'exemple au précepte, l'auteur *des Montagnes* a enrichi cet ouvrage de cartes admirables dues aux artistes de la maison Erhard et qui, sous le rapport de la topographie, peuvent servir de modèle aux cartographes. Nous appelons votre attention, Messieurs, sur la carte orographique de France et pays voisins, page 77 du livre, et sur la carte géologique des mêmes contrées. Les teintes variées, sur la première, indiquent les diverses altitudes du sol, et sur la seconde, la nature des terrains qui le composent. Cinq autres plus petites cartes coloriées, dressées dans divers systèmes, mais toutes avec le même soin irréprochable, donnent de bons modèles à suivre pour les cartes devant servir à l'étude de la géographie, et sur lesquelles rien n'empêcherait de tracer par un simple trait bien apparent, soit par la forme, soit par la couleur, les lignes séparatives des bassins.

Dans l'ouvrage qu'il vous a offert, M. Dupaigne ne se borne pas à indiquer les réformes qu'il voudrait voir introduire dans l'étude de la géographie et dans les cartes servant à cette étude; tout son livre a pour but de faire aimer cette science, selon lui trop méconnue parmi nous. Lorsqu'en touriste enthousiaste il parle des excursions à travers les montagnes de la Suisse et des Pyrénées, lorsqu'en artiste et en savant il trace les scènes grandioses et décrit les phénomènes variés qui s'y rencontrent, enfin lorsqu'il cherche à donner à ses lecteurs des notions générales de géodésie, de géologie et d'histoire naturelle, son but est toujours d'inspirer le goût des voyages et de l'étude

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la géographie, et de rendre ces voyages et cette étude plus agréables et plus intéressants.

Son livre est donc destiné à prendre place surtout dans les bibliothèques des colléges et maisons d'éducation.

Dans une récente circulaire, M. le Ministre de l'instruction publique insiste sur l'utilité de faire beaucoup lire les élèves; pour cela, il faut des livres, et aucun n'est plus convenable à mettre entre leurs mains et à leur être donné en prix.

En publiant cet ouvrage, M. Albert Dupaigne a donc rendu un véritable service à l'enseignement et à la jeunesse, et votre comité vous propose, Messieurs, de le remercier de sa communication, d'insérer le présent rapport dans votre *Bulletin*, et d'inscrire l'ouvrage *les Montagnes* sur la liste des livres que vous distribuez annuellement aux contre-maîtres.

Signé HOMBERG, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 28 *février* 1873.

ART DES MINES.

DE L'EMPLOI DE L'AIR COMPRIMÉ POUR LE PERCEMENT DES GALERIES DE MINES (1).

On a fait, il y a peu de temps, à Éboulets, dans la houillère de Ronchamp (Haute-Saône), une application de l'air comprimé au transport de la force à grande distance pour le percement d'une galerie. Cette application à l'art des mines des procédés et appareils quelque peu modifiés qui ont été employés au tunnel du mont Cenis mérite d'être signalée.

Il s'agissait d'aller retrouver les couches exploitables au delà d'un dérangement considérable et, pour cela, il fallait ouvrir, à travers banc, dans un terrain très-dur, une galerie de 300 mètres de longueur, située à une profondeur de près de 500 mètres. Comme on avait estimé que, par les moyens

(1) Communication faite par M. Callon, membre du Conseil, dans la séance du 8 novembre 1872.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ordinaires, on ne pouvait avancer que de quelques mètres dans le terrain que l'on recoupait alors, cette galerie n'aurait donc pu être terminée que dans quatre à cinq ans; or les besoins de la production ne permettaient pas d'attendre un temps aussi long. L'important, en pareil cas, étant donc d'exécuter rapidement, sans se préoccuper de la question d'économie du travail, on se décida à recourir à l'emploi de l'air comprimé.

Les compresseurs ont été exécutés à Liége, à la grande usine de Seraing. Ils avaient été commandés, en 1870, avant la guerre, mais ils ne sont parvenus à la mine que longtemps après les événements et quand les moyens de transport furent réorganisés; c'est ainsi qu'ils n'ont pu commencer à fonctionner qu'en janvier 1872. Il restait alors 216 mètres de galerie à ouvrir, et l'exécution complète en a été terminée dans la première quinzaine du mois de mai suivant. Voici, mois par mois, le résultat du travail continué sans interruption :

	Avancement.	Jours.
Janvier.	30m	31
Février.	47	29
Mars.	60	31
Avril.	54	30
Mai.	25	14
Total.	216m	en 135 jours.

Ce résultat est intéressant; il montre qu'on a pu faire ainsi, en cent trente-cinq jours, un travail qui aurait duré un temps considérable par les procédés ordinaires. L'avancement a donc été, en moyenne, de 1m,60 par jour, et de 1m,80 si on exclut le mois de janvier, où les tâtonnements inhérents à une première installation ont dépensé beaucoup de temps; c'est donc un avancement de 54 mètres par mois, c'est-à-dire quatre fois et demie plus grand que celui qu'eût donné le travail à la main le plus actif; on a estimé, en effet, que le terrain, en moyenne, aurait permis à la main un avancement mensuel de 12 mètres. La galerie devait avoir 2m,20 de hauteur sur 2m,20 de large, section qui exigeait de vingt-huit à trente coups de mine.

La dépense a nécessairement été plus grande qu'elle ne l'eût été par les procédés ordinaires. Ainsi le mètre courant de galerie est revenu à 123 francs au lieu de 80 à 90 francs, soit une fois et demie plus cher; c'est là un sacrifice que la compagnie de Ronchamp n'a pas eu à regretter en présence du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résultat acquis et des avantages qui devaient en résulter pour la production. Quelques mots maintenant sur les appareils et sur l'installation.

Les compresseurs étaient mis en action par une ancienne machine à vapeur, qu'on avait réparée et remise en état pour cet objet. Ces appareils, au nombre de trois, fonctionnent conformément au dernier système adopté, c'est-à-dire au moyen d'un piston plongeur, agissant sur une masse d'eau intermédiaire qui, à son tour, aspire et refoule l'air dans le réservoir; on est arrivé ainsi aisément à le comprimer à la pression de cinq atmosphères, nécessaire pour la marche des appareils.

Un phénomène curieux à constater, c'est l'énergique puissance oxydante que l'eau acquiert en raison de la quantité d'oxygène qu'elle dissout, quantité qui est proportionnelle à la pression. En conséquence, il a fallu revêtir de cuivre ou exécuter en bronze les plongeurs et les tiges de piston, dont la destruction eût été rapide sans cette précaution.

La conduite d'air était formée par des tuyaux de 5 et de 8 centimètres de diamètre; elle avait une longueur de 800 mètres, dont 500 pour le puits, et 250 à 300 mètres se développant dans la mine jusqu'au front de la galerie.

Les perforateurs, d'un système analogue à ceux que M. Sommelier a employés, ont été beaucoup simplifiés de manière à être rendus plus maniables; c'est ainsi qu'on avait supprimé l'avance automatique, et qu'ils pouvaient alors être déplacés et manœuvrés à la main. Il y avait huit appareils de ce genre, dont quatre étaient en activité, tandis que les quatre autres étaient à l'atelier, constamment occupé à les réparer. Ces appareils, ainsi modifiés, ont été imaginés par MM. François et Dubois, ingénieurs de Seraing, et exécutés par M. Durenne, de Courbevoie, acquéreur du brevet en France.

Les dépenses de premier établissement ont été celles-ci :

Réparation et réfection à une ancienne machine à vapeur et à ses chaudières.	7 126f,30
Compresseurs.	18 576,00
Réservoirs d'air.	5 181,30
Conduites d'air de 0m,08 et 0m,05.	10 823,60
Huit perforateurs.	13 000,00
Affût et accessoires.	4 920,00
Tuyaux en caoutchouc.	319,50
Outils et acier pour les perforateurs.	3 560,00
Divers, frais de voyage, etc.	6 792,50
Total.	70 299f,20

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bien que ce chiffre représente la partie la plus importante de la dépense totale des travaux, il n'y a pas lieu d'en tenir autrement compte dans l'évaluation du prix de revient, parce que l'installation des machines a été faite de manière qu'elles puissent être employées pour l'exploitation après la rencontre du charbon. En effet, par suite du dérangement des terrains, la nouvelle galerie prendra les couches à exploiter par la tête, si bien qu'il faudrait foncer un puits nouveau ou approfondir le puits actuel et faire des travaux considérables pour continuer l'exploitation. L'emploi de l'air comprimé doit permettre de simplifier beaucoup la question : le passage du charbon se fera par la galerie nouvellement ouverte; des treuils pour le remonter le long d'un plan incliné seront mis en jeu par ce genre de moteur, dont l'emploi, en définitive, procurera une économie très-notable. L'air injecté dans la mine ne pourra, d'ailleurs, que contribuer à y entretenir la ventilation. Il servira en même temps à rafraîchir les chantiers d'exploitation, parce qu'en se dilatant il reprend la chaleur dégagée pendant la compression, en sorte qu'il faudra probablement prendre quelques précautions pour se garantir de l'excès de ce refroidissement.

L'air comprimé est maintenant employé dans plusieurs pays : la Belgique et l'Angleterre en font usage, et l'exemple qu'on vient de rapporter fait voir que la France n'a pas été une des dernières à en tirer parti, non pas pour un travail temporaire seulement, mais pour l'exploitation régulière d'une mine, dans un cas particulier, où il eût été difficile, sans cet agent, d'organiser un travail régulier et économique (1).

L'installation dont il vient d'être parlé a été étudiée par M. Mathey, ingénieur principal de la Société de Ronchamp, et l'exécution du travail s'est poursuivie sous la direction spéciale de M. Elliot, sous-ingénieur.

LÉGENDE DU PERFORATEUR MÉCANIQUE, SYSTÈME DUBOIS ET FRANÇOIS, REPRÉSENTÉ PLANCHE 494.

Le perforateur de MM. Dubois et François n'étant qu'une simplification du perforateur Sommelier, nous renvoyons le lecteur à la description détaillée que M. Baude a

(1) D'autres mines, et entre autres celles de Blanzy (Saône-et-Loire), ont déjà suivi l'exemple de Ronchamp.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donnée de ce dernier dans la note qu'il a rédigée, il y a quelques années, sur le tunnel du mont Cenis (1).

Fig. 1. Section longitudinale de l'appareil suivant l'axe du cylindre.

Fig. 2. Vue de profil.

Fig. 3. Vue en plan.

Fig. 4. Section transversale suivant la ligne I, II de la figure 3.

Fig. 5. Vue de bout du côté du point d'attache.

Fig. 6 et 7. Élévations, dans deux plans perpendiculaires, de l'outil perforateur ou fleuret et de l'extrémité de la tige du piston à laquelle il est fixé.

A, A, longerons parallèles en fer plat.

B, traverse reliant à l'extrémité d'arrière les longerons A, A.

C, boulon placé près de la traverse B, et servant à assujettir l'ensemble au bâti porteur de l'appareil.

D, pièce en fonte reliant en tête les longerons A, A, et servant de guide au prolongement du piston et, par suite, au fleuret.

E, vis en acier servant à faire mouvoir, en avant ou en arrière, tout le système moteur, ainsi que le fleuret.

F, écrou en bronze dans lequel se meut la vis E, et faisant corps avec le cylindre moteur.

G, petit volant à manivelle commandant la vis E.

H, roue et pignon d'angle transmettant à la vis E le mouvement du volant G.

I, cylindre moteur.

J, piston propulseur se mouvant dans le cylindre I.

K, boîte de distribution d'air.

L, soupape régulatrice, s'ouvrant du dehors en dedans, pour rétablir l'équilibre sur les deux faces des petits pistons de distribution et permettre le mouvement en sens inverse du tiroir.

M, levier courbe provoquant l'ouverture de la soupape L.

N, heurtoir commandant la manœuvre du levier M.

O, fleuret assemblé par des clavettes à l'extrémité renflée de la tige du piston J (fig. 6 et 7).

P, P′, cames servant à produire le mouvement de rotation du fleuret.

Q, Q′, petits pistons soulevant les cames P, P′.

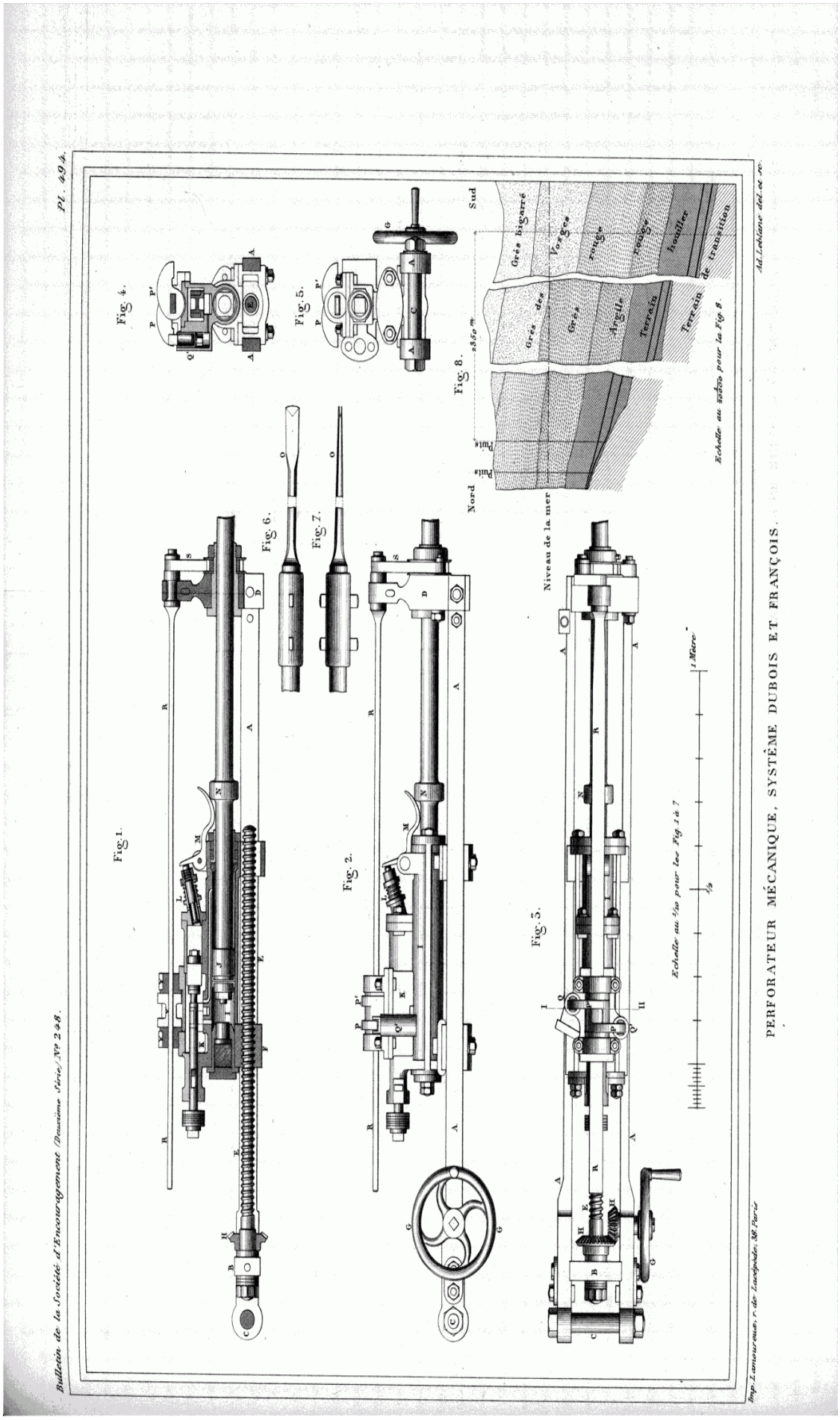
R, tringle commandée par les cames P, P′, qui lui impriment un mouvement oscillatoire.

S, rochet et contre-rochet transmettant au fleuret O le mouvement oscillatoire de la tringle R, et le transformant en mouvement rotatif continu.

---

(1) Voy. *Bulletin* de 1863, 2e série, t. X, p. 109.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 8 est une coupe géologique partielle des terrains de Ronchamp, montrant le dérangement des couches de houille.

(M.)

ARTS CHIMIQUES.

SUR QUELQUES PROCÉDÉS NOUVEAUX EMPLOYÉS POUR OBTENIR LA REPRODUCTION DE DESSINS, PAR M. RENAULT, PROFESSEUR A L'ÉCOLE DE CLUNY.

Lorsqu'on dirige un jet d'hydrogène ordinaire sur une feuille de papier ou sur un tissu imprégné d'un sel oxydé d'argent, tel que phosphate, azotate, arsénite, sulfate, sulfite, carbonate, acétate, oxalate, etc., l'argent est altéré et le papier noircit instantanément. Ces effets, qui ne se produisent point avec l'hydrogène préparé au moyen de l'électrolyse ou purifié absolument, se manifestent quand le gaz qu'on essaye de purifier renferme encore trace de matières étrangères.

Des caractères invisibles ou presque invisibles, tracés avec l'un des sels précédents, apparaissent subitement sous l'action de ce gaz quelque peu qu'il soit impur.

Le papier imprégné de chlorure, bromure, iodure, cyanure, sulfocyanure d'argent ne noircit pas par l'hydrogène, s'il est bien exempt de sel oxydé.

Si, au moyen d'une encre renfermant un chlorure ou un autre sel haloïde soluble, on trace ou on imprime un dessin sur un papier imprégné d'azotate d'argent et légèrement paraffiné (1) et si l'on soumet ce papier à l'action réductrice de l'hydrogène, il noircira dans toute son étendue, sauf aux points où l'encre a formé un sel irréductible; le dessin resté blanc se détachera alors sur le fond devenu noir.

L'azotate d'argent additionné d'azotate de l'oxyde de mercure ou bien d'azotate de peroxyde de fer, l'arsénite d'argent et de mercure (2), rendent le

(1) La paraffine empêche l'écartement du trait, dans le cas où l'on se sert d'un papier ou d'un tissu non collé. Pour le papier Berzélius ordinaire, on peut se servir d'une dissolution formée de :

Essence de pétrole. . . .	100
Paraffine.	2

(2) La dissolution d'argent peut être au 1/10 ou au 1/20, suivant l'épaisseur du papier et le sel qui lui est associé en proportion équivalente.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

papier imperméable à l'hydrogène, il devient en même temps inaltérable à la lumière s'il ne renferme pas de chlorures.

Quant aux traits du dessin, qui sont formés d'un sel d'argent, chlorure, bromure, etc., irréductible, dans les conditions de l'expérience, ils laissent passer les gaz avec facilité ; cette propriété permet d'obtenir un certain nombre d'épreuves du même dessin.

Si l'on place, en effet, une feuille de papier sensibilisé sous le dessin primitif, dont les traits doivent avoir traversé l'épaisseur du papier, on obtiendra sa reproduction exacte en dirigeant perpendiculairement à sa surface un jet d'hydrogène ; ce gaz, ne passant qu'à travers les traits, réduit les points correspondants de la deuxième feuille, et l'on a en noir une épreuve directe du tracé primitif que l'on peut fixer et virer en modifiant, s'il y a lieu, les procédés ordinaires en les adaptant au sel oxydé d'argent qui a servi à sensibiliser la feuille de papier.

A l'hydrogène on peut substituer avantageusement l'azote et l'acide carbonique qui ont traversé préalablement un tube renfermant des fragments de phosphore, ces gaz acquièrent, de plus, la propriété de noircir les sels de mercure et de cuivre, j'ai obtenu des épreuves sur papier imprégné de carbonate ou d'acétate de cuivre.

La quantité de phosphore entraînée par ces gaz est très-petite. Dans une première série d'expériences en dosant le phosphore à l'aide d'un procédé volumétrique très-sensible, j'ai trouvé qu'aux températures de 4, 15 et 17 degrés 10 litres de gaz acide carbonique renfermaient $0^{ms},8$, $1^{ms},1$ et $1^{ms},2$ phosphore. On peut déduire de ces nombres les tensions de vapeur du phosphore aux températures indiquées, je reviendrai, du reste, sur cette question.

L'hydrogène se charge également de vapeurs de phosphore, mais en quantité un peu plus grande aux mêmes températures ; son action sur les sels d'argent est plus énergique que celle des autres gaz. La vaporisation du phosphore dans l'hydrogène est plus rapide que dans l'acide carbonique ; dans les mêmes conditions de température et de pression un volume d'hydrogène se sature trois fois plus vite environ que le même volume d'acide carbonique. Les expériences faites sur l'acide carbonique, l'azote et l'hydrogène montrent que la densité du gaz influe sur la vitesse de vaporisation de ce corps, les gaz les plus lourds étant ceux qui retardent le plus la formation des vapeurs.

Si les gaz sont complétement exempts d'oxygène, le phosphore qui émet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des vapeurs n'est pas lumineux dans l'obscurité. Ainsi l'hydrogène purifié même avec le plus grand soin rend, en général, ce corps phosphorescent; mais, si l'appareil de dégagement et ceux qui sont destinés à le purifier sont *complétement* plongés dans de l'eau privée d'air, le phosphore reste obscur dans un courant de ce gaz. Si l'on emploie des tubes de caoutchouc, ils doivent être aussi entièrement plongés dans l'eau. On peut encore, au moyen d'un long tube de verre renfermant un fil tendu suivant sa longueur et imprégné d'acétate de cuivre, constater le même phénomène; en effet, si on le fume à la lampe après y avoir introduit un fragment de phosphore et de l'hydrogène pur, le phosphore, d'abord lumineux, cessera bientôt de l'être, quoique émettant des vapeurs dont on peut suivre le développement graduel par le changement de couleur que subit le fil imprégné de sel de cuivre. Le même phénomène se passe encore dans un tube plein d'acide carbonique.

Les nombres cités plus haut montrent la faible quantité de phosphore nécessaire pour communiquer à un gaz inerte, tel que l'acide carbonique, la propriété de réduire les dissolutions de sels métalliques de cuivre et d'argent, aussi peut-on mettre à profit cette puissance réductrice de différentes manières; une allumette, par exemple, que l'on promènera sur une feuille de papier imbibée d'azotate d'argent et de mercure, laissera derrière elle un trait noir indélébile d'argent et de phosphure d'argent, c'est un crayon d'un nouveau genre. Un dessin tracé à l'encre grasse renfermant en dissolution un peu de phosphore pourra être reproduit un assez grand nombre de fois par simple contact avec une feuille de papier sensibilisé, la réduction est instantanée.

Il est évident que l'on peut, dans un dessin tracé ou imprimé, substituer au phosphore un autre réducteur qui agira sur le papier ou l'étoffe imprégné de sels d'argent d'une façon analogue. En effet, si, sur un dessin fait avec une encre grasse et qui reste collante, on passe une poudre métallique (bronze du commerce), cette poudre, n'adhérant que sur les traits du dessin, pourra, par simple contact avec du papier sensibilisé, le reproduire avec toute l'exactitude désirable; c'est une planche qui conserve son activité tant qu'il reste suffisamment de poudre métallique sur les traits, et qui garde, si l'encre n'est pas trop siccative, la propriété de reprendre du bronze pendant assez longtemps.

On peut, avec la plus grande facilité, sur papier imprégné de résine et de paraffine, dès lors transparent, prendre le calque des dessins les plus délicats et en faire des reproductions nombreuses et fidèles, soit en se servant du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

calque lui-même métallisé, soit en le transportant par simple application sur une feuille de papier paraffiné, qui peut servir de planche à son tour.

J'ai obtenu la reproduction, *par impression,* de photographies, en substituant à la poudre de charbon, dans le procédé Poitevin, du bronze impalpable.

Si l'on fait usage, comme bronze réducteur, du bronze blanc, ce dernier renfermant du zinc et de l'étain au lieu de sels d'argent, on peut employer des sels de bismuth pour sensibiliser le papier.

Je terminerai en indiquant un autre procédé, pour obtenir la reproduction de dessins, basé sur l'action réductrice de la lumière sur le chlorure et bromure d'argent.

Si, sur du papier sensibilisé avec l'azotate double d'argent et de mercure, par conséquent inaltérable à la lumière, on applique un dessin fait avec une encre renfermant un chlorure et un bromure solubles, une planche mouillée avec une dissolution des mêmes genres de sel, etc., etc., le contact déterminera aux points correspondants la formation d'une petite quantité d'un sel haloïde d'argent, de sorte que le papier sensibilisé exposé à la lumière noircira dans les points renfermant le sel altérable. On peut faire apparaître l'image, soit à la lumière diffuse, soit à la lumière solaire, soit encore à celle produite par une petite lampe à sulfure de carbone (1). La quantité de chlorure ou bromure nécessaire pour fournir une épreuve parfaitement visible sur la feuille sensibilisée est tellement faible, que des végétaux silicifiés, sciés et polis, comme l'agate, plongés quelques instants dans une dissolution de bromhydrate d'ammoniaque et parfaitement essuyés, ont pu donner, après quelque temps d'application sur le papier sensibilisé et exposition à la lumière, des épreuves d'une finesse admirable; je ne connais pas de procédé d'impression pouvant donner une délicatesse de trait et une finesse de détails comparables.

---

(1) L'image qui commence à apparaître peut être développée comme un négatif de photographie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ART DES MINES.

NOTES DE VOYAGE EN GALICIE. — LES GRANDES SALINES DE POLOGNE; LES GISEMENTS DE GYPSE, DE SOUFRE ET DE PÉTROLE, PAR M. ÉMILE HEURTEAU,

Ingénieur au corps des mines (*Suite et fin*) (1).

II.

Galicie orientale.

BORYSLAW. — STEBNIK. — KALUCZ.

Pour nous rendre de Cracovie au groupe des salines de la Galicie orientale, nous avons à traverser le pays du pétrole.

La chaîne des Carpathes forme un long circuit convexe, qui s'étend de l'ouest à l'est, puis du nord-ouest au sud-est, depuis les frontières de Silésie jusqu'aux massifs de la Transylvanie. Toute cette chaîne est formée par une succession de couches parallèles, très-inclinées et plongeant au sud, dirigées du nord-ouest au sud-est, et composées d'alternances de grès, de marnes et d'argiles feuilletées appartenant à la période éocène, dont l'ensemble est désigné sous la dénomination de *grès des Carpathes*. Au nord et au nord-est, ces assises, presque verticales, viennent se dresser au-dessus de la plaine miocène de Galicie; au pied de leurs derniers escarpements, la plaine est bordée par la formation salifère.

C'est au milieu des grès des Carpathes, au centre de la Galicie, entre Cracovie et le groupe des salines que nous avons encore à parcourir, que s'est développée, dans ces dernières années, l'industrie du pétrole. Nous avons récemment décrit avec détail, dans les *Annales des mines,* l'exploitation du pétrole dans ces contrées, et étudié la nature et le caractère de ces gisements ; ce n'est pas ici le lieu de reprendre cette description ; mais il y a, entre l'étude des sources de pétrole et celle des sources salines et des gisements salins, des relations si étroites, qu'il nous paraît cependant utile d'en résumer ici les points les plus importants. D'ailleurs, si dans la plupart des centres d'exploitation on a rencontré le pétrole au milieu même de la chaîne des Carpathes, et, par conséquent, en dehors de la région des salines dont nous avons à nous occuper ici, il est au moins un point et un des plus importants, Boryslaw, où l'on a rencontré le pétrole en abondance au milieu même des argiles salifères, au pied des

(1) Voir cahier de mars 1873, p. 128.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Carpathes, et c'est en étudiant ce centre d'exploitation que nous pourrons saisir la relation étroite qui existe entre les gisements de pétrole et les dépôts salins.

L'industrie du pétrole en Galicie date de 1860. Ce fut à Balivka, entre Krasno et Dakla, sur la rive gauche de la Jasalka, qu'elle prit naissance. De temps immémorial, les paysans connaissaient l'existence des matières grasses qui imprégnaient le sol en un grand nombre de points, s'accumulaient entre les bancs de grès, filtraient entre les joints des pierres dans le lit des ruisseaux et formaient une pellicule huileuse à la surface des eaux stagnantes. Les paysans recueillaient ces matières pour graisser les essieux en bois de leurs voitures grossières, ou les faisaient flamber à la surface des étangs en guise de feux de joie les jours de fête. Ce ne fut qu'en 1860 que M. Sukasiewitch, propriétaire actuel des exploitations de Balivka, ayant entendu parler des gisements de pétrole nouvellement découverts en Amérique, eut l'idée de distiller dans son officine de pharmacien, à Jaslow, ces matières grasses recueillies à la surface, y constata la présence du pétrole et entreprit des travaux de recherches qui, poursuivis avec persévérance au prix de longs et pénibles tâtonnements, lui ont permis de fonder à Balivka une industrie aujourd'hui florissante, produisant régulièrement une quantité considérable de pétrole, pour une valeur annuelle de 300 000 francs.

Depuis le succès de cette première entreprise, de nombreux centres d'exploitation ont été créés dans toute la région montagneuse qui s'étend au nord de la frontière hongroise, sur un développement de 300 kilomètres, entre New-Sandec à l'ouest et Diahalicz à l'est. L'exploitation s'est principalement développée, dans les environs de New-Sandec, à Passadowa, Librantava, Wielagani, Klenzany, Pizarzawa; dans le district de Krasno, à Balivka, à Honicz, près des sources minérales du même nom, à Rapianka; plus à l'est, près de Sanck, à Pisazowce, Plowce, Krascienska. Nous nous bornerons ici à résumer brièvement les principaux caractères de ces exploitations, renvoyant le lecteur, pour de plus amples détails, à notre mémoire des *Annales des mines*.

Les puits qui fournissent le pétrole sont de simples trous de sonde, dont la profondeur ne dépasse pas généralement 100 mètres. Le plus souvent, on a foncé, à partir de la surface, un puits de section carrée et de 2 mètres de côté, et on a continué ainsi pendant 20 ou 25 mètres, jusqu'à ce que l'on ait rencontré les grès durs; à ce moment on arrête le fonçage du puits, et on commence à sonder au trépan. L'installation du sondage est généralement fort imparfaite. Les tiges de section carrée, assemblées à leurs extrémités par un pas de vis, sans adjonction d'un appareil à chute libre, sont manœuvrées au moyen d'un câble qui, passant sur une poulie soutenue par un chevalement fort simple, vient s'enrouler sur un treuil.

On commence généralement le trou de sonde sur $0^m,40$ de diamètre, mais l'imperfection des appareils force à changer souvent le diamètre des tubes, et on arrive promptement à un diamètre de $0^m,08$, auquel on est forcé de s'arrêter; la profondeur des sondages est ainsi limitée, et n'a guère dépassé 100 mètres. Lorsque le sondage a atteint

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le niveau du pétrole, on voit d'abord se dégager, au milieu de l'eau qui remplit le puits, une grande quantité de gaz carbonique mélangé d'hydrogène carboné; puis le pétrole lui-même vient nager à la surface; on installe alors les pompes et on puise d'abord l'eau qui remplit le puits, puis un mélange d'eau et de pétrole qui se classent par ordre de densité dans des réservoirs et que l'on sépare par décantation. A partir de ce moment, on continue à puiser le pétrole régulièrement plusieurs fois par jour et en quantité très-variable suivant la richesse du puits. Le rendement journalier de chaque puits s'élève souvent à 300 et 600 kilog. de pétrole; dans certains puits exceptionnellement riches il a atteint 3000 et jusqu'à 6000 kilog. Plus généralement, la production journalière d'un puits est de 80 à 100 kilog.; ce rendement diminue, d'ailleurs, rapidement.

Très-productifs au début, les puits s'épuisent et deviennent bientôt complétement stériles; presque partout on a reconnu qu'en approfondissant alors le puits on rencontre un second niveau de pétrole, et on obtient ainsi une seconde période de rendement. Pendant la durée de l'activité d'un puits, le pétrole s'y comporte à la façon des sources dont le débit varie avec la pression et, en épuisant le pétrole, on active l'affluence du liquide; si, pendant quelques jours, on a interrompu le jeu des pompes, le pétrole cesse d'affluer, comme si les canaux souterrains, par lesquels il sourd, s'étaient obstrués pendant cette période de repos, et ce n'est qu'en pompant de nouveau pendant plusieurs jours que l'on parvient à faire reprendre au puits son rendement normal.

Un fait essentiel à noter est la présence de l'eau salée qui accompagne presque toujours le pétrole. De plus, en un grand nombre de points, on a rencontré des sources abondantes d'eau minérale carbonique et iodurée se mélangeant avec le pétrole. A Ivonicz, en particulier, le pétrole se trouve associé à des sources qui alimentent un établissement thermal très-fréquenté; ces sources sont au nombre de quatre : les deux premières sont salées, alcalines, riches en brome et en soude, très-chargées en acide carbonique; la troisième est une source salée ferrugineuse; la quatrième est sulfureuse, chargée de carbonates, de sulfites et d'hyposulfites alcalins. Ces quatre sources contiennent des quantités très-sensibles de gaz hydrocarburés; mais ces gaz sont particulièrement abondants à 200 mètres environ de l'établissement thermal, dans un espace marécageux d'où l'on voit les gaz combustibles se dégager en grande abondance, pour peu qu'on agite un peu la vase. Ce phénomène, connu depuis longtemps, a été utilisé pour le traitement des baigneurs, en dirigeant les gaz qui se dégagent de ce point vers une salle d'inhalation où les malades viennent respirer l'air chargé de gaz hydrocarburés. A quelque distance de là, enfin, se trouve une source déjà célèbre dès le XIVe siècle dans le pays, sous le nom de *la Bredouilleuse*. D'un réservoir plein d'eau se dégage en bouillonnant un courant rapide d'hydrogène carburé, qui traverse l'eau en grosses bulles et que l'on peut allumer à la surface, de manière à former un panache de feu que l'on a peine à éteindre. Ce dégagement spontané et abondant de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

carbures d'hydrogène a naturellement engagé à entreprendre des sondages en ce point. Sans avoir réussi, sous le rapport de l'exploitation industrielle, ces sondages, mal conduits dirigés sans méthode, n'en ont pas moins permis de reconnaître la présence du pétrole en grande quantité. On a pu constater alors la relation étroite qui existe entre les gisements de pétrole et les sources minérales, l'expérience ayant montré qu'en épuisant le pétrole et l'eau carbonique qui l'accompagne on dimiuuait immédiatement le débit des sources. Nous avons cru devoir insister tout particulièrement sur ces faits qui ont, au point de vue théorique, une importance capitale.

Nous avons décrit un puits à pétrole. Le nombre de ces puits, en Galicie, est infini; mais ils sont loin d'avoir tous donné les mêmes résultats. Depuis dix ans, le succès prodigieux de quelques exploitations de pétrole a frappé l'imagination de tous les propriétaires du pays; bien peu ont échappé à cette fièvre. Partout où à la surface du sol apparaissaient des traces de pétrole, des puits ont été foncés; mais ces travaux entrepris au hasard et sans idée d'ensemble, poursuivis sans décision, parfois enfin abandonnés capricieusement au moment où le succès était proche, n'ont souvent eu d'autre resultat que de gaspiller en détail et sans effet utile des efforts qui auraient probablement réussi s'ils avaient été dirigés avec méthode.

Seule, la compagnie anglaise établie à Kroscienko, entre Sanok et Drohobicz, a cherché à s'affranchir de ces tâtonnements; au lieu de creuser çà et là, comme le font les propriétaires du pays, un grand nombre de puits que l'on abandonne à la première difficulté ou dont on arrête le fonçage dès que l'on a rencontré une nappe de pétrole, les ingénieurs anglais se sont proposé de traverser, par des sondages, tout le terrain tertiaire, d'étudier ainsi complétement le sous-sol, et de rechercher les réservoirs intérieurs où, dans leur conviction, le pétrole doit se trouver en abondance, et d'où il filtre à travers les couches pour venir sourdre à la surface. Les sondages sont bien outillés, et, quoique n'ayant pas atteint une grande profondeur, ils avaient déjà donné, en 1869, des résultats intéressants, entre autres le seul fait de source jaillissante de pétrole qui se fût encore produit en Galicie : on était à 99 mètres de profondeur, au milieu d'alternances de sables, de grès et de marnes argileuses, quand tout à coup les derniers tubes posés furent soulevés jusqu'à la surface, et le pétrole, jaillissant au dehors, se répandit avec une telle abondance que l'on eut peine à le recueillir. Le pétrole jaillit ainsi pendant huit jours, avec des intervalles de repos pendant lesquels le puits était parfaitement sec et ne donnait ni eau ni pétrole; au bout de ces huit jours le pétrole cessa de jaillir à la surface, mais il continua, depuis lors, d'affluer régulièrement et en petite quantité dans le puits.

En présence de l'incohérence de tous les travaux de recherche et d'exploitation du pétrole entrepris dans cette région, on comprend qu'il soit difficile de dégager de ce chaos des notions précises sur les caractères de ces gisements et sur les lois qui président à leur répartition. Cependant un caractère est commun à tous les centres d'exploitation; en chacun d'eux on peut constater que les puits qui rencontrent le pétrole

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont étroitement groupés sur un très-petit nombre de lignes toutes parallèles entre elles et peu distantes l'une de l'autre.

L'importance de ces directions est capitale ; il s'en faut de beaucoup, sans doute, que tous les puits foncés sur ces alignements aient donné des résultats analogues, et on se trouve souvent en présence d'étranges anomalies ; souvent, l'on a deux puits foncés à quelques mètres l'un de l'autre, dont l'un fournit abondamment le pétrole, tandis que l'autre n'en a jamais rencontré que des traces, ou bien encore qui tous les deux produisent le pétrole sans que le débit de l'un réagisse sur le débit de l'autre ; mais, si en se plaçant sur ces directions on est encore exposé à bien des déceptions, du moins on peut, presque partout, affirmer à coup sûr que, en sortant de quelques mètres en dehors de ces lignes riches, on cessera de rencontrer le pétrole.

Dans presque tous les centres d'exploitation ces directions sont à peu près les mêmes ; elles oscillent entre nord 110° est et nord 125° est, et sont parallèles à la direction générale des lignes de faîte de la chaîne. L'étude du sous-sol laisse facilement apercevoir que ces directions correspondent à des lignes de plissement des couches, que les puits riches en pétrole sont alignés sur la crête même du plissement, ou au moins parallèlement à cette crête, et que, par conséquent, ils correspondent à des lignes de fracture produites par la flexion des couches. On ne saurait trop insister sur ce double caractère général commun à tous les centres d'exploitation : 1° alignement des puits riches sur une ou plusieurs lignes parallèles entre elles ; 2° coïncidence de ces lignes avec des plans de fracture des couches. Si on cherche à prolonger ces directions et à suivre ces lignes de fracture, on continue à voir sur leur prolongement se manifester la présence du pétrole et souvent on rencontre de nouveaux centres d'exploitation.

Ce n'est pas tout : outre ces alignements locaux, auxquels sont subordonnés les puits riches dans chacun des groupes d'exploitation, ces groupes eux-mêmes sont alignés entre eux d'une manière remarquable, de telle sorte qu'en tous les points où afflue le pétrole deux conditions indépendantes l'une de l'autre et également nécessaires doivent se trouver simultanément remplies : 1° existence de fissures des couches superficielles, permettant au pétrole, soit accumulé dans des réservoirs intérieurs, soit produit par des émanations actuelles, de s'élever jusqu'à la surface ; 2° alignement sur une des directions suivant lesquelles ces émanations se sont produites aux époques antérieures, ou se produisent actuellement.

Il est, en effet, facile de constater que tous les centres d'exploitation sont disposés sur deux lignes parallèles entre elles et dirigées suivant nord 105° est. L'une de ces lignes passe par toutes les exploitations du district de New-Sandec, par Ropienka et par Staposiany ; l'autre, située un peu au nord de la première, passe par Bolivka, Ivonicz, Plowcé, Kroscienska. Suivons cette dernière ligne dans la direction de l'est, en traversant toute la chaîne jusqu'à la plaine ; au pied des derniers escarpements des Car-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pathes nous rencontrerons Boryslaw, la capitale de l'industrie du pétrole en Galicie, dont nous allons maintenant parler avec quelque détail.

Boryslaw.

Boryslaw est situé à 12 kilomètres au sud-ouest de Drohobicz, au pied des derniers relèvements Carpathiques, au bord de la plaine miocène à laquelle appartiennent les dépôts salins. On y rencontre, en même temps que le pétrole, une substance nouvelle, l'*ozokérite*, ou cire minérale, substance jaune, onctueuse, se pétrissant sous les doigts, qui contient jusqu'à 25 pour 100 de paraffine pure. La production annuelle de Boryslaw représente, tant en pétrole qu'en ozokérite, une valeur de plus de 8 millions.

Nous avons décrit ailleurs avec détail l'aspect étrange de Boryslaw, de cette Californie en miniature, où, sur un espace de 250 hectares, se pressent côte à côte 12 000 puits, distants entre eux de quelques mètres, appartenant à 4 000 ou 5 000 propriétaires différents, et dont plus du tiers est à la fois en activité. Nous avons montré, campant sur l'orifice même des puits, dans de misérables huttes en bois, veillant nuit et jour sur ses richesses pour les défendre contre la rapine et le vol, toute une population de juifs sordides en proie à la fièvre du pétrole. Nous n'avons à refaire ici l'histoire ni des revirements subits de fortune qu'entraînent les hasards d'une recherche passionnée, ni des gains prodigieux réalisés en quelques semaines, ni des fraudes et des vols qui engendrent, au milieu de cette population sauvage, des querelles qu'on ne termine qu'à coups de couteau. Lorsque nous quittâmes Boryslaw, l'agent résidant du Gouvernement autrichien nous fit accompagner par un gendarme, qui nous suivit le fusil au bras pendant toute notre visite ; et c'est dans cet état d'anarchie indescriptible que l'on extrait, chaque année, le pétrole et l'ozokérite pour une valeur de 8 millions !

Il est difficile, au milieu de ce chaos, de réunir sur la nature de ce gisement et sur les conditions de son exploitation des notions précises. Chaque propriétaire exploite, au hasard et sans méthode, sur les quelques mètres carrés de terrain qu'il possède, le pétrole et l'ozokérite qu'il rencontre. Lui demander des renseignements sur la nature et la position des couches qu'il traverse serait chose tout à fait inutile ; quand on le questionne, il n'a qu'une idée, c'est de voir en vous un acheteur possible qu'il a intérêt à tromper.

On peut cependant dire d'une manière générale qu'en fonçant les puits on trouve successivement, à partir de la surface, d'abord des alluvions formées d'argiles jaunes reposant sur un lit de gravier, puis, à une profondeur de 10 à 20 mètres, des argiles plastiques et des alternances de grès et de schistes bleus plus ou moins imprégnés de pétrole. L'allure de ces couches n'est rien moins que régulière, elles sont complète-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment brisées et bouleversées, leur inclinaison varie de l'horizontale à la verticale et leur plongement du nord au sud. C'est au milieu de ces couches brisées que l'on rencontre soit le pétrole, soit l'ozokérite, souvent aussi les deux ensemble. Le pétrole imprègne les grès ou plutôt suinte au contact des grès et des schistes; quant à l'ozokérite, on la rencontre, soit en feuillets minces comme du papier remplissant les fentes des couches, soit en veines minces entre les bancs de grès, soit, enfin, sous forme de couches de quelques pouces et quelquefois d'un pied d'épaisseur, qui, avec des directions et des inclinaisons très-irrégulières, sillonnent une masse marneuse foncée, tout à fait analogue à l'*haselgebirge* dans laquelle se trouve le sel à Wieliska. Le gypse et le sel accompagnent presque constamment l'ozokérite sous la forme de cristaux très-nets et souvent de grandes dimensions, empâtés dans la cire plastique. Enfin, dans un grand nombre de puits on rencontre la roche de sel gemme en grandes masses.

Pour extraire le pétrole et l'ozokérite les exploitants de Boryslaw se contentent, en général, de creuser des puits formés d'abord d'une partie à section circulaire de 3 mètres de diamètre, qui se prolonge jusqu'au niveau de l'eau à 14 ou 15 mètres de profondeur. Au milieu de cette cuve circulaire, on construit une colonne formée de cadres en bois jointifs, de section carrée sur $1^{m},30$ de côté, et on remplit de glaise l'espace libre entre cette colonne centrale et le puits circulaire. On continue ensuite le fonçage sur cette section carrée de $1^{m},30$ de diamètre, en garnissant avec des cadres en bois jointifs. On approfondit le puits en rencontrant ordinairement sur son passage une ou plusieurs couches d'ozokérite, jusqu'à ce que l'eau ou les gaz asphyxiants empêchent de continuer. On épuise alors l'eau et le pétrole, puis, remontant dans le puits, on enlève successivement et de haut en bas les différentes veines d'ozokérite au moyen de galeries coffrées. Le fonçage coûte de 7 à 8 francs le mètre courant dans la première partie circulaire, au milieu des alluvions, et jusqu'à 18 et 20 francs dans les schistes, non compris l'épuisement des eaux. Dans les galeries, on paye 18 à 25 fr. le mètre courant d'avancement. Les ouvriers du fond gagnent $1^{f},50$ à $2^{f},50$ par journée, ceux du jour $1^{f},20$. A l'orifice du puits est installé un treuil au moyen duquel on remonte la cire minérale et les ouvriers; ceux-ci travaillent au fond, attachés à une corde de sûreté pour pouvoir être remontés en cas d'accident. L'aérage se fait d'une manière très-insuffisante par de petits ventilateurs à main, ordinairement manœuvrés par des femmes.

Les puits sont, en général, dans un état de dislocation dont il serait difficile de donner une idée; l'ozokérite en couche semi-fluide y fait souvent irruption, en brisant les cadres et en provoquant des éboulements; parfois même on l'a vue soulever les ouvriers qui travaillaient au fond du puits et les ramener au jour en s'épanchant à la surface. Dans ces conditions déplorables, le nombre des accidents est nécessairement très-élevé. Sur 10 000 ouvriers qui travaillent à Boryslaw, 2 000 sont employés aux travaux du fond; on compte jusqu'à 200 ou 300 accidents, presque tous mortels, dus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à des asphyxies, explosions et éboulements ; encore ce chiffre est-il le résultat d'une grande amélioration. On comptait, il y a quelques années, jusqu'à 1 000 morts par an dues aux accidents.

Dans ces conditions de désordre et de gaspillage, on extrayait, en 1869, chaque semaine, à Boryslaw :

1° 672 tonnes d'huile de pétrole, qui valait alors 300 francs la tonne ;

2° 130 tonnes d'ozokérite, valant 375 francs la tonne. Toutes ces richesses se rendent à Drohobicz, en suivant un chemin affreux, qui n'est autre que le lit d'une rivière ; en hiver, quand la rivière est grosse, toute communication se trouve interrompue. Le transport à Drohobicz, pour un trajet de 12 kilomètres, coûte de 4 à 5 francs par tonne. De Drohobicz à Przemiclz, où on rejoint le chemin de fer, le prix du transport s'élève à 25 francs.

C'est à Boryslaw que nous avons rencontré pour la première fois l'ozokérite associée au gypse et au sel. On ne l'a trouvée encore en quantité considérable que sur ce point ; mais, dans presque toutes les exploitations de pétrole, on a signalé sa présence en veines minces dans les strates des grès et toujours au-dessus du pétrole. Dans le district de New-Sandec, on en trouve cependant un peu plus, et elle forme quelquefois près de la surface une couche de 2 à 3 pouces d'épaisseur. On a remarqué que, dans les puits à la partie supérieure desquels on constate sa présence en quantité notable, le pétrole est lourd et riche en paraffine.

L'ozokérite extraite à Boryslaw contient 25 à 30 pour 100 de paraffine, 50 à 60 pour 100 d'huiles lourdes, le reste en huiles légères et goudron. Au sortir du puits, l'ozokérite brute est lavée sur place, puis soumise à une première fusion pour en séparer la terre qu'elle contient ; cette fusion se fait à basse température sur une plaque inclinée où restent les résidus infusibles. Cette opération produit un déchet qui s'élève jusqu'à 25 pour 100 ; on pourrait, sans doute, la faire plus avantageusement au moyen de l'action de la vapeur d'eau. Les gâteaux d'ozokérite, qui proviennent de cette fusion, contiennent 25 pour 100 de paraffine ; ils sont envoyés à l'usine de Drohobicz, où ils sont soumis à une première distillation qui donne : 6 pour 100 de benzine, 84 pour 100 de distillat, 10 pour 100 de résidu fixe. Le distillat contient toute la paraffine ; on la sépare, par compression sous des presses hydrauliques, dans des sacs en toile. On obtient ainsi des écailles brutes de paraffine, qui sont fondues avec 5 pour 100 d'acide sulfurique sous l'action d'un courant de vapeur d'eau, puis pressées de nouveau, et refondues. Après trois ou quatre compressions et fusions successives, on obtient, d'une part, des huiles légères qui sont distillées et raffinées, d'autre part, des écailles de paraffine qui sont fondues de nouveau par la vapeur d'eau, lavées avec du noir animal, et enfin coulées en moule pour la fabrication des bougies.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Stebnik.

Nous nous sommes retrouvé, à Boryslaw, au pied des Carpathes, au milieu des marnes et des argiles miocènes, et nous y avons immédiatement signalé la présence du sel mélangé de gypse et accompagnant l'ozokérite et le pétrole. Comme dans la Galicie occidentale comme aux environs de Cracovie, nous constatons, dans ces couches argilo-marneuses, la présence des amas salins qu'on exploite dans la Galicie orientale en un grand nombre de points. Cette région contient, en effet, une série de sources salines et de dépôts salins, qui s'étendent depuis les environs de Drohobicz jusqu'aux environs de Stanislaw et jusqu'en Bukowine, et qui sont échelonnés sur deux lignes parallèles à la direction des Carpathes, l'une au pied même de la chaîne, l'autre un peu plus au nord à 20 kilomètres de la première. On y a compté jusqu'à vingt-six salines, dont la plupart pourraient fournir une production considérable; mais le monopole de l'exploitation que se réserve le Gouvernement autrichien et les lourds impôts qui pèsent sur la consommation du sel restreignent nécessairement la production, et, en ce moment, l'Administration des mines abandonne la plupart de ces établissements, barricade les approches des sources salines et en cadenasse les orifices, pour concentrer l'exploitation du sel en un petit nombre de points dont les principaux sont Stebnik, Dalina, Kalucz et Delatyn.

Dans toutes ces salines on a rencontré des marnes et des argiles salifères plus ou moins riches, contenant le plus souvent des amas de sel gemme en masses puissantes très-inclinées vers le sud. Toutes sont exploitées par dissolution, et par la méthode du lavage continu. Nous nous contenterons de décrire la plus importante, celle de Stebnik; nous parlerons ensuite, avec quelque détail, de la saline de Kalucz, à laquelle la découverte récente des sels alcalins donne un intérêt tout particulier.

La saline de Stebnik exploite par dissolution une puissante formation « d'*haselgebirge* » contenant des couches et des amas de sel gemme.

Le puits d'exploitation a 160 mètres de profondeur; après avoir traversé, sur une épaisseur de 21 mètres, des alluvions en couches horizontales, formées d'argiles jaunes alternant avec des lits de gravier, on a rencontré une série de couches dirigées uniformément du nord-ouest au sud-est et plongeant vers le sud-ouest, formées d'alternances d'argiles plus ou moins salifères, de gypse et d'anhydrite, dont la coupe suivante donne la succession exacte :

De 21m à 41m.	Couches plongeant au S. O. faisant un angle de 30° avec le plan horizontal.	1° Argiles bleuâtres avec gypse.	7m,00
		2° Assises de grès aquifères.	1m,00
		3° Argiles un peu salifères, sillonnées par un réseau de gypse en veines minces.	7m,00
		4° Argiles contenant 60 pour 100 de sel.	5m,00

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De 41m à 125m.	Couches plongeant au S. O. faisant un angle de 60° avec le plan horizontal.	5° Conglomérat.	12m,70
		6° Sel gemme pur et blanc.	0m,35
		7° Argiles tenant 70 pour 100 de sel.	0m,25
		8° Sel gemme pur.	0m,10
		9° Argiles tenant 70 pour 100 de sel.	0m,30
		10° Sel gemme pur.	0m,10
		11° Conglomérat argileux tenant 60 à 80 pour 100 de sel.	70m,20
De 125m à 166m.	Couches plongeant au S. O. faisant un angle de 50° avec le plan horizontal.	12° Marnes noires bitumineuses avec anhydrite.	2m,80
		13° Argile tenant 90 pour 100 de sel.	1m,55
		14° Argile tenant 70 pour 100 de sel.	5m,35
		15° Sel gemme pur.	0m,20
		16° Argile tenant 80 pour 100 de sel.	2m,20
		17° Sel gemme pur.	1m,00
		18° Argile tenant 80 pour 100 de sel.	7m,40
		19° Sel gemme pur.	0m,50
		20° Conglomérat tenant 80 pour 100 de sel.	20m,00

Ces argiles salifères sont exploitées par la méthode du lavage continu. Cette méthode est bien connue, et il est inutile de la décrire ici avec détail. L'eau pure est amenée, d'une manière continue, à la partie inférieure de grandes chambres pratiquées au milieu même de la formation saline et se déverse, saturée de sel, par un trop-plein établi à la partie supérieure, pour être élevée au jour par le jeu des pompes. Il existe actuellement, à Stebnik, trois chambres, dont deux en exploitation et une en préparation. La préparation d'une chambre consiste simplement dans le traçage d'une galerie qui, partant du puits, traverse la masse salifère, puis d'une seconde galerie perpendiculaire et disposée en croix avec la première. La chambre s'étend et s'élève aux dépens de ses parois à mesure que le sel se dissout. L'une des chambres actuellement en exploitation a 8 mètres de haut et 12 000 mètres cubes de capacité; elle s'élève d'environ 30 centimètres par an; il y passe annuellement 10 000 mètres cubes d'eau pure qui sort saturée de sel à 26 degrés, à raison de 265 kilog. de sel par tonne d'eau.

Le traçage des galeries, la construction des digues et l'extraction de l'eau n'offrent rien de particulier, ni qui mérite d'être décrit. L'évaporation des eaux mères se fait, à Stebnik, dans une usine nouvellement construite et installée sur un grand pied. Les eaux salées sont évaporées dans des cuves découvertes, plates et rectangulaires, en acier Bessemer, ayant 8 mètres de longueur sur 5 mètres de largeur et 0m,50 de profondeur. Ces cuves sont soutenues par une série de colonnes en fonte autour desquelles circule la flamme produite par un foyer renversé, formant générateur à gaz, sur lequel on brûle du bois blanc et des fagots. Ce foyer est disposé à l'une des extrémités de la chaudière; la flamme, après avoir circulé sous la cuve, passe à l'autre extrémité au-dessus d'un autel, et est dirigée par un rampant vers les étuves où se fait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le séchage des pains. La température des gaz dans ce rampant est de 90 degrés. L'évaporation se fait d'une manière continue; les eaux mères remplissent la cuve sur une hauteur de 30 centimètres. Toutes les deux heures on enlève le sel qui s'est déposé, et l'on fait arriver des eaux mères dans la chaudière. Dans ces conditions, chaque chaudière produit 5,6 tonnes par vingt-quatre heures; on compte 4 pour 100 de déchet; la campagne dure quatorze jours.

Le sel brut obtenu par cette opération est moulé en petits pains, en forme de cônes tronqués de $0^m,10$ de hauteur, et c'est sous cette forme qu'il est livré au commerce. Ces pains sont desséchés dans des étuves chauffées par la chaleur perdue des chaudières; ce sont des sortes d'armoires en fer, accolées deux à deux, dont chacune se divise en quatre compartiments, fermés par des portes en fer, et autour desquels circulent les gaz. On range sur des plaques de tôle les pains de sel superposés en deux étages. Chaque compartiment contient 510 pains de 250 grammes. Les pains restent de six à huit heures dans ces étuves.

Le sel, ainsi produit, est loin d'être pur et, dans les étuves mêmes, on voit se produire à la surface des pains des efflorescences magnésiennes. L'analyse des eaux-mères donne pour 100 parties d'eau :

Chlorure de sodium.	20,106
Chlorure de magnésium. . .	6,020
Chlorure de calcium.	0,158
Bromure de magnésium . . .	0,132
Sulfate de chaux.	0,131
Sulfate de potasse.	0,574

Le prix de revient s'élève à 21 francs par tonne. La production annuelle est de 6700 tonnes.

Kalucz.

Toutes les salines de la Galicie orientale sont établies sur un modèle uniforme, et il nous suffira d'avoir parlé de Stebnik pour nous dispenser de décrire les autres. Il en est une, cependant, dont l'étude présente un intérêt tout particulier. C'est la saline de Kalucz, la seule des salines de Pologne où l'on ait, jusqu'ici, constaté la présence des sels alcalins et à qui cette découverte récente a donné, dans ces dernières années, une grande importance.

Nous avons vu que toutes les salines de la Galicie orientale sont alignées sur deux lignes parallèles à la direction des Carpathes. Kalucz est situé sur la plus septentrionale de ces deux lignes, à 20 kilomètres du pied des Carpathes, entre Drohobicz et Kaloméa. On y exploitait depuis longtemps, et par voie de dissolution comme à Stebnik, une formation d'haselgebirge de 140 mètres de puissance, dirigée du nord-ouest au sud-est et plongeant au sud, contenant des amas de sel gemme empâtés dans sa

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

masse. Ce n'est qu'en 1853 que l'on a constaté dans les eaux mères la présence des sels de potasse. Aujourd'hui les sels alcalins y ont été reconnus en masses considérables, et le Gouvernement autrichien vient d'en concéder l'exploitation à une compagnie particulière. Aux termes du traité, celle-ci doit livrer annuellement à l'État un minimum de 5600 tonnes de sel au prix de 18 fr. 30 la tonne; de plus, l'État se réserve 10 pour 100 des sels de potasse extraits.

Deux puits, dont le plus profond a 120 mètres, atteignent la formation saline. Après avoir traversé des alluvions formées de graviers et d'argile, ils rencontrent une alternance de marnes et d'argile contenant des dépôts de gypse, puis des argiles bleues salifères, de plus en plus chargées de sel et atteignant enfin la couche salifère. Celle-ci est dirigée au nord 45° ouest; elle plonge au sud-ouest et fait un angle de 60 à 50° avec la verticale; sa puissance moyenne est de 140 mètres. Elle se compose d'argiles salées plus ou moins mélangées de sable, et imprégnées de sel en gros grains amorphes empâtés dans la masse. Toute cette formation est elle-même sillonnée par de petites bandes ondulées de sel pur, le plus souvent cristallin; ces veines ont ordinairement 5 à 10 centimètres d'épaisseur; elles alternent avec des bancs d'argile salifère de 30 à 40 centimètres de puissance. Cet ensemble contient, en moyenne, 60 à 70 pour 100 de sel, et est exploité depuis longtemps par lavage continu, comme à Stebnik. Au moment où nous avons visité Kalucz, cette exploitation était interrompue à la suite d'un incendie récent qui avait détruit l'usine d'évaporation.

En 1853, le plafond de l'une des deux chambres de dissolution qui étaient alors en activité atteignit les sels de potasse, et on reconnut, dans les eaux mères, la présence des alcalis. Des travaux de recherche, entrepris depuis cette époque, ont permis, aujourd'hui, de constater, à Kalucz, l'existence de la *kiésérite* et de la *sylvine* en quantités considérables. Cependant les couches de ces sels n'ont encore été reconnues que sur un trop petit nombre de points pour permettre de constater leur continuité et d'étudier leur allure. Nous devons nous contenter de décrire l'aspect de ces gisements tels qu'ils nous sont apparus dans la mine, aux différents points où on les a jusqu'ici rencontrés.

La formation salifère est traversée dans toute son épaisseur, à l'étage de 80 mètres, par de grands travers-bancs situés au centre, à l'est et à l'ouest du champ d'exploitation. Ces trois travers-bancs rencontrent les sels alcalins dans des conditions différentes que nous allons successivement décrire.

Le travers-bancs du centre rencontre deux couches riches en *sylvine*, toutes deux parallèles à la direction générale de la formation saline, très-inclinées et plongeant au sud. Ces deux couches, dont la puissance varie de 1 à 4 mètres, et que sépare un entre-deux de quelques mètres, contiennent, outre la *sylvine* tenant 95 pour 100 de chlorure de potassium pur, du sel marin et de l'anhydrite. La *sylvine* est en gros cristaux, ordinairement confus, mais parfois assez nets, et dont les formes présentent alors des combinaisons de l'hexaèdre avec l'octaèdre et le dodécaèdre; au milieu de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la sylvine, qui forme la masse, se trouve le sel marin isolé en cristaux transparents et bleuâtres d'une grande pureté ; en de nombreux points la roche est colorée en rouge par de l'oxyde de fer ; ces parties colorées sont surtout formées d'anhydrite qui apparaît sous la forme d'éponge rougeâtre au plafond des chambres de lavage, aux points où les sels solubles ont été enlevés par les eaux. Au voisinage de ces deux couches, et dans leur entre-deux, l'argile salifère est très-chargée d'anhydrite qui forme des veines contournées en des noyaux isolés au milieu de l'haselgebirge. Il est à remarquer que l'on n'a jusqu'ici rencontré l'anhydrite dans aucune partie de la mine. Au toit de ces couches, l'argile salifère contient encore des cristaux de sylvine qui disparaissent promptement à mesure que l'on s'éloigne. Ces cristaux sont disposés irrégulièrement dans la masse argileuse, au sein de laquelle ils forment parfois des veines ondulées, ou d'autres fois se concentrent sous forme de noyaux au milieu desquels est emprisonnée l'haselgebirge. La couche dans ces parties a l'apparence d'une masse boueuse, empâtant des cristaux de sel et de sylvine qui se sont concentrés au milieu d'elle.

Le travers-bancs de l'est ne rencontre plus qu'une couche unique de sylvine, formant assez exactement le prolongement des deux premières, et qui semble, par suite, formée par leur réunion ; mais, au toit de cette couche, apparaissent des sels déliquescents amorphes dont on ne rencontre aucune trace dans les travers-bancs du centre. Ces sels déliquescents sont formés de *kiésérite*, et leur analyse donne :

Sulfate de magnésie.	39,00
Magnésium.	3,12
Potassium.	10,90
Sodium.	3,58
Chlore.	24,46
Eau.	17,54
Partie insoluble.	1,38
	99,98

Au milieu de cette couche de kiésérite, on remarque des veines ondulées et des rognons d'anhydrite. On peut suivre ces couches en direction vers l'est, et on voit alors la kiésérite disparaître de nouveau ; on n'a plus, dans cette partie de la mine, qu'une couche unique de sylvine sans traces de sels déliquescents, qui atteint jusqu'à 6 mètres de puissance, et dont l'aspect est identique à celui des deux couches de sylvine rencontrées par le travers-bancs du centre que nous avons précédemment décrit.

Dans la partie occidentale du champ d'exploitation, la couche de sylvine a, au contraire, complétement disparu, et le travers-bancs rencontre une couche très-puissante de sels déliquescents qui atteint 100 mètres de puissance, et qui est formée de kiésérite très-pure. Au mur et au toit de cette couche, on constate la présence dans l'argile

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

salifère de quelques traces de sylvine, colorée en rouge par l'oxyde de fer. Cette épaisse formation de kiésérite semble former le prolongement des couches de sylvine exploitées au centre et à l'est de la mine. Nous n'avons trouvé aucune trace de faille qui sépare ces deux régions, et par l'existence de laquelle on puisse chercher à expliquer ces bizarreries d'allure. Il faut, pour le moment, renoncer à se faire une idée nette sur l'allure de ces gisements alcalins et sur la manière dont la kiésérite se substitue à la sylvine quand on passe de l'est à l'ouest, jusqu'à ce qu'une exploitation plus avancée ait permis de reconnaître ces formations sur une plus grande étendue.

Nous avons peu de chose à dire de l'exploitation proprement dite. On se trouve, comme nous l'avons vu, dans la partie orientale du champ d'exploitation, en présence d'une ou de deux couches de sylvine, dont la puissance varie de 1 mètre à 4 mètres, et s'élève quelquefois jusqu'à 6 mètres. Deux galeries de niveau sont tracées en direction dans ces couches, l'une au niveau de 80 mètres et l'autre 50 mètres au-dessous de la première. Entre ces deux galeries de niveau, la couche est découpée suivant des lignes de plus grande pente en tranches de 12 mètres de largeur, entre lesquelles on ménage des piliers de 2 mètres d'épaisseur. Chacune de ces tranches est abattue en l'attaquant à la fois du niveau inférieur et du niveau supérieur; l'abatage est conduit par gradins, et le travail se fait au pic et à la poudre; un coup de mine central détache un prisme de sel, découpé au pic par des entailles latérales. Dans la partie occidentale, où les sels déliquescents se présentent avec une grande puissance, on exploite en enlevant de proche en proche des tranches verticales, qui sont remblayées immédiatement après l'abatage.

La mine de Kalucz est la seule des salines de Pologne dans laquelle on ait jusqu'ici constaté la présence des sels alcalins. Les travaux entrepris dans les autres salines pour rechercher ces sels au toit des formations salines ont été infructueux; nous avons vu qu'à Wieliczka des recherches de ce genre se sont heurtées contre des parties d'alluvions, par lesquelles les eaux douces ont envahi les étages inférieurs de la mine; partout, en Galicie, on avait renoncé à l'espoir de rencontrer ces précieux gisements alcalins. La découverte inespérée des sels de potasse à Kalucz, en affirmant enfin la présence de ces sels dans la formation saline de Galicie, ouvre la voie à de nouvelles tentatives.

On sait quel intérêt puissant l'agriculture et l'industrie attachent à la découverte de nouvelles sources de potasse et quelle prospérité les mines de Stassfurt-Anhalt doivent à l'exploitation de ces sels alcalins. Ce célèbre gisement salin a été décrit dans le *Bulletin* de la Société par M. l'ingénieur des mines, E. Fuchs, avec la plus grande netteté (1). Après avoir étudié avec détail la série des sels qui composent cette formation, il a montré qu'ils forment des couches stratifiées, d'allure régulière et de com-

(1) Voy. *Bulletin* de 1865, 2e série, t. XII, p. 146 et 209.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

position uniforme, se succédant dans un ordre déterminé qui permet de les classer en quatre groupes, savoir :

1° A la partie inférieure, sel gemme pur avec des filets minces et réguliers d'anhydrite ;

2° Sel gemme magnésien, déliquescent, dans lequel les sels magnésiens sont remplacés par des cordons de *polyhalite* ;

3° Sel magnésien accompagné de *kiésérite* ou sulfate de magnésie monohydraté;

4° A la partie supérieure, *carnallite*, accompagnée de sel gemme, de *stassfurdite* et d'anhydrite.

L'état des travaux à Kalucz est, nous l'avons vu, trop peu avancé pour permettre d'y entreprendre une étude rationnelle et complète des gisements alcalins. On peut cependant dire, aujourd'hui, que la série des sels alcalins y semble moins complète qu'à Stassfurt, et leur succession moins régulière. Les conditions sont, d'ailleurs, toutes différentes. On a, à Stassfurt, une cuvette limitée, remplie par des dépôts salins dont les couches stratifiées, d'allure calme et régulière, se succèdent suivant une loi bien définie, en formant des horizons distincts et nettement caractérisés. En Galicie, nous ne retrouvons rien d'analogue : au pied des Karpathes s'étendent des marnes, imprégnées de sel, renfermant des dépôts de sel plus ou moins pur qui forment, au milieu de la masse salifère, des couches plus ou moins continues, et d'allure irrégulière ; au milieu même d'un de ces amas salins, on a rencontré, à Kalucz, des sels déliquescents et des sels alcalins en couches irrégulières, et semblant se substituer l'un à l'autre. Nous n'avons ici ni horizons définis, ni stratification régulière. Il semble que ces amas salins soient le produit, non plus d'une sédimentation tranquille, mais d'une sorte de précipitation tumultueuse au milieu des bancs salifères. Les éléments manquent aujourd'hui pour étudier l'allure et les caractères de ces dépôts ; il faut attendre que le développement des travaux d'exploitation, à Kalucz, ou la découverte des sels alcalins en d'autres points de Galicie, aient jeté sur ces faits une plus grande lumière.

Résumé et conclusions.

Nous voici parvenu au terme de cette étude ; nous avons parcouru la longue ligne de salines qui s'étend en Galicie sur tout le développement des Carpathes ; nous avons rencontré sur notre chemin les amas de gypse et de soufre, les gisements de pétrole qui accompagnent le sel. Tous les gisements salins que nous avons sucessivement passés en revue nous ont présenté un type uniforme qui les caractérise, et dont la notion nous semble se dégager clairement de leur étude. Au pied des derniers escarpements des grès des Carpathes, dont les assises, presque verticales, viennent se dresser au-dessus de la plaine de Galicie, s'étend, au bord de cette plaine et tout le long de la chaîne, une faille de grande amplitude dont la lèvre septentrionale est affaissée, et qui sépare les grès éocènes des Carpathes des couches plus récentes qui forment

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la plaine. Les dépôts salins sont venus combler la dénivellation produite vers la fin de la période éocène par le fait de cette ligne de fracture, et ils sont ainsi alignés au pied de la chaîne, sur toute son étendue. L'aspect de ces dépôts salins est uniforme : ils sont formés d'une masse argilo-marneuse de couleur foncée et de consistance boueuse, plus ou moins chargée de matières bitumineuses. Cette masse argileuse *haselgebirge* est imprégnée de sel, soit cristallisé en gros grains et empâté dans la masse ; soit condensé lui-même en grosses masses, et formant alors, comme dans les horizons supérieurs de Wieliczka, d'immenses lentilles de sel impur ; soit, enfin, formant au sein de la formation salifère des couches plus ou moins discontinues et plus ou moins irrégulières, comme à Bochnia, Stebnik, Kalucz et dans les horizons inférieurs de Wieliczka. En un seul point, à Kalucz, nous avons rencontré, au milieu de ces amas de sel gemme, des sels de potasse et de magnésie. Des veines contournées d'anhydrite sillonnent toute la formation salifère ; elles alternent avec des couches de sel gemme et des lits d'argile salée, sans cependant présenter jamais les caractères d'une stratification proprement dite. L'anhydrite est surtout fréquente dans la partie inférieure de la formation ; au-dessus du sel on rencontre constamment le gypse, concentré parfois en grandes masses comme à Wieliczka et à Bochnia ; au contact de ce gypse et des argiles, le soufre apparaît isolé à l'état natif à Szwoszowice, près de sources thermales et sulfureuses qui sont le dernier témoin des émanations sulfureuses dans cette région.

Quant au pétrole, il a été rencontré le plus souvent dans une situation un peu excentrique à ce système, non plus sur la grande faille qui borde la plaine, mais au milieu même des grès des Carpathes, et ses gisements sont alignés sur des lignes de fracture parallèles à la direction générale de la chaîne. Nous l'avons, cependant, toujours trouvé en rapport avec des sources salées, avec des lits d'argile salifère intercalés dans les grès carpathiques, avec des sources minérales salées riches en brome et en iode. Sa relation constante avec les sources salées n'est pas douteuse, et d'ailleurs, à Boryslaw, le pétrole et avec lui l'ozokérite ont été rencontrés, en quantités considérables, au pied des Carpathes, au milieu même des masses salifères, intimement mélangés avec des cristaux de sel et de gypse. Enfin, dans toutes les salines de cette région, les bancs de sel des étages inférieurs sont généralement chargés de matières bitumineuses ; on se rappelle qu'à Bochnia une galerie de recherche, poussée au mur du gisement, fut arrêtée par un dégagement de gaz hydro-carburés ; à Dolina, on dut abandonner une exploitation saline parce qu'on avait rencontré le pétrole au-dessous du sel ; tout récemment encore, on vient de découvrir, au sud de Stanislaw, le pétrole et l'ozokérite mélangés, comme à Boryslaw, au sel, au gypse, et même à des dépôts de soufre. Tous ces faits établissent bien nettement la relation étroite qui existe entre les dépôts salins et le pétrole qu'on trouve, soit mélangé au sel comme à Boryslaw, soit partout ailleurs, *au-dessous du sel*.

Il est donc bien clair qu'en Galicie les gisements de sel, de soufre, de gypse, de pétrole sont intimement associés ; et il importe de ne pas perdre de vue ces relations,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lorsqu'on étudie les caractères géologiques de ces formations et que l'on recherche leur origine.

On sait combien la question des origines du sel est controversée ; M. Fuchs, en faisant, dans son mémoire cité plus haut, l'histoire du gisement salin de Stassfurt, a exposé et discuté d'une manière complète les différentes théories par lesquelles on a cherché successivement à expliquer les circonstances dans lesquelles se sont formés ces amas salins. On sait que les anciennes théories attribuaient aux dépôts salins une origine exclusivement sédimentaire, et qu'elles expliquaient la formation des salines par l'évaporation lente et plus ou moins complète de lacs intérieurs salés. A l'appui de ce système, on invoquait l'analogie qui existe entre la succession des couches de sel aux différents étages des gisements salins, et la série des produits que l'on obtient par le traitement industriel des eaux mères des marais salants.

Cette théorie soulève, même au point de vue chimique, de graves objections, fondées en particulier sur le fait de la substitution de l'anhydrite au gypse, et sur l'existence d'alternances d'anhydrite et de sel gemme aux étages inférieurs des formations salines.

Elle devient tout à fait inacceptable, si l'on songe à la profondeur invraisemblable qu'il faudrait attribuer aux mers intérieures dont l'évaporation aurait donné lieu à des dépôts salins de quelque puissance. Pour triompher de ces difficultés, une théorie plus séduisante, imaginée par M. Bischof et complétée par les études de M. de Baer sur la mer Caspienne, explique la formation des salines par l'accumulation incessante du sel dans des sortes de lagunes qui communiquent avec la mer, et où l'évaporation des eaux salées sans cesse renouvelées accumule des dépôts salins dont la nature peut varier suivant les circonstances atmosphériques, de manière à former des alternances de sulfate de chaux et de sel gemme. Si la communication avec la mer vient à cesser, ce bassin se dessèche entièrement, et les sels de potasse et de magnésie concentrés dans les eaux mères se précipitent avec le sel, de manière à former les couches supérieures du dépôt. Enfin, pour expliquer la déshydratation du gypse et la formation de l'anhydrite, M. Bischof admet une sorte de métamorphisme produit par un échauffement postérieur du gisement. Cette dernière hypothèse était un premier pas vers la considération des forces éruptives dans la question de l'origine des dépôts salins.

Faisant un pas en avant, M. Fuchs attribue à ces forces éruptives une influence capitale. Invoquant les paroles de M. Élie de Beaumont qui, étudiant les salines de Lorraine, a émis le premier l'opinion « que la production de ces substances n'est pas étrangère aux feux souterrains, » M. Fuchs soutient que les gisements salins sont, au moins partiellement, le produit d'émanations souterraines qui se sont produites sous forme de gaz ou de sources thermales, et qui, s'épanchant dans un bassin fermé, y ont accumulé, en même temps que des sels dont la nature a varié avec le temps, des masses boueuses provenant de la décomposition des roches sur leur passage.

Cette hypothèse rend compte des particularités d'allures et de la loi de succession des couches du bassin de Stassfurt. N'est-elle pas confirmée d'une manière évidente

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par l'étude des gisements salins de Galicie? N'est-elle pas exactement concordante avec les caractères bien nets que nous avons reconnus? Nous n'avons plus en Galicie des couches régulièrement stratifiées, et se succédant suivant une loi plus ou moins analogue à celle qui règle les dépôts tranquilles des marais salants; mais, comme nous l'avons vu, des épanchements de matières boueuses, remplissant la cavité produite par une ligne de fracture, et enrichie irrégulièrement par des émanations salifères. Étudiant les lois de transformation de l'activité volcanique, M. Ch. Sainte-Claire Deville a montré comment varie la nature des produits éruptifs suivant la distance de chaque point au centre d'éruption, et en un même point suivant le temps; et il a été amené à classer, dans l'ordre qui suit, les derniers produits de l'activité volcanique : 1° chlorures alcalins; 2° soufre avec produits volatils; 3° hydrocarbures depuis les gaz les plus légers jusqu'au pétrole et aux bitumes dont le gisement actuel est, dit-il, à l'extrémité des chaînes récemment soulevées. Nous avons montré ailleurs, avec détail, comment l'étude des gisements du pétrole en Galicie amena à proclamer leur origine éruptive. Ils forment le dernier terme d'une série d'émanations qui se sont produites à la fin de la période tertiaire, et dont les gisements de sel, de gypse, de soufre et de pétrole de Galicie sont aujourd'hui les précieux témoins.

MÉTALLURGIE.

DE L'INFLUENCE DU FROID SUR LA RÉSISTANCE DU FER ET DE L'ACIER. (*Extrait.*)

Cet article est le résumé de plusieurs mémoires lus à la Société littéraire et scientifique de Manchester et rapportés avec plus d'étendue dans le journal l'*Engineering*. La question qui y est traitée, outre son importance générale, présente d'autant plus d'actualité que de graves accidents de chemins de fer ont récemment soulevé une discussion sérieuse sur la part que le froid avait pu prendre aux ruptures observées. Des opinions diverses et même contradictoires s'étant produites, nous avons cru intéressant d'en réunir les principaux traits; en outre, on fera bien de consulter une communication de M. Caron, faite à l'Académie des sciences le 4 mars 1872.

En premier lieu, M. William Brookbank a résumé, dans la société de Manchester, un certain nombre d'expériences qu'il avait faites dans l'usine de MM. Jackson et comp., à Salford, sur la résistance de la fonte à la flexion transversale. Les barreaux provenaient de la combinaison par fusion des éléments suivants : fonte hématite de Cleator; autre de Pontypool, à l'air froid; autre de Blaenavon, à l'air froid; autre de Glengarnock, à l'air chaud, et un peu de bons débris. Ces fontes étaient notoirement de première qualité. Tous les barreaux avaient été fondus avec les mêmes appareils, sur le même modèle, et présentaient une égalité remarquable dans leur qualité. Les résultats des essais ont montré, dans la résistance de ces barreaux, une décroissance graduelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et considérable d'autant plus prononcée que la fonte était exposée à une plus basse température, au-dessous de 0° C. Ces barreaux avaient également subi dans les mêmes circonstances un décroissement progressif de leur élasticité.

L'auteur dit encore que, dans les laminoirs et spécialement dans ceux qui se composent de cylindres durcis, on doit prendre, principalement pendant les gelées, un soin particulier pour chauffer ces cylindres avant de les employer et pour les préserver du contact de l'air froid, autrement ils seraient fort exposés à se rompre. Il cite comme un exemple éclatant de l'affaiblissement de la fonte par le froid l'accident arrivé dans les ateliers de MM. Peel, Williams et Peel à un cylindre de presse hydraulique fondu sur un noyau creux. Ce noyau, de $0^m,178$ de diamètre, avait $0^m,032$ d'épaisseur, et avait été coulé dans un moule en terre et en foin de $0^m,038$ aussi d'épaisseur. Pour le refroidir après la coulée, on l'exposa dehors à un froid très-vif, mais la seule torsion fit fendre le noyau lorsque l'on voulut le retirer, et on le trouva complétement fragile. La plus basse température était ce jour-là — 7°,5 C., et la pièce de fonte y avait été soumise pendant plusieurs heures. Un morceau du noyau brisé ayant été exposé ensuite à la chaleur redevint parfaitement doux et solide. On cite de nombreux exemples de ce genre, en sorte qu'il peut à peine rester du doute sur le préjudice qu'un grand froid est capable de causer à la résistance du fer fondu.

En ce qui concerne le fer forgé, l'auteur dit que tous les essais qu'il a faits pour en déterminer la résistance, par le seul moyen des poids et de la torsion, ne lui ont pas donné de résultats concluants, parce que les barres s'échauffent aussitôt sous l'influence des efforts qu'elles éprouvent.

Les mêmes anomalies se trouvent dans les résultats d'expériences entreprises, à Bradford, par M. W. Johnson, sur des fils de fer de $0^m,914$ de longueur et du n° 5 1/2 de la jauge de Birmingham, résultats qui ont même fait trouver un peu plus de résistance à la traction et à la torsion dans les morceaux essayés à froid, à — 6° 2/3 C., que dans ceux qui ont été éprouvés à chaud, à 26° 2/3 C. La différence a été, au reste, très-peu importante.

M. F. Monks, en opérant aussi sur des fils de fer dans la tréfilerie de White-Cross, à Warrington, a obtenu d'abord des résultats analogues ; mais, les jugeant insuffisants, il a entrepris depuis une série d'essais dans une autre direction fondée sur ce que, si le froid rend effectivement le fer plus faible et plus cassant, la voie la plus exacte pour l'éprouver, à cet égard, doit être de le soumettre par un choc à un effort subit. Le moyen le plus simple, mais à la vérité le plus primitif, était assurément l'emploi des coups de marteau, et l'on y a procédé, comme nous allons le dire, en égalisant autant que possible la force des coups, et en surveillant avec le plus grand soin tous les détails des expériences.

1° M. W. Brook, ingénieur du chemin de fer de Stockton à Darlington, a fait choisir, le 29 décembre 1870, par un froid de — 4°,5 C., une barre de fer rond de $0^m,038$ de diamètre, restée exposée en plein air durant une semaine, dans une cour et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couverte de glace. Cette barre fut placée en porte-à-faux sur l'angle d'une enclume, où un forgeron, avec un seul coup d'un marteau de $5^k,436$, en a fait sauter, à 11 mètres de distance, un fragment de $0^m,100$ de longueur. On a ensuite porté cette barre à une température telle que la main pouvait encore la saisir, puis on l'a laissée revenir à celle de l'atelier. Elle a pu soutenir alors, sans laisser apercevoir le moindre signe de fracture, douze coups du même marteau, assenés par le même forgeron, et qui l'ont seulement ployée sur une longueur de $0^m,050$.

2° De semblables expériences ont été faites sur de la tôle à chaudière, dans l'usine de MM. Peel, Williams et Peel, de Manchester, et ont donné des résultats semblables. On y a notamment brisé une pièce de tôle à chaudière, de première qualité, fabriquée à Low-Moor; cette pièce s'est rompue au premier coup d'un marteau de $6^k,342$. La cassure, d'un aspect encore nerveux à la vérité, était cependant courte, et laissait voir çà et là des places cristallines. Après avoir élevé cette tôle à la température des maisons habitées, on n'a pu opérer la rupture qu'au moyen de six coups de marteau donnés alternativement sur les deux côtés opposés, et les morceaux restèrent même encore adhérents par un peu de fer formant une sorte de pellicule. Cette rupture indiquait une qualité supérieure.

3° Des barres de fer de $0^m,031$, en carré, destinées à la tréfilerie, et de qualité tout à fait supérieure, qui avaient supporté, sans fracture, vingt-deux coups d'un marteau de $6^k,795$, ayant été légèrement entamées avec un ciseau à froid, se rompirent au premier coup à des températures de $-12°$ C. à $-0°,5$ C. Trois de ces barres préalablement échauffées ont exigé six, dix et onze coups. Les barres froides ont été trouvées cristallines, sans aucune apparence de nerf, tandis que, au contraire, les autres se sont montrées convenablement nerveuses et seulement un peu cristallines dans les sections de rupture.

Dans l'usine de la compagnie de Darlington, le 30 novembre 1869, on a choisi, dans une partie de 1 000 pièces, 10 rails destinés aux expériences qui suivent. Ces rails, fabriqués pour les chemins de fer de l'Inde orientale, étaient de très-bonne qualité ; un grand nombre n'avaient pas soutenu par le temps froid les épreuves réglementaires, tandis que presque tous y avaient satisfait à la température ordinaire. Les dix rails choisis devaient spécialement servir à décider si l'abaissement de la température diminuerait leur résistance. Quatre d'entre eux furent donc portés à $+50°$ C., tandis que les six autres furent essayés à froid, la température étant alors $-3°,3$ C. Toutes les barres chauffées soutinrent deux coups d'un martinet tombant de $1^m,524$ de hauteur, et un coup de $2^m,133$, tandis que deux des six barres restées froides résistèrent à deux coups de $1^m,524$; trois autres se rompirent au deuxième coup de $1^m,524$, et la sixième se cassa même dès le premier. Si l'on eût opéré à $+15°$ C., toutes auraient certainement soutenu l'épreuve comme plusieurs milliers d'autres de la même livraison.

De tous ces faits, on doit donc conclure qu'un froid intense diminue notablement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la résistance du fer, surtout en ce qui concerne les chocs, et en rend cristalline la structure nerveuse.

Contrairement à ces résultats, sir W. Fairbairn, dans un mémoire *Sur les propriétés du fer et de l'acier au point de vue de leur emploi dans le matériel roulant des chemins de fer,* soutient que, d'après ses expériences, la température n'influe nullement sur la texture du fer et de l'acier, bien que le public croie presque généralement qu'un grand froid rend ces métaux cassants. Depuis de longues années, il s'est efforcé de résoudre cette question par des séries d'expériences soigneusement poursuivies, et il est parvenu à conclure que la résistance opposée par le fer à la traction est aussi grande à — 18° C. qu'à + 15° C., et qu'elle augmente ensuite jusqu'à ce que le métal parvienne au rouge à peine visible. Ainsi, par exemple, à — 18° C., sa résistance moyenne est de 34ᵏ,40 par millimètre carré; à + 15° C., elle est de 31ᵏ,38 par millimètre carré, et, par conséquent, le rapport entre le premier cas et le second est 1,098. Les expériences faites sur des tôles en fer battu, commencées à — 18° C., dans un bain de neige et continuées jusqu'au rouge obscur, sont complétement décisives pour tous les degrés de température. Au rouge naissant, le fer perd la moitié de sa résistance, devient très-extensible et s'allonge considérablement dans le sens du nerf avant de se rompre. Une seconde série d'expériences sur du fer en barres a donné des résultats un peu différents. Les barres, provenues cependant de la même usine, ont présenté le maximum de résistance (61ᵏ,44 par millimètre carré) à 213° C. De — 18° C. à + 15° C., la différence était à peu près nulle et la résistance atteignait alors 44ᵏ,71 par millimètre carré. L'accroissement considérable de la résistance jusqu'à 213° C. peut être attribué à la formation de la texture filamenteuse pendant les nombreux passages dans les laminoirs. L'auteur n'a pas fait d'expériences sur l'acier, mais on peut supposer que les résultats auraient été analogues.

M. Spence a lu aussi un mémoire intitulé *De l'influence du froid sur la résistance du fer*. Il y décrit notamment des expériences qu'il a faites sur la flexion de barreaux de fonte exactement travaillés, de 1,612 centim. carrés de section, qu'il a éprouvés en partie depuis — 18° C. jusqu'à + 15° C. Les barres qui devaient être traitées à froid étaient plongées pendant un temps convenable dans un mélange réfrigérant qui recouvrait leur surface supérieure pendant l'épreuve. L'auteur a observé que les barres froides se rompaient avec le plus de régularité, et que, contrairement à l'opinion commune, elles possédaient une résistance supérieure à celle des barres plus chaudes. Pendant l'épreuve, ces barres reposaient sur deux appuis formés en grain d'orge, distants de 0ᵐ,228, et la charge moyenne de rupture a été, pour les barres à 15° C., 204ᵏ,90, et, pour les barres à — 18° C., 212ᵏ,18; ce qui répond, pour la fonte, à une augmentation de 3 1/2 pour 100 par l'abaissement de la température.

Le recueil l'*Engineering* fait, sur les résultats qui précèdent, des remarques très-intéressantes que nous allons résumer pour les renfermer dans les limites qui nous sont prescrites.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'abord il signale une contradiction apparente entre la plupart des résultats rapportés et ceux non-seulement de sir W. Fairbairn, mais encore de M. Knut Styffe, de Stockholm, de M. David Kirkaldy et de M. John Röbling; mais ce désaccord peut s'expliquer, parce que les expériences de ces auteurs ont eu lieu au moyen de charges augmentées par degrés peu sensibles, tandis que, dans les épreuves qui y sont contraires, on a opéré par chocs et par secousses, ce qui indique que le fer, dans ce cas, perd de sa résistance quand il est très-froid.

M. Sandberg, traducteur anglais de l'ouvrage de M. Knut Styffe, donne, dans un excellent appendice, les résultats d'expériences faites par lui, en 1867, sur des rails de chemins de fer, de —12° C. à +29° C., sous le choc de poids qu'on laissait tomber. Ces expériences ont démontré que, dans ce cas, le froid rend le fer beaucoup plus cassant. M. Sandberg croit cependant que la quantité de phosphore contenue dans le métal expérimenté par lui a pu influer sur les résultats.

Si l'on compare les observations de M. Sandberg avec celles qui ont été faites par des temps rigoureux, au Canada, aux États-Unis, en Russie, et dans d'autres climats analogues, on ne peut guère douter que le froid ne diminue la résistance du fer contre les chocs et les secousses, et principalement celle du fer que l'on emploie généralement pour la fabrication des rails, surtout lorsque ce fer contient une proportion notable de phosphore. L'acier paraît, au contraire, souffrir moins de cette influence; aussi est-il de plus en plus employé à la place du fer, surtout dans les climats froids.

On ne peut guère douter non plus que les changements de température n'agissent sur le fer et l'acier d'une manière d'autant plus défavorable qu'ils sont plus brusques et plus fréquents. Comme les qualités du fer sont extrêmement variables, ce sujet offre un vaste champ aux études et à la surveillance des ingénieurs. Ainsi, par exemple, il est bien démontré que la présence du phosphore diminue la résistance du fer contre les chocs lorsque la température est basse, tandis que cet effet ne paraît pas se produire dans les temps ordinaires et sous les charges sans secousse; on est donc conduit à conclure que le fer phosphoreux ne convient pas pour les rails de chemins de fer. On ne doit pas non plus perdre de vue que les chocs sont d'autant plus violents et plus fréquents que le trafic est plus rapide et plus actif, ou que le chemin et le matériel sont en plus mauvais état. Aussi, en Russie, l'expérience a-t-elle démontré que les ruptures sont d'autant plus nombreuses que le trafic est plus considérable et plus rapide.

En ce qui concerne le choix entre le fer et l'acier pour les climats froids, on peut à peine douter qu'un acier doux, contenant de 1/3 à 1/2 pour 100 de carbone, ne soit décidément préférable. C'est ce qui résulte de l'expérience acquise dans les climats froids, tels que le Canada, la Russie et la Suède.

Il serait, en outre, très-désirable que tous les matériaux employés pour les chemins de fer et pour les ponts subissent des épreuves méthodiques, régulières et bien coor-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

données. On parviendrait ainsi à diminuer considérablement le nombre des accidents. (*Dingler's polytechnisches Journal.*) (V.)

ARTS MÉCANIQUES.

NOTE SUR LA FORME QU'IL CONVIENT DE DONNER AUX MÈTRES QUE LA COMMISSION INTERNATIONALE DOIT CONSTRUIRE, PAR M. TRESCA (*Suite et fin*) (1).

RÉSOLUTIONS DE LA COMMISSION INTERNATIONALE.

En ce qui concerne le mètre :

I. Pour l'exécution du mètre international, on prend comme point de départ le mètre des Archives dans l'état où il se trouve. (Décision directe.)

II. La Commission déclare que, vu l'état actuel de la règle en platine des Archives, il lui paraît que le mètre à traits peut en être déduit avec sécurité. Toutefois, cet avis de la Commission a besoin d'être confirmé par les différents procédés de comparaison qui pourront être employés dans cette recherche. (Commission I.)

III. L'équation dn mètre international sera déduite de la longueur actuelle du mètre des Archives, déterminée d'après toutes les comparaisons qui auront été faites, à l'aide des procédés que la Commission internationale du mètre sera en état d'employer. (Commission I.)

IV. Tout en décidant que le nouveau mètre international doit être un mètre à traits, dont tous les pays recevront des copies identiques, construites en même temps que le prototype à traits, la Commission devra construire ensuite un certain nombre d'étalons à bouts, pour les pays qui en auront exprimé le désir, et les équations de ces mètres à bouts, par rapport au nouveau prototype à traits, seront également déterminées par les soins de la Commission internationale. (Décision directe.)

V. Le mètre international aura la longueur du mètre à 0° centigrade. (Commission V.)

VI. On emploiera pour la fabrication des mètres un alliage composé de 90 de platine et 10 d'iridium, avec une tolérance de 2 pour 100 en plus ou en moins. (Commission II.)

VII. On fabriquera avec le lingot provenant d'une coulée unique, à l'aide des procédés usités dans le travail des métaux connus, des règles dont le nombre et la forme seront déterminés par la Commission internationale. (Commission II.)

(1) Voir cahier de juillet 1872, p. 406.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VIII. Ces règles seront recuites pendant plusieurs jours à la température la plus élevée, pour n'avoir plus à leur faire subir que les plus faibles actions mécaniques, avant de les porter sur les instruments comparateurs. (Commission II.)

IX. Les barres de platine iridié sur lesquelles on doit tracer les mètres à traits auront une longueur de 102 centimètres, et leur section transversale sera représentée par le modèle décrit dans la note de M. Tresca. (Commission II.)

X. Les barres destinées à la construction des mètres à bouts auront une section transversale analogue, mais symétrique dans le sens vertical, conformément à la figure spéciale qui la représente ; les bouts seront alors travaillés suivant une surface sphérique d'un mètre de rayon. (Commission III.)

XI. Pendant toutes les opérations que l'on devra faire avec les mètres étalons, ils seront portés par les deux rouleaux indiqués par M. le général baron Wrede ; mais, pour leur conservation, ils seront placés dans des étuis convenablement appropriés. (Commission III.)

XII. Chacun des mètres internationaux devra être accompagné de deux thermomètres à mercure, isolés, soigneusement comparés au thermomètre à air ; il est jugé nécessaire que ces thermomètres soient vérifiés, de temps à autre, au moyen du thermomètre à air. (Commission IV.)

XIII. La méthode de M. Fizeau sera employée pour déterminer la dilatation du platine iridié qui servira à la construction des mètres. (Commission IV.)

XIV. Les prototypes seront soumis aux meilleurs procédés à l'aide desquels on pourra déterminer les coefficients de la dilatation absolue des mètres entiers. Ces mesures seront faites séparément, au moins à cinq températures différentes, comprises entre 0 et 40 degrés centigrades. (Commission IV.)

XV. La comparaison relative des prototypes devra être exécutée au moins à trois températures comprises entre ces mêmes limites. (Commission IV.)

XVI. La Commission décide que deux appareils seront construits, l'un à déplacement longitudinal pour le tracé des mètres, l'autre à déplacement transversal pour leur comparaison. (Commission VI.)

XVII. Les comparaisons seront faites en immergeant les nouveaux étalons dans un liquide et dans l'air, mais en réservant de ne plonger l'étalon des Archives dans aucun liquide avant la fin des opérations. (Commission VI.)

XVIII. Le tracé des mètres à traits et leur première comparaison avec le mètre des Archives seront d'abord effectués par le procédé de M. Fizeau. (Commission VI.)

XIX. Pour la détermination des équations des divers étalons, on emploiera, en outre, tous les moyens de comparaison, déjà connus et éprouvés, c'est-à-dire, suivant les cas, soit des touches de différentes formes, soit la méthode de MM. Airy et Struve, soit celle de MM. Stamkart et Steinheil. (Commission VI.)

XX. Les équations entre le mètre des Archives et le nouveau mètre international à traits, ainsi que les équations entre les autres étalons à traits et le mètre international

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seront déterminées par la discussion des résultats de toutes ces observations. (Commission VI.)

XXI. Les opérations seront faites, à l'inverse, en partant du mètre international, pour la construction des étalons à bouts qui seraient demandés par les différents États. (Commission VI.)

En ce qui concerne le kilogramme :

XXII. Considérant que la relation simple, établie par les auteurs du système métrique, entre l'unité de poids et l'unité de volume est représentée par le kilogramme actuel, d'une manière suffisamment exacte pour les usages ordinaires de l'industrie et du commerce et même pour la plupart des besoins ordinaires de la science;

Considérant que les sciences exactes n'ont pas le même besoin d'une relation numériquement simple, mais seulement d'une détermination aussi parfaite que possible de cette relation;

Considérant enfin les difficultés que ferait naître un changement de l'unité actuelle de poids métrique;

Il est décidé que le kilogramme international sera déduit du kilogramme des Archives dans son état actuel. (Décision directe.)

XXIII. Le kilogramme international doit être rapporté à la pesée dans le vide. (Commission V.)

XXIV. La matière du kilogramme international sera la même que celle du mètre international, c'est-à-dire le platine iridié, contenant 10 pour 100 d'iridium avec 2 pour 100 de tolérance en plus ou en moins. (Commission IX.)

XXV. La matière du kilogramme sera fondue et coulée en un seul cylindre, qui sera ensuite soumis à des chauffes et à des opérations mécaniques, capables de donner à sa masse toute l'homogénéité nécessaire. (Commission IX.)

XXVI. La forme du kilogramme international sera la même que celle du kilogramme des Archives, c'est-à-dire un cylindre dont la hauteur égale le diamètre et dont les arêtes soient légèrement arrondies. (Commission IX.)

XXVII. La détermination de poids du décimètre cube d'eau doit être faite par les soins de la Commission internationale. (Commission VIII.)

XXVIII. Les balances qui devront servir aux pesées sont non-seulement celles qui pourraient être mises dès à présent à la disposition du comité d'exécution, par les institutions et les savants qui les possèdent, mais encore une nouvelle balance construite suivant les conditions de la plus grande précision. (Commission X.)

XXIX. Les volumes de tous les kilogrammes seront déterminés par la méthode hydrostatique, mais le kilogramme des Archives ne sera placé ni dans l'eau, ni dans le vide, avant la fin des opérations. (Commission X.)

XXX. Pour déterminer le poids des nouveaux kilogrammes, par rapport à celui des Archives, dans le vide, on se servira de deux kilogrammes auxiliaires, autant que pos-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sible de même poids et de même volume que celui des Archives, suivant la méthode indiquée par M. Stas.

Chacun des nouveaux kilogrammes devra aussi être comparé, dans l'air, avec le kilogramme des Archives. (Commission X.)

XXXI. Le kilogramme international étant construit, tous les autres lui seront comparés, dans l'air et dans le vide, pour la détermination de leurs équations. (Commission X.)

XXXII. On emploiera dans ce but la méthode de l'alternance et celle de la substitution, avec contre-poids de même matière. (Commission X.)

XXXIII. Les corrections relatives aux pertes de poids dans l'air seront effectuées avec les données les plus précises et les mieux discutées de la science. (Commission X.)

En ce qui concerne l'exécution :

XXXIV. Considérant qu'elle est appelée à indiquer les mesures propres à donner au système métrique des poids et mesures un caractère véritablement international ; que l'unité des poids et mesures ne saurait être obtenue, d'une manière rigoureuse et satisfaisante pour les besoins des sciences et des arts, qu'à la condition que tous les pays qui ont adopté le système métrique possèdent des étalons d'égale valeur et de construction identique, parfaitement comparables et rigoureusement comparés : la Commission internationale du mètre, pour remplir sa mission, devra construire autant d'étalons identiques du mètre et du kilogramme que les États intéressés en voudront réclamer ; tous ces étalons devront être comparés par les soins de la Commission, et leurs équations établies aussi exactement que possible ; ensuite l'un de ces mètres et l'un de ces kilogrammes devront être choisis comme prototypes internationaux par rapport auxquels les équations de tous les autres seront exprimées ; enfin les autres étalons ainsi exécutés seront distribués indistinctement entre les différents États intéressés.

XXXV. La confection des nouveaux prototypes du mètre et du kilogramme, le tracé des mètres, la comparaison des nouveaux prototypes avec ceux des Archives, ainsi que la construction des appareils auxiliaires, nécessaires à ces opérations, sont confiés aux soins de la section française, avec le concours du comité permanent, prévu dans l'article suivant. (Commission VII.)

XXXVI. La Commission choisit dans son sein un comité permanent, qui doit fonctionner jusqu'à la prochaine réunion de la Commission, avec l'organisation et les attributions suivantes :

a) Le comité permanent sera composé de douze membres appartenant tous à des pays différents ; pour délibérer valablement, il faut au moins la présence de cinq de ses membres ; il choisit lui-même son président et son secrétaire ; il s'assemblera toutes les fois qu'il le jugera nécessaire, et au moins une fois par an.

b) Le comité dirige et surveille l'exécution des décisions de la Commission interna-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tionale, au sujet de la comparaison des nouveaux prototypes métriques entre eux, ainsi que la construction des comparateurs, balances et autres appareils auxiliaires, servant à ces comparaisons.

c) Le comité permanent fera les travaux indiqués dans le paragraphe (*b*) précédent, avec tous les moyens appropriés qui seront à sa disposition ; il aura recours pour ces travaux au bureau international des poids et mesures, *dont la fondation sera recommandée aux États intéressés*.

d) Lorsque les nouveaux prototypes seront construits et comparés, le comité permanent rendra compte de tous les travaux à la Commission internationale, qui sanctionnera les prototypes avant de les distribuer aux différents pays. (Commission VII.)

XXXVII. La Commission internationale signale aux gouvernements intéressés la grande utilité qu'il y aurait à fonder à Paris un *bureau international des poids et mesures* sur les bases suivantes :

1° L'établissement sera international et déclaré neutre.

2° Son siége sera à Paris.

3° Il sera fondé et entretenu aux frais communs de tous les pays qui adhéreront au traité à intervenir, entre les États intéressés, pour la création du bureau.

4° L'établissement dépendra de la Commission internationale du mètre et sera placé sous la surveillance du comité permanent, qui désignera le directeur.

5° Le bureau international aura les attributions suivantes :

a) Il sera à la disposition du comité permanent pour les comparaisons qui serviront de base à la vérification des nouveaux prototypes, dont le comité est chargé ;

b) La conservation des prototypes internationaux, suivant les prescriptions données par la Commission internationale ;

c) Les comparaisons périodiques des prototypes internationaux avec les étalons nationaux et avec les témoins, ainsi que celle des thermomètres étalons, suivant les règles établies par la Commission ;

d) La confection et la vérification des étalons que d'autres pays pourront demander à l'avenir ;

e) La comparaison des nouveaux prototypes métriques avec les autres étalons fondamentaux, employés dans les différents pays et dans les sciences ;

f) La comparaison des étalons et échelles de précision qui pourront être envoyés à sa vérification, soit par des gouvernements, soit par des sociétés savantes ou même par des artistes et des savants ;

g) Le bureau exécutera tous les travaux que la Commission ou son comité permanent lui demandera, dans l'intérêt de la métrologie et de la propagation du système métrique. (Commission VII.)

XXXVIII. Le bureau de la Commission internationale est chargé de s'adresser au Gouvernement français, pour qu'il veuille bien communiquer, par voie diplomatique,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les vœux de la Commission, concernant la fondation d'un bureau international des poids et mesures, aux gouvernements de tous les pays représentés dans la Commission, et pour qu'il invite ces gouvernements à conclure un traité pour créer, d'un commun accord et le plus tôt possible, un bureau international des poids et mesures sur les bases proposées par la Commission. (Commission VII.)

En ce qui concerne les moyens de conservation et la garantie de l'invariabilité des étalons :

XXXIX. La Commission est d'avis que l'étalon international devra être accompagné de quatre règles identiques, maintenues, comme lui, à température aussi peu variable que possible; une autre règle identique devra être conservée, à titre d'expérience, à température invariable et dans le vide; il y aura lieu d'établir des témoins en quartz et en béryl, comparables en tous temps à la règle entière, en totalité ou par fractions. (*Les autres moyens sont réservés.*) (Commission XI.)

XL. La Commission émet le vœu que, dans l'intérêt de la science géodésique, le Gouvernement français fasse mesurer à nouveau, en temps opportun, une des anciennes bases françaises. (Décision directe.)

EXPOSITION UNIVERSELLE DE VIENNE.

DÉCRET MODIFIANT LA LISTE DES MEMBRES FRANÇAIS APPELÉS A FAIRE PARTIE DU JURY INTERNATIONAL DES RÉCOMPENSES.

La décision qui attribue à la France la présidence des groupes 9 et 18, ainsi que la vice-présidence des groupes 3, 12, 15 et 25 a entraîné les modifications et nominations suivantes dans la liste des membres de la section française du Jury international pour l'Exposition universelle de Vienne que nous avons donnée précédemment (1).

PRÉSIDENTS DE GROUPES.

9e Groupe. — *Céramique, verrerie, objets en pierre.*

M. GUILLAUME, membre de l'Institut et de la Commission supérieure des Expositions internationales, directeur de l'École des Beaux-arts et membre du Conseil de perfectionnement de la manufacture nationale de Sèvres.

18e Groupe. — *Matériel et procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture.*

M. DUC, membre de l'Institut, vice-président du Conseil d'architecture de la Ville de Paris, membre du Jury international de 1867.

---

(1) Voir le cahier de juin 1873, p. 372.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VICE-PRÉSIDENTS DE GROUPES.

3e Groupe. — *Arts chimiques.*

M. Wurtz, membre de l'Institut, doyen de la Faculté de médecine de Paris, membre du comité consultatif d'hygiène publique de France et des jurys internationaux de 1855, 1862 et 1867.

12e Groupe. — *Arts graphiques et dessins industriels.*

M. Wolowski, député à l'Assemblée nationale, membre de l'Institut et de la Commission supérieure des Expositions internationales, professeur au Conservatoire des arts et métiers, membre des jurys internationaux de 1851, 1855, 1862 et 1867, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.

15e Groupe. — *Instruments de musique.*

M. le comte de Chambrun, député à l'Assemblée nationale, membre de la Commission supérieure des Expositions internationales.

25e Groupe. — *Beaux-Arts.*

M. L. Vitet, vice-président de l'Assemblée nationale, membre de l'Institut et de la Commission supérieure des Expositions internationales, président de la Commission des monuments historiques de France (1).

MEMBRES DU JURY.

1er Groupe. — *Exploitation des mines et métallurgie.*

(Modification à la 1re liste.)

M. Gruner, vice-président du Conseil général des mines, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, remplace M. Deseilligny, devenu Ministre des travaux publics.

2e Groupe. — *Agriculture, culture de la vigne et des arbres fruitiers, exploitation forestière.*

(Modification à la 1re liste.)

M. Porlier, sous-directeur de l'agriculture au Ministère de l'agriculture et du commerce, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, remplace M. Lefebvre de Sainte-Marie retenu par ses fonctions.

3e Groupe. — *Arts chimiques.*

M. Kulmann, membre du Jury international de 1867, membre correspondant de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, remplace M. Wurtz, nommé vice-président du 3e groupe.

4e Groupe. — *Substances alimentaires.*

Pas de changements.

5e Groupe. — *Industrie des matières textiles et confections.*

Pas de changements.

6e Groupe. — *Industrie du cuir et du caoutchouc.*

Pas de changements.

7e Groupe. — *Industrie des métaux.*

Pas de changements.

8e Groupe. — *Bois ouvrés.*

Pas de changements.

9e Groupe. — *Objets en pierre, verrerie et céramique.*

Pas de changements.

10e Groupe. — *Tabletterie, maroquinerie, bimbeloterie.*

Pas de changements.

11e Groupe. — *Industrie du papier.*

Pas de changements.

(1) Par suite de la mort récente de M. Vitet, il y aura lieu de pourvoir à son remplacement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

12e Groupe. — *Arts graphiques et dessins industriels.*

M. Mame (Alfred), membre de la Commission supérieure des Expositions internationales, imprimeur-éditeur, à Tours, remplace M. Wolowski nommé vice-président du 12e groupe.

13e Groupe. — *Machines, matériel de transport.*

M. Tresca, membre de l'Institut, sous-directeur du Conservatoire des arts et métiers, membre des Jurys internationaux de 1855, 1862 et 1867, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, remplace M. Féray, d'Essonne.

14e Groupe. — *Instruments de précision et de l'art médical.*

Pas de changements.

15e Groupe. — *Instruments de musique.*

M. Lissajous, professeur de physique, membre des Jurys internationaux de 1862 et 1867, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, remplace M. le comte de Chambrun, nommé vice-président du 15e groupe.

16e Groupe. — *Art militaire.*

Pas de changements.

17e Groupe. — *Marine.*

Pas de changements.

18e Groupe. — *Matériel et procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture.*

Pas de changements.

19e Groupe. — *Types de l'habitation bourgeoise, ses dispositions intérieures, sa décoration, son ameublement.*

M. Waddington, député à l'Assemblée nationale, membre de l'Institut, remplace M. Duc, nommé président du 18e groupe.

20e Groupe. — *Types de l'habitation rurale, ses dispositions, ses ustensiles et son mobilier.*

Pas de changements.

21e Groupe. — *L'industrie domestique nationale.*

Pas de changements.

23e Groupe. — *Objets d'art pour les services religieux.*

Pas de changements.

25e Groupe. — *Beaux-arts.*

MM. Cottier (Maurice) et Dubois (Paul), membres du comité des beaux-arts pour les Expositions internationales, remplacent MM. Guillaume, nommé président du 9e groupe, et Vitet, nommé vice-président du 25e groupe.

26e Groupe. — *Éducation, enseignement, instruction.*

M. Gréard, inspecteur général de l'instruction publique, directeur de l'enseignement primaire du département de la Seine, est adjoint aux deux jurés primitivement nommés.

MEMBRES SUPPLÉANTS.

(Addition à ceux primitivement nommés.)

MM. Aldrophe, membre des Jurys internationaux de 1862 et 1867 (20e groupe).

Aubry-Lecomte, commissaire de marine, membre du Jury international de 1867 (4e groupe).

Barante (baron de), député à l'Assemblée nationale (4e groupe).

Barral (Louis), membre suppléant du Jury international de 1867 (4e groupe).

Basquin, président de la Société industrielle de Saint-Quentin (21e groupe).

Clémandot, ingénieur civil (9e groupe).

Devot, lieutenant de vaisseau (17e groupe).

Dutertre, directeur de l'École d'agriculture de Grignon, membre suppléant du Jury international de 1867 (2e groupe).

Focillon, directeur de l'École municipale Colbert, membre du Jury international de 1867 (27e groupe).

Gallay (J.), auteur de travaux sur les instruments de musique anciens et modernes (15e groupe).

Lamy, professeur de chimie industrielle à l'École centrale, membre du Conseil de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale (3e groupe).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. LAVERRIÈRE (Jules), membre correspondant de la Société centrale d'agriculture de France, en remplacement de M. MARIE, membre de la Commission supérieure, sous-directeur du commerce extérieur au Ministère de l'agriculture et du commerce, retenu par ses fonctions (2e groupe).

MANGIN, directeur des constructions navales au Ministère de la marine (17e groupe).

MARÈS, membre correspondant de l'Académie des sciences et de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale (2e groupe).

MM. MARGUERIN, administrateur des Écoles municipales supérieures de Paris, membre du Jury international de 1867 (26e groupe).

ONIMUS (docteur), de la Faculté de Paris (14e groupe).

PINET, manufacturier (5e groupe).

RAINNEVILLE (DE), député à l'Assemblée nationale (4e groupe).

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Sur un mordant remplaçant le tartre dans la teinture sur laine des couleurs nécessitant l'emploi des sels d'étain, par M. Malfait fils, à Flers (Nord). — Faites dissoudre, d'une part, 10 kilog. d'alun dans 40 litres d'eau chaude, et, d'autre part, 3k,500 d'acide oxalique dans 20 litres d'eau chaude; mélangez les deux dissolutions, et ajoutez 2 kilog. d'acide acétique en remuant avec soin. Ce mélange de 60 litres d'eau chaude avec 15k,500 de matières produit, après refroidissement, 70lit,400, dont le prix est de :

10 kilog. alun à 23 francs les 100 kilog.	2f,30
3k,500 acide oxalique à 250 francs les 100 kilog.	8,75
2 kilog. acide acétique à 14f,50 les 100 kilog. .	0,30
Total.	11f,35

Ce qui met le prix du litre de mélange à 0f,16.

La quantité de tartre que l'on emploie est toujours moitié moindre que celle de cochenille. Pour 1 kilog. de cochenille, on prend donc 0k,500 de tartre, soit pour 1f,25; au contraire, si on se sert du nouveau mordant, il en faut 4 litres, soit pour $4 \times 0^f,16 = 0^f,64$, ce qui fait une économie de 50 pour 100 environ.

Comme les couleurs sur laine dans lesquelles l'emploi des sels d'étain et du tartre est indispensable se font à la cochenille et au fustel, il ne sera question ici que de la teinture obtenue avec ces deux matières tinctoriales :

Teinture à la cochenille. — On commence par faire bouillir la cochenille en poudre avec le mordant, de la même manière qu'on la fait bouillir avec le tartre, c'est-à-dire pendant quinze minutes, et on laisse déposer pour décanter ensuite la liqueur claire. On fait ordinairement trois bouillons, mais on ne se sert que des deux premiers pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ponceau et autres couleurs saillantes, tandis que le troisième, peu chargé de matière colorante, est mis en réserve et ne sert que pour rougir les nuances dont la matière colorante prédominante est autre que la cochenille, telles que les *jaune-orange, saumon,* etc.

Pour 1 kilog. de cochenille on prend 4 litres de mordant et on y ajoute 20 litres d'eau. Après le premier bouillon, on ne refait bouillir le résidu de cochenille qu'avec de l'eau en quantité égale à la première, et on y opère de même avec le résidu provenant du deuxième bouillon sans ajouter de mordant.

On monte alors un bain avec la solution de cochenille ainsi obtenue et la composition d'étain, et on y manœuvre la laine à 70 degrés jusqu'à ce qu'elle prenne la nuance demandée. Si cette nuance est un peu jaunâtre, on ajoute au bain une petite quantité de fustel; si, au contraire, elle est un peu rouge, on ajoute une petite proportion de cochenille ammoniacale, ou, ce qui vaut encore mieux, on passe la laine dans un bain d'eau tiède; dans l'un et l'autre cas, l'importance de ces additions se règle d'après le ton de la nuance. Après teinture, on lave et on fait sécher.

Avant de commencer à teindre, il est toujours bon de passer en eau chaude pendant 15 minutes environ, afin que la matière se prête plus facilement à l'immersion.

Pour les *amarantes* et les *cramoisis,* on emploie la cochenille ammoniacale qui, selon la dose, donne des teintes plus ou moins violacées.

On pourrait aussi teindre la laine en la passant immédiatement dans un bain composé du mordant, de la composition d'étain et de la cochenille en poudre; mais les nuances obtenues par ce moyen ne seraient pas aussi vives, à cause du résidu de cochenille qui embourberait trop le bain. Avant de se servir de la cochenille, il vaut donc mieux l'épuiser d'abord par le mordant, comme on l'a décrit plus haut.

Voici maintenant les proportions à employer :

Cochenille en poudre.	1^{k},600
Mordant.	6^{lit},400
Composition d'étain.	2^{lit},000
Eau (dont 40 litres à chaque bouillon).	120 litres.

On ajoute la quantité d'eau nécessaire dans le baquet, et on y manœuvre la laine à la température de 70 à 80 degrés pendant 45 minutes.

Teinture au fustel. — Pour la teinture au fustel, il suffit de teindre dans le bain où se trouvent à la fois le mordant, la composition d'étain et le fustel, en quantité convenable. On emploie le plus ordinairement la décoction de fustel; à cet effet, on fait bouillir, pendant une heure et demie, 50 kilog. de la substance réduite en petits morceaux dans 50 seaux de 10 litres; on laisse déposer, puis on décante.

La quantité de mordant est la même pour 1 kilog. de fustel (représenté par un seau de décoction) que pour 1 kilog. de cochenille; celle de la composition d'étain est tou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jours de 2 litres pour 10 kilog. de laine. Avec 100 kilog. de laine pour orange ordinaire, on emploie environ 40 kilog. de fustel.

Après avoir garni le bain et mis de l'eau à hauteur, on opère exactement comme pour la teinture à la cochenille. Dans le cas où la nuance demande un peu de rougeur, on ajoute dans le bain une petite quantité de cochenille en poudre.

Préparation de la composition d'étain. — On fait dissoudre, peu à peu et à la température ordinaire, 10 kilog. d'étain en baguettes dans un mélange de 40 litres d'acide muriatique du commerce et 20 litres d'acide nitrique.

(M.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 25 avril 1873.

Présidence de M. *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE. — M. *Brüll,* ingénieur civil, rue de la Rochefoucauld, 68, demande au Conseil d'aider de son influence les démarches que la Société de Paulille fait pour obtenir la liberté du commerce de la dynamite. (Comités du commerce et des arts chimiques.)

M. *Huard du Pally*, ancien conseiller général, au château du Pally près Argenton (Indre), annonce qu'il a découvert une mixture thermogène qui augmente considérablement la puissance calorifique de la houille, mais il dit ne pouvoir en faire connaître la composition. (Une communication faite dans de pareilles conditions ne peut être l'objet d'un examen de la part de la Société.)

M. *Asselin* (Eugène), ingénieur civil, rue des Poissonniers, 4, à Saint-Denis (Seine), donne communication des résultats qu'il a obtenus par l'emploi de la glycérine contre les incrustations des chaudières. (Arts mécaniques.)

M. *de Léon* (Alphonse), à Magescq (Landes), envoie la description d'un projet de moteur, en demandant que la Société en fasse l'examen. (Arts mécaniques.)

M. *Brulé* (E.), faubourg de Hem, 240, à Amiens, envoie le modèle d'une presse pour machines à peigner le lin. (Arts mécaniques.)

MM. *Hans* et *Hermary*, capitaines d'artillerie, à Vincennes, présentent un baromètre fondé sur la comparaison entre un thermomètre à air et un thermomètre à liquide. (Arts économiques.)

M. *Bourchani* (P.), rue Charles V, 2, à Paris, demande que la Société fasse examiner un nouveau procédé de vidanges dont il est l'inventeur. (Arts économiques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Beuchot* (Constant), sous-chef à l'administration des messageries nationales, rue Notre-Dame-des-Victoires, 28, demande le concours de la Société pour faire donner de l'extension à son système de navigation à vapeur dans les canaux et les rivières. (Arts mécaniques.)

M. le *Consul général adjoint d'Autriche-Hongrie*, à Paris, adresse à la Société le tableau du commerce extérieur de l'Empire d'Autriche-Hongrie.

M. *Châtel* (V.), à Valcongrain par Aunay-sur-Odon (Calvados), envoie à la Société divers documents relatifs à une association d'enseignement agricole et horticole, organisée par ses soins entre les instituteurs et institutrices de la zone communale d'Aunay.

M. *Rondot*, membre du comité du commerce, adresse à la Société un exemplaire du rapport qu'il a fait au nom de la quatrième section de la Commission permanente des valeurs.

M. *Gaudin* (Marc-Antoine), calculateur au Bureau des longitudes, fait hommage à la Société d'un exemplaire de son ouvrage intitulé l'*Architecture du monde des atomes*. Paris, 1873, *Gauthier-Villars,* un vol. in-18.

M. *du Moncel* (le comte Th.), membre du comité des arts économiques, adresse à la Société le deuxième volume de son ouvrage : *Exposé des applications de l'électricité*. Paris, 1873, *Lacroix* (Eugène), in-8.

M. *de Hemptine* (A.), fabricant de produits chimiques, à Molenbeck-Saint-Jean-lez-Bruxelles (Belgique). Appareil de concentration de l'acide sulfurique. Note in-4, avec un croquis de l'appareil. (Arts chimiques.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Apiculture*. — M. *Chatin* lit, au nom du comité de l'agriculture, un rapport sur le *Traité théorique et pratique de l'éducation des abeilles*, par M. *Tarin,* ancien magistrat, propriétaire, à Courtenay (Loiret) ; traité publié en 1872, à Montargis, en un volume in-12.

Le comité propose de remercier M. *Tarin* de la communication qu'il a faite à la Société de son ouvrage et d'insérer au *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Aimants artificiels*. — M. *Jamin*, membre du comité des arts économiques, expose devant la Société les études qui l'ont conduit à obtenir des aimants artificiels d'une très-grande puissance.

Il avait été amené, par d'autres travaux, à rechercher quelle était la distribution de la force magnétique dans un barreau aimanté. Les connaissances qu'on avait de cette question étant insuffisantes, il a procédé à nouveau à cette détermination, en mesurant, au moyen de la balance, la force nécessaire pour détacher, successivement, de divers points du barreau, une petite masse sphérique en fer doux pesant 1 gramme. Ces nombres lui ont permis de tracer une courbe dont les ordonnées sont proportionnelles à la puissance magnétique des différents points d'un barreau, depuis son centre jus-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'à son extrémité. Cette courbe est convexe du côté de la barre aimantée.

Mais, quand on aimante une barre d'acier, on n'agit, en réalité, que sur les couches superficielles d'une faible épaisseur, et cet état des molécules extérieures développe, par influence, une aimantation en sens contraire sur les parties centrales du barreau, qui paralyse l'action par laquelle on pourrait chercher à obtenir une plus grande énergie. Ces considérations ont amené M. *Jamin* à penser qu'il y aurait avantage à composer l'aimant artificiel d'une série de lames d'acier aimantées séparément et ensuite superposées. L'expérience a montré l'exactitude de cette prévision : en plaçant une seconde lame sur un barreau pour lequel on a déterminé la courbe de distribution magnétique, on trouve, à l'épreuve, que le résultat de cette superposition est de roidir la courbe de la distribution du système entier, en la rapprochant de la ligne droite ; une troisième lame produit un effet analogue, et on arrive ainsi à réduire cette courbe à une ligne droite oblique, partant du milieu de la longueur du barreau composé et aboutissant au sommet de l'ordonnée qui correspond à l'extrémité de ce barreau. A ce moment, la puissance de l'aimant cesse d'augmenter par de nouvelles additions, et ce système de lames, que M. *Jamin* nomme l'*aimant normal*, est, en même temps, un *aimant maximum* au point de vue de la puissance.

M. *Jamin* montre quelques-uns des aimants qu'il a disposés. Les uns portent de vingt à vingt-cinq fois leur poids ; d'autres, plus considérables, n'atteignent pas à une pareille puissance, mais peuvent porter des poids de 250 à 350 kilog. Cette énergie croît en raison inverse de la dimension des surfaces de contact. La masse du fer doux de l'armature a aussi une grande influence sur elle ; enfin la qualité de l'acier est d'une très-grande importance. On fait, à Harlem, avec un acier particulier, des aimants très-énergiques, et celui que possède le cabinet de l'École polytechnique, dont la puissance a été souvent citée, provient de cette fabrication. Il n'est pas douteux que, lorsque les conditions de fabrication de cet acier seront mieux connues, on ne parvienne à faire des aimants composés, dont l'énergie dépasse encore ceux que M. *Jamin* a obtenus en se servant de l'acier des lames de scies, tel qu'on le trouve dans le commerce.

M. le *Président* remercie M. *Jamin* de cette très-intéressante communication. Il ne doute pas que la nouvelle puissance, qu'il a donnée aux aimants artificiels, ne soit d'une très-grande utilité pour l'industrie, qui ne tardera pas à l'employer pour produire des machines magnéto-électriques d'une grande énergie, sans avoir besoin d'augmenter la force motrice dépensée.

Dynamite. — M. *Balard*, à l'occasion de la demande que M. *Brüll* a présentée à la Société, expose les résultats obtenus dans l'exploitation d'une mine de pyrite, par l'emploi de la dynamite.

Des expériences comparatives, entre l'exploitation à la poudre de mine et à la dynamite, ont été faites avec le plus grand soin par M. *de Ricqlès*, à la mine de Saint-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Julien-de-Valgargues (Gard). Des chantiers d'exploitation ont été établis dans des modes divers : en employant la poudre de mine seule; en employant la dynamite seule; par l'emploi simultané des deux poudres. Dans ces chantiers, tantôt l'ouvrier était payé au mètre courant des trous de mine qu'il produisait, tantôt il était payé au mètre cube de déblai en laissant à sa charge toutes les fournitures à faire, en acier, poudre, dynamite, mèches ou capsules, etc. Ces expériences ont montré que la rapidité du déblai est plus grande dans le rapport de **140** à **100**, lorsqu'on emploie la dynamite, que lorsqu'on se sert de la poudre de mine; on a trouvé, d'ailleurs, qu'il y a dans l'emploi de la dynamite une économie de **16** pour **100** environ.

Il est donc important, non pas seulement au point de vue de l'économie directe à faire sur le prix de l'exploitation, mais surtout à cause de la rapidité d'exécution, que la dynamite soit employée de la manière la plus étendue dans nos travaux de mines. Dès que cent ouvriers peuvent faire, dans le même temps, le travail qui exigerait l'emploi de cent quarante exploitant à la poudre, on obtient, avec l'emploi de toutes les ressources de main-d'œuvre dont on dispose, une réalisation plus prompte des résultats de l'entreprise et, par suite, une diminution des frais généraux qu'elle occasionne.

Il est donc d'un grand intérêt pour l'industrie que toutes les incertitudes relatives à la fabrication et à la vente de la dynamite soient promptement levées, et que les compagnies de chemins de fer puissent en faire le transport comme elles font celui de la poudre de mine.

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil :

MM. *Mourceau*, fabricant, à Paris;
Marandon fils, maître tanneur, à Argenton (Indre);
Simon fils aîné (S. S.), fabricant, à Elbeuf;
Leven (Louis), fabricant, à Paris;
Duseigneur-Kleber, fabricant de soie, à Lyon, présenté par M. *Alcan;*
Lavergne (le comte *de*), vice-président de la Société d'agriculture de la Gironde, à Bordeaux, présenté par MM. *Balard* et *de Bouville* (G.);
Fontaine, ingénieur civil, à Paris, présenté par M. *Jamin*.

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5. — 1873.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

72e ANNEE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XX. — Septembre 1873.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

MOULINAGE.

RAPPORT *fait par* M. ALCAN, *au nom du comité des arts mécaniques, sur un nouveau* MOULIN A SOIE *à double effet et à grande vitesse, imaginé par* M. DUSEIGNEUR-KLÉBER, *de Lyon*.

Messieurs, on sait que l'emploi de la soie à l'état grége, telle qu'on l'obtient par le dévidage des cocons, est fort limité. Cette matière n'acquiert sa flexibilité, son éclat, son brillant, sa blancheur, toute sa valeur, en un mot, qu'après avoir été débarrassée par le décreusage des 25 à 26 pour 100 de son poids de corps étrangers qui enrobent ses fils naturels. Mais pour que ceux-ci puissent supporter l'épuration dans une dissolution savonneuse bouillante plus ou moins prolongée sans se désagréger et sans se transformer en bourre, il est indispensable de les consolider, en en réunissant un certain nombre par la torsion à la machine dite moulin ; de là le nom de *moulinage* donné à la spécialité qui a pour but non-seulement de consolider les gréges, mais de donner aux fils décreusés une apparence particulière, qui forme ce qu'on nomme le *grain* dans l'étoffe tissée. Cinq transformations successives constituent la spécialité du moulinage : 1° le *tavelage* ou dévidage des écheveaux en bobines; 2° la *purge* ou nettoyage des fils pour les débarrasser des bouchons, nœuds, irrégularités, etc., pendant un second dévidage; 3° le *filage* ou premier tors imprimé à la grége isolée; 4° le *doublage* ou la réunion en un, sur une même bobine, de deux des fils précédemment tordus; 5° enfin, la *torsion* de ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fil doublé, en sens opposé de celui du premier tors, qui réalise l'organsin destiné aux fils de chaîne des soieries en général. Ce mode d'opérer dans le moulinage, universellement usité, est aussi ancien que la spécialité introduite d'Italie en France sous le ministère et par les soins de Colbert. Malgré le développement pris chez nous par le moulinage bolonais, il était loin d'être parfait, si on en juge d'après les savants mémoires de Vaucanson présentés à l'Académie des sciences. L'illustre ingénieur ne se borna pas à la critique; il modifia le mécanisme général de l'ancien système. Si on ne comprit pas immédiatement toute la portée des améliorations proposées par Vaucanson, et si on n'adopta pas dans son entier le système qu'il proposa, l'industrie de la soie, aussi bien que celle des autres substances textiles, fit cependant son profit de la plupart des moyens de détails imaginés par Vaucanson. La chaîne qui porte son nom fut substituée à la courroie frottant directement sur les fuseaux ; le mouvement de va-et-vient distributeur pour régulariser l'uniformité des couches de fils superposés, le mouvement différentiel pour ralentir la rotation des bobines à mesure que leur diamètre augmente, l'emploi d'un seul pignon de rechange pour un nombre quelconque de fuseaux, quel que soit le nombre de leurs étages, et plusieurs autres moyens accessoires, actuellement généralisés dans les filatures, dévidages, moulinages et retordages, sont dus à Vaucanson. Les moulins à organsiner des Anglais, établis depuis en fonte, fer et cuivre, sont remarquables par leur exécution, mais ne présentent aucune particularité, aucune amélioration qui n'ait été imaginée par le grand ingénieur français, et cependant tous les perfectionnements proposés par lui n'ont pas été mis à profit.

Depuis la grande étape du progrès à laquelle nous faisons allusion, les recherches ont été plus ou moins actives dans l'industrie des fils de soie, qui continua à modifier les machines, et à y appliquer les connaissances de plus en plus précises de l'art du constructeur. On arriva à doter la spécialité de machines plus légères, moins encombrantes, d'une direction, d'un entretien et d'une surveillance plus faciles que ne le sont les moulins ovales ou ronds de l'ancien système, néanmoins, plus répandus encore dans le Midi qu'on ne pourrait le supposer.

On fut moins heureux dans les recherches constantes ayant pour but, 1° d'exécuter simultanément plusieurs des opérations sus-mentionnées, afin de diminuer les frais de l'outillage, la durée et le prix de revient des manipulations, et les déchets qui en sont la conséquence; 2° d'augmenter la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vitesse des broches pour en retirer une production plus grande. La vitesse normale la plus élevée des fuseaux du moulinage ne dépasse pas 2 500 tours, tandis que celle des mêmes organes atteint de 6 000 à 7 000 tours pour les cotons, les laines, bien moins résistants que la soie.

Le motif le plus souvent allégué pour expliquer cette différence serait un amoindrissement de la qualité de la soie ouvrée à une grande vitesse. Les faits cités plus loin prouveront qu'il n'y a rien de fondé dans cette allégation, tenace comme tous les préjugés.

La cause de la vitesse peu élevée donnée aux broches ainsi que des irrégularités de tension d'une broche à l'autre, si préjudiciables au bon doublage et à la production d'un organsin parfait, tient à la constitution de l'organe dit *coronelle ;* on nomme ainsi un petit chapeau à ailette en fil d'acier, se mouvant librement sur le haut de l'axe de la bobine verticale. Les branches de la coronelle fixées au chapeau se dirigent, en se courbant, l'une de haut en bas, l'autre de bas en haut ; chacune des deux extrémités des fils d'acier est terminée par une boucle ou œil. Le fil de soie, en se déroulant de la bobine verticale, passe en diagonale de l'œil inférieur dans le supérieur, pour s'envider sur la roquelle horizontale qui reçoit le fil. L'ailette, douée d'un mouvement de rotation autour de la broche et d'une action de translation parallèle à cet axe, imprime une torsion et une tension, la première proportionnelle au nombre de tours de la coronelle, la seconde, en raison de son plus ou moins d'élévation ou de l'amplitude de sa course verticale.

Les effets produits par cet organe laissent à désirer. Veut-on élever la vitesse des broches et de l'ailette, afin d'augmenter la production, l'action de la force centrifuge sur les branches de l'appareil devient bientôt telle, qu'elles s'aplatissent et que le fil casse avant d'atteindre 3 000 révolutions à la minute. Lors même qu'on ne dépasse pas la limite ordinaire de 2 000 à 2 500 tours, le mouvement de translation, sollicité par le tirage du fil, est loin d'être le même pour toutes les broches ; de là l'irrégularité de tension, et les défauts graves bien connus sous les noms de *travelages* et de *bouclages*, si nuisibles aux opérations ultérieures et au produit tissé. On avait souvent tenté de se débarrasser de cette coronelle vicieuse et ingouvernable, mais, avec les errements suivis jusqu'ici, le fil tombait, s'enroulait autour du collet de la bobine et se rompait.

Pénétré de ces inconvénients et de leur cause, M. Duseigneur-Kléber

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

eut l'idée d'y remédier par un moyen bien simple en apparence. Il donne aux roquelles une vitesse courante et effective, double ou triple de celle en usage. Avec la tension directe imprimée au fil par la rapidité de son développement, la coronelle n'a plus de raison d'être ; sa suppression non-seulement, a pour effet de faire disparaître les inconvénients ci-dessus signalés, mais permet également d'opérer simultanément, au moulin à organsiner, le doublage et la torsion.

Les deux fils, en se rendant d'abord isolément, puis réunis et tordus sur l'organe récepteur, sont disposés et guidés de façon à être toujours également tendus sur tous les points successivement tordus.

Ainsi, au lieu de doubler et de tordre les fils en deux opérations et de réaliser la première par des bobines verticales immobiles d'où le fil est appelé par la roquelle de rotation horizontale, M. Duseigneur réunit directement sur le moulin à tordre les deux bobines dont les fils doivent être tordus ensemble, et il donne la même vitesse accélérée aux divers organes, fournisseur, envideur, et retordeur. Il n'y a dès lors plus de cause pour que la tension sur les deux bouts ne soit équilibrée, et ne fasse complétement disparaître les variations trop fréquentes du procédé ordinaire. Ce but n'a cependant pu être atteint dans les machines que par des modifications de détails de peu d'importance sous le rapport de la dépense, il est vrai, mais qui n'en sont pas moins le fruit de nombreuses recherches, expériences et modifications successives. Les croquis placés à la suite de ce rapport pourront faire apprécier la valeur et l'ingéniosité des moyens imaginés par M. Duseigneur.

Restait enfin, pour l'auteur, à faire la démonstration que la grande vitesse ne nuisait pas plus à la soie qu'aux autres substances textiles. Il fit construire un appareil de son système, sur lequel les broches peuvent tourner avec une vitesse variant à volonté de 2 000 à 28 000 tours à la minute ; il y ouvra des soies d'un titre plus élevé, c'est-à-dire bien plus fines qu'à l'ordinaire ; on opéra sous les yeux des membres de la Chambre de commerce de Lyon, sur les soies les plus délicates, avec des vitesses prodigieuses, sans que le fil rompît ni que la soie présentât la moindre altération. Nous mettons, d'ailleurs, sous les yeux de la Société un échantillon de soie que nous avons vu ouvrer nous-même.

Depuis lors le procédé a fait industriellement ses preuves ; il fonctionne déjà dans quatre usines, dont une en Italie. Ces établissements ont travaillé,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

depuis deux ans, pour plus de quatre millions d'organsin par le système nouveau. Les vitesses imprimées aux broches de ces usines varient avec les établissements de 6 500 à 8 500 tours à la minute.

On appréciera le service rendu par l'invention de M. Duseigneur, en se rappelant que la vitesse généralement usitée n'atteint pas 3 000 tours, que les cinq opérations classiques du moulinage sont réduites à quatre et les déchets diminués au moins dans la même proportion.

En résumé, l'emploi du système nouveau augmente la production et la perfection des résultats, tout en diminuant les frais dans une proportion notable; son application permet le moulinage de fils d'une finesse inabordable par le procédé ordinaire, et les dépenses sont très-minimes, les anciens moulins pouvant servir avec quelques modifications.

L'invention de M. Duseigneur-Kléber présente donc un ensemble de caractères des plus intéressants ; sa généralisation inaugurera un nouveau progrès dans notre belle et importante industrie des soieries.

Votre comité des arts mécaniques vous propose, en conséquence, de témoigner toute votre satisfaction à M. Duseigneur-Kléber pour sa très-intéressante communication, et d'insérer le présent rapport et les croquis du nouveau moulin dans le *Bulletin*.

Signé ALCAN, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 28 *février* 1873.

LÉGENDE RELATIVE AU NOUVEAU MOULIN A SOIE A DOUBLE EFFET ET A GRANDE VITESSE DE M. DUSEIGNEUR-KLÉBER.

Les figures d'autre part sont les croquis de l'appareil.

Fig. 1. Vue de profil.

Fig. 2. Vue partielle de face.

Fig. 3. Vue en dessous correspondant à la figure 2.

A, A, roquelles verticales portant les fils de grége à dérouler

B, B, fuseaux conduisant les roquelles A.

C, courroie commandant les fuseaux B.

D, règle horizontale en bois.

E, E, crochets inclinés en verre, fixés à la règle D.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

F, baguette de verre horizontale, placée en avant de la règle D à laquelle elle es fixée.

Fig. 1. Fig. 2.

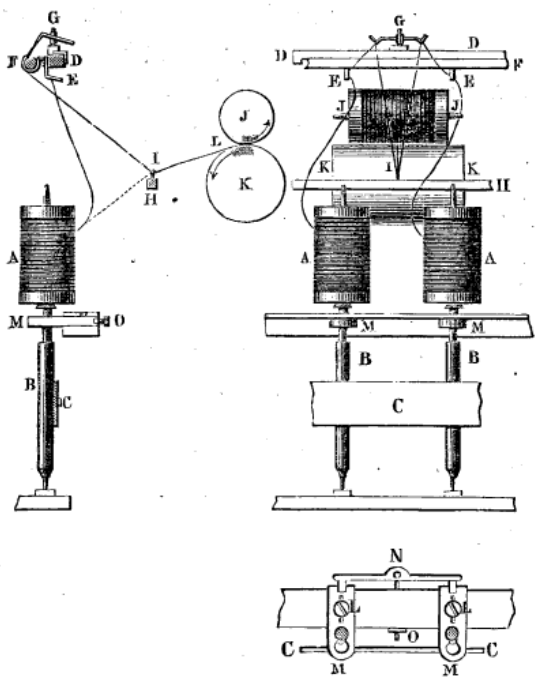


Fig. .

G, crochet double en acier, pivotant sur un axe fixé à la règle D.

H, pièce horizontale, dite *va-et-vient*, disposée derrière les roquelles A.

I, crochet de verre fixé au va-et-vient H.

J, roquelle horizontale pour l'enroulement des deux fils provenant des roquelles A.

K, cylindre communiquant le mouvement à la roquelle J.

L, L, vis servant de guide aux roquelles (fig. 3), pour leur permettre un mouvement de coulisse d'avant en arrière de quelques millimètres.

M, M, pièces, dites *coquettes*, soutenant le collet des fuseaux B.

N, fléau compensateur appuyant sur le talon des coquettes.

O, tige à écrou servant de pivot au fléau N.

Fonctionnement. — Les fuseaux B, activés par la courroie C, entraînent les deux roquelles A dans un mouvement de rotation très-rapide. Les deux fils de grége, s'éle-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vant verticalement, passent d'abord sur les crochets E, de là, frottant sur la baguette de verre F, vont s'engager dans les deux becs du crochet double G, reviennent sur la baguette F, s'engagent dans le crochet I, et, enfin, vont s'enrouler en L sur la roquelle J. (M.)

CÉRAMIQUE.

RAPPORT *fait par* M. SALVETAT, *au nom du comité des arts chimiques, sur un* NOUVEAU SYSTÈME DE MOUFLE *pour cuire les peintures sur porcelaine, faïence, verres et cristaux, présenté par* M. POLLARD, *à Auteuil, route de Versailles*, 134.

Messieurs, les couleurs vitrifiables diffèrent des autres sortes de couleurs en ce qu'elles ont besoin, pour adhérer et prendre leur plus vif éclat, d'une application convenable de la chaleur. La couleur porte généralement en elle-même son fondant que le feu transforme en verre, et qui remplace à la fois le principe adhésif et le vernis de la peinture à l'huile. Lorsque l'excipient sur lequel on a peint est fusible, la couleur pénètre la surface; lorsqu'on peint sur cru, cette pénétration est plus complète; enfin, lorsqu'on peint sur une surface non ramollissable, la couleur ne glace que difficilement dans les lumières. Dans tous les cas, les peintures ne doivent subir de la part de l'atmosphère du four aucune altération. De là, nécessité d'éloigner la pièce à cuire du contact des flammes, et de l'isoler de la cendre et de la fumée en l'enfermant dans un étui, gazette ou moufle. La confection des moufles est chose importante; d'une bonne disposition et d'une composition convenable de ces ustensiles résulte ou la réussite ou la perte de la pièce.

M. Pollard, cuiseur de moufles, a, dans ces dernières années, heureusement modifié la forme et la construction des moufles. Il est inutile de citer ici tous les essais qui dès l'origine ont été tentés. Il suffira de dire que l'usage des moufles en terre cuite s'est perpétué malgré les tentatives faites pour cuire dans du fer, de la tôle et de la fonte.

La forme généralement adoptée se réduit à un demi-cylindre couché dont le fond est complétement fermé, et dont la partie antérieure est ouverte; c'est elle qui sert de porte; l'ouverture est ensuite fermée par une plaque de dimension voulue, qui s'engage dans une feuillure réservée sur tout le pour-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tour du moufle et qu'on lute hermétiquement avec de la terre à four quand l'emmouflement est complet.

On peut imaginer telle modification que l'on voudra pour cuire, un ou deux foyers, sur le devant, sur l'arrière, sur les côtés droit ou gauche; la paroi est en un seul morceau, en plusieurs avec attaches, avec languettes, sans languettes. Le moufle n'en est pas moins composé d'une sorte de croûte plus ou moins épaisse, avec fond horizontal maintenu par une plaque dite *de couche*. Dans ces dispositions les inconvénients sont les mêmes, ruptures des parois qui laissent des interstices par lesquels la flamme et les cendres pénètrent à l'intérieur, en altérant la marchandise. Dans ces systèmes, la flamme lèche d'une manière irrégulière, cause incessante de coups de feu, la paroi latérale soumise à des alternatives de température dont l'effet immédiat est la fracture.

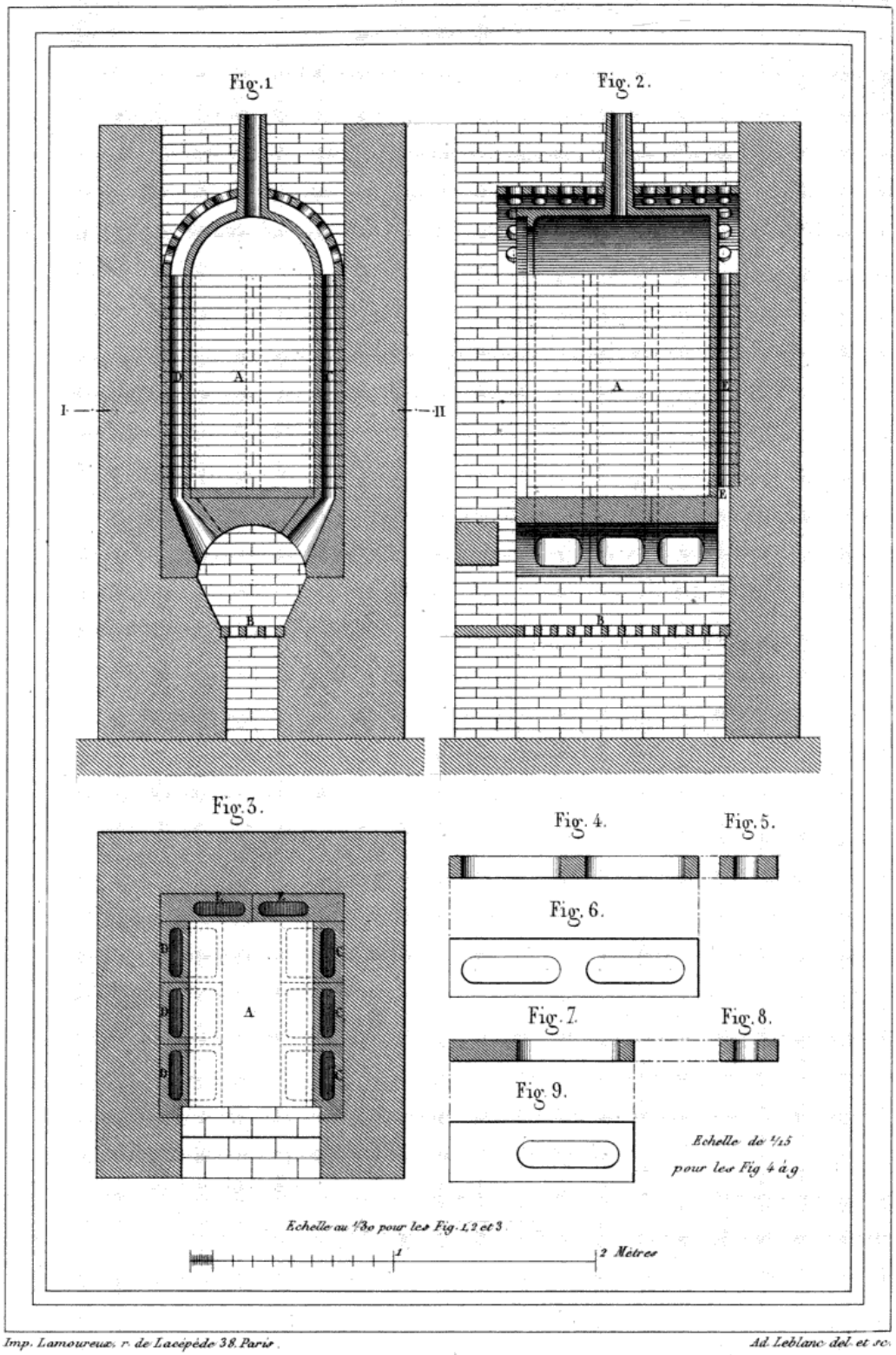
En Angleterre, on a disposé les moufles de telle sorte que les parois sont formées par des briques à plat, soit donc de 11 centimètres d'épaisseur. Sur le côté, des carnaux réservés dans l'épaisseur du mur conduisent la chaleur, amenant au rouge le moufle avec une perte considérable de l'effet utile du combustible. Les foyers sont bien au-dessous du sol du moufle et alimentés par la houille.

M. Pollard a pensé qu'il pouvait réunir dans une même disposition les avantages des deux méthodes, parois relativement minces des moufles français, utilisation des carnaux distincts par l'emploi des briques creuses. D'après ces données, l'espace réservé pour le moufle proprement dit étant donné, on place successivement dans cet espace une série de briques creuses, disposées plein sur joint de façon à faire un revêtement intérieur réservant la capacité du moufle lui-même.

Les figures de la planche qui accompagne ce rapport rendent compréhensible l'explication de l'invention et facilitent la description de l'appareil. La hauteur du moufle dépend du nombre d'assises des briques faites sur le même modèle; elles sont alternantes, joint sur plein, de manière à faire verticalement des carnaux réguliers.

Les avantages de ce système sont représentés par une longue durée, une économie de combustible, quand on cuit tous les jours, et l'absence de la plupart des accidents reprochés aux appareils ordinaires; les réparations sont faciles; la constatation en a été faite tant à Auteuil, chez M. Macé, qu'à la manufacture de Sèvres qui a fait application de ce nouveau modèle dans un atelier complet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



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

MOUFLE POUR LA CUISSON DES PEINTURES SUR PORCELAINE, PAR M. POLLARD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A Auteuil, on a constaté qu'un premier moufle, encore en service, faisant vingt-cinq cuissons par mois, cuit encore ; il a fait vingt mois de service effectif et huit mois d'interruption pendant la guerre.

Ce système serait avantageux surtout si la dimension du moufle était uniforme. Aussi M. Pollard a-t-il fait ses efforts pour vendre un modèle unique. MM. Dalifol et Huet, avenue de Choisy-le-Roi, 172, ont fait accepter comme normal, c'est-à-dire le plus avantageux, un type unique chez MM. Haviland, Brianchon et Macé, fabricants et décorateurs bien connus.

Les essais faits à la manufacture de Sèvres ont permis de constater, dans cette méthode de fabriquer les moufles, économie, durée, absence des fentes, peu de chances mauvaises, refroidissement lent, et, par suite, dépense moindre en combustible, tous avantages très-appréciables. Ils confirment et vérifient les résultats indiqués par l'industrie privée.

En conséquence, votre comité des arts chimiques vous propose :

1° De remercier M. Pollard de sa communication ;

2° De décider l'insertion du présent rapport dans le *Bulletin* de la Société, avec le dessin du nouveau système de moufle.

Signé SALVETAT, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 22 *novembre* 1872.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 495 REPRÉSENTANT LE SYSTÈME DE MOUFLE DE M. POLLARD.

Fig. 1. Section transversale perpendiculaire à l'axe de la grille du four.

Fig. 2. Section longitudinale passant par l'axe de la grille.

Fig. 3. Section horizontale suivant la ligne I, II de la figure 1.

Fig. 4. Section longitudinale du modèle de brique creuse double servant à la confection des carnaux.

Fig. 6. Plan du même.

Fig. 7, 8 et 9. Sections et plan du modèle de brique creuse simple.

A, moufle muni, sur le rebord antérieur, d'une feuillure pour maintenir la porte.

B, grille.

C, carnaux verticaux de droite.

D, carnaux verticaux de gauche.

E, carnaux verticaux du fond.

Ces carnaux sont construits au moyen des briques creuses représentées figures 4, 5, 6, 7, 8 et 9. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ENGRAIS.

RAPPORT *fait par* M. HERVÉ MANGON, *au nom du comité d'agriculture, sur les* PROCÉDÉS DE PRÉPARATION DES MATIÈRES ANIMALES DESTINÉES A LA FABRICATION DES ENGRAIS, *présentés par* M. COIGNET, 130, *rue Lafayette, à Paris.*

Messieurs, vous avez renvoyé à l'examen de votre comité d'agriculture une communication de M. Coignet, relative aux procédés nouveaux qu'il emploie pour préparer les matières animales destinées à la composition de ses engrais.

Votre comité d'agriculture, Messieurs, s'est toujours abstenu d'exprimer un avis sur la valeur des engrais dont on présentait des échantillons à la Société. Il ne sortira pas de sa réserve habituelle, malgré l'estime toute particulière que lui inspire la maison Coignet. Il s'abstiendra donc de vous parler des engrais qui accompagnaient la communication qui vous a été faite; mais il regarde comme un devoir de vous entretenir des nouveaux procédés de fabrication de M. Coignet, procédés dont les applications ne peuvent manquer de devenir très-nombreuses et qui permettront d'utiliser beaucoup de matières que l'agriculture ne sait pas employer avantageusement jusqu'à ce jour, malgré leur grande richesse en éléments fertilisants.

La corne, les sabots des animaux, les poils, les débris de peaux tannées, les chiffons de laine, etc., sont, comme on le sait, très-riches en azote et autres produits fertilisants, mais la difficulté de réduire ces matières en poudre fine pour les mêler au sol, et la lenteur extrême de leur décomposition dans la terre, ne permettent pas d'en tirer un profit en rapport avec la valeur de leurs éléments constitutifs.

M. Coignet s'est proposé de pulvériser très-économiquement ces diverses substances, de faciliter leur mélange intime avec le sol, et en même temps de rendre leur décomposition aussi prompte et aussi complète que celle des matières organiques de nos fumiers. Il est parvenu à résoudre ce problème d'une manière très-ingénieuse et très-pratique.

Les vieux cuirs de toute sorte, la corne et autres matières analogues sont introduits dans une étuve qui peut avoir jusqu'à 20 mètres cubes de capacité. Cette étuve est en tôle; elle présente, à sa partie supérieure, une porte pour le chargement, et des portes latérales inférieures pour le déchargement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des produits. Un plancher formé de briques à jour est établi à quelques décimètres au-dessus du fond de l'étuve.

Le bas de l'étuve communique, par un large tuyau de tôle, avec la cheminée de l'usine, ou avec un ventilateur aspirant. A côté de l'étuve est établi un fourneau rectangulaire, dans lequel on brûle du coke et dont la cheminée débouche à la partie supérieure de l'étuve dont on a parlé d'abord. L'air chaud et les produits de la combustion traversent, par conséquent, de *haut en bas*, les matières réunies dans l'étuve.

Quand l'étuve est remplie et que ses portes ont été fermées et lutées avec soin, on allume le fourneau et on ouvre les portes placées au-dessus du foyer pour faire arriver dans l'étuve un grand volume d'air à une température qui ne doit pas dépasser 150 degrés. Quand toute la masse de l'étuve est arrivée à cette température, on charge le fourneau de coke et l'on ferme toutes les portes, pour qu'il entre seulement assez d'air pour empêcher le fourneau de s'éteindre. En même temps on lance un jet de vapeur dans la cheminée du fourneau. Cette vapeur se mêle à l'air brûlé et traverse ainsi l'étuve à une température de 150 à 160 degrés.

Après quelques heures de ce traitement, la corne, les vieux cuirs, les déchets de colle, etc., sont légèrement boursouflés et devenus parfaitement secs et friables, sans avoir perdu aucun de leurs éléments azotés. On laisse refroidir la masse et on l'extrait de l'étuve. Il ne reste plus qu'à la pulvériser en la faisant passer sous une meule verticale et à la passer au crible pour séparer quelques corps étrangers.

L'ingénieux emploi que M. Coignet a pu faire de la chaleur dans sa nouvelle étuve lui a permis d'utiliser des déchets de cuirs, de cornes, etc., très-riches en azote, et de former des mélanges dont la composition est si exactement connue qu'il n'hésite pas à la garantir par facture, s'engageant à tenir compte des manquants en azote et en phosphates qui pourraient être constatés.

Votre comité d'agriculture estime que les procédés de M. Coignet permettent d'employer économiquement, comme engrais, beaucoup de matières qui ne pouvaient pas être utilisées jusqu'à présent. Il pense que le système d'étuve de M. Coignet est appelé à rendre beaucoup d'autres services à l'industrie.

En conséquence, nous avons l'honneur de vous proposer,

1° De remercier M. Coignet de son importante communication ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° D'insérer le présent rapport dans votre *Bulletin*.

Signé HERVÉ MANGON, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 13 *juin* 1873.

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. H. BOUILHET, *au nom du comité des arts économiques, sur les* OUTILS DE JOAILLIER ET DE BIJOUTIER *présentés pas* M. CAPITAINE, *rue Sainte-Anne,* 53, *à Paris.*

Messieurs, M. Capitaine, habile ouvrier joaillier-bijoutier, a présenté à l'examen de votre Société différents outils inventés par lui et destinés à faciliter le travail dans les ateliers de bijoutiers.

Votre comité des arts économiques, qui m'a chargé de les examiner, a été à même d'apprécier les services qu'ils peuvent rendre à cette industrie, et c'est après les avoir constatés que je viens, en son nom, vous en rendre compte.

Une des principales opérations du joaillier, dont l'art consiste à reproduire, avec des feuilles d'argent et d'or enrichies de diamants et de pierres fines, des ornements, des feuilles, des fleurs, et, le mérite, à modifier souvent et habilement au gré de la mode et du caprice féminin les bijoux qu'il invente, est de changer souvent aussi les matrices qui lui servent à *mouvementer* (c'est le terme technique) les feuilles de métal qu'il emploie.

Pour obtenir ce résultat, chaque atelier de joaillier possède une série de poinçons appelés *bouterolles* qui, enfoncés dans un alliage de plomb, forment une petite matrice provisoire dans laquelle l'ouvrier estampe et *mouvemente* les feuilles d'argent ou d'or destinées à être garnies de diamants. Or ces matrices s'usent, les bouterolles se perdent, et la recherche de la matrice fait perdre à l'ouvrier un temps précieux.

M. Capitaine a eu l'idée de réunir sur un seul outil plus de 300 matrices de ce genre.

Le *boulet-coussin*, c'est ainsi qu'il l'appelle, est une sphère en alliage dur (plomb, étain et antimoine), de 0,10 centimètres de diamètre, obtenue par la fonte dans un creux en bronze et dont la surface est garnie de plus de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

300 cavités de formes variées, circulaires, elliptiques, allongées, cintrées et de dimensions variées.

Placé sur un coussin en gutta-percha, enfermé dans un anneau de fonte qui l'empêche de rouler, et qui soutient le coup de marteau, ce boulet offre une grande solidité, rappelle par son usage le coussin du graveur et se prête facilement, sans recherches et sans perte de temps, au travail que le joaillier a besoin d'exécuter. Quand les cavités et la forme sont usées par un travail fréquent, il suffit de refondre pour obtenir un nouveau boulet d'un très-bon usage.

M. Capitaine a aussi exécuté un boulet avec saillies variées, qui se prête parfaitement aux divers usages du joaillier.

Un autre outil soumis à votre appréciation est le *chasse-pierre*.

Il est nécessaire, dans la joaillerie, de démonter souvent les diamants sertis dans le métal précieux, soit pour en apprécier la valeur, ce qui ne se fait sérieusement que la balance à la main, soit pour les changer et modifier le bijou qui les enchâsse. Ce travail, qui consiste à dessertir les griffes qui maintiennent les pierres en place, entraîne souvent la perte d'une pierre de valeur et peut déformer la monture.

Le chasse-pierre de M. Capitaine remédie à cet inconvénient; il a la forme d'une pierre de bijoutier. La branche supérieure est arquée et terminée par une pointe conique en acier de 15 millimètres de longueur; la branche inférieure est horizontale et munie d'un œil de 5 millimètres de diamètre placé dans l'axe de la pointe d'acier. Au-dessous de cette dernière branche, et montée sur une coulisse, se trouve une cavité en cuivre mince faisant poche, et servant à retenir le diamant au moment où il est détaché par le rapprochement de la branche supérieure.

Une série de lentilles circulaires pouvant se substituer les unes aux autres se placent dans l'œil de la branche inférieure, et permettent de démonter avec une même pince les œuvres en diamant de toute dimension.

D'autres perfectionnements ont été introduits par M. Capitaine dans les ateliers de joaillerie; c'est lui qui, montant sur un ressort caché les chatons garnis de pierres fines et de diamants, donne aux feuillages, aux fleurs, aux brins d'herbe en diamants ainsi montés, cette mobilité qui fait jeter plus d'éclat à la pierre précieuse.

C'est lui encore qui a rendu plus faciles la fabrication et l'essai des colliers et rivières en diamants, en établissant un mandrin en bronze ayant la forme d'un buste tronqué, sur lequel des lignes rayonnantes permettent de trouver facilement les divisions du collier et d'en faire l'ajustement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces divers outils sont tous mis en pratique et fort appréciés par les premiers joailliers de Paris; citer leurs noms, c'est dire l'importance qu'y ont attachée MM. Bapst, Boucheron, Mellerio, Rouvenat, etc.

Votre comité a pensé que l'esprit pratique dont M. Capitaine a fait preuve méritait d'être encouragé et, dans ce but, il vous propose de le remercier de sa communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*, avec le dessin des deux outils principaux.

Signé H. Bouilhet, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 24 janvier 1873.

OUTILS PRINCIPAUX IMAGINÉS PAR M. CAPITAINE.

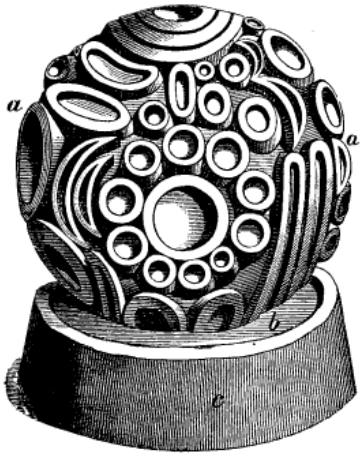


Fig. 1.
Échelle aux 2/3 d'exécution.

Boulet-coussin.

La figure 1 représente en perspective le boulet-coussin.

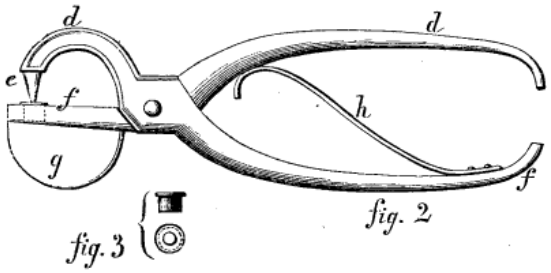
a, boulet proprement dit, dont la surface est garnie de cavités de formes variées.

b, coussin en gutta-percha sur lequel se place le boulet.

c, anneau de fonte entourant le coussin *b*, auquel il donne de la stabilité en même temps qu'il supporte le choc du marteau.

Chasse-pierre.

Fig. 2. Vue en élévation du chasse-pierre.



Échelle 1/2 grandeur d'exécution.

Fig. 3. Vue en élévation et en plan d'une des lentilles servant à chasser les pierres à démonter.

d, branche supérieure du chasse-pierre.

e, pointe conique en acier, terminant l'extrémité arquée de la branche *d*.

f, branche inférieure, munie d'un œil ménagé en regard de la pointe *e*; c'est dans cet œil que se place, maintenue par son rebord, celle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des lentilles qui convient pour la pierre à démonter, et dont la figure 3 montre un spécimen.

g, poche métallique assemblée à coulisse sur l'extrémité de la branche *f*, et destinée à recevoir la pierre démontée par la pointe *e*.

Les branches *d* et *f* sont articulées l'une sur l'autre à la manière d'une tenaille, et l'action est produite au moyen du ressort *h* placé entre elles et fixé sur la branche inférieure.

(M.)

ARTS ÉCONOMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. PRIESTLEY, *au nom du comité des arts économiques, sur un nouveau* SYSTÈME DE BOUCHAGE DES BOUTEILLES DE CHAMPAGNE, *imaginé par* M. CHAMBRIER, *à Charleville* (*Ardennes*).

Messieurs, chacun connaît le mode de fermeture adopté pour les bouteilles à vin de Champagne, fermeture motivée par la forte pression qui existe dans la bouteille. M. Chambrier est l'inventeur d'un autre mode de bouchage, objet du présent rapport.

M. Chambrier remplace la ficelle et le fil de fer généralement employés par une griffe à trois branches qui traversent une capsule métallique recouvrant la partie supérieure du bouchon, et dont les parties inférieures en forme de crochets sont retenues par la bague terminant le col de la bouteille.

Deux des branches sont solidaires ; la troisième, s'accrochant à celles-ci dans la partie supérieure, détermine à l'état libre, par son mouvement, celui des premières. Elles s'écartent donc ou se rapprochent simultanément.

Le gaz pressant le bouchon, celui-ci agit sur les griffes, et, par conséquent, c'est la pression intérieure qui détermine l'attache des griffes à la bague de la bouteille.

Ce mode de fermeture simplifie le bouchage, qui s'opère à la mécanique et avec peu de main-d'œuvre. Il rend aussi le débouchage par le consommateur beaucoup plus facile.

Ces avantages ont paru suffisants à MM. Tisse et Thirion de Reims pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

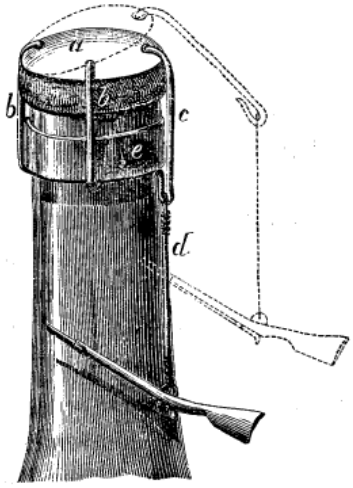
les déterminer à adopter le système pour toute leur fabrication. Il y a donc là une sérieuse application industrielle.

Le comité des arts économiques vous propose, Messieurs, de remercier MM. Chambrier, Tisse et Thirion de leur communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*, avec le croquis du système de bouchage.

Signé PRIESTLEY, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 13 *décembre* 1872.

La figure ci-dessous représente en perspective le système de bouchage de M. Chambrier.



a, capsule métallique recouvrant la partie supérieure du bouchon.

b, *b*, branches solidaires de la griffe, traversant la capsule *a* et terminées en crochet à leur partie inférieure.

c, troisième branche de la griffe, traversant aussi la capsule sous laquelle elle vient s'accrocher aux deux autres; sa partie inférieure est également reployée en crochet.

d, fil de fer attaché à la branche *c*, et portant une petite barette en forme de fusil qui sert de levier de débouchage.

e, bague terminant le col de la bouteille, et sous le rebord intérieur de laquelle s'accrochent les trois branches *b*, *b*, *c* de la griffe.

On comprend le mode de serrage; le gaz qui exerce sa pression sur le bouchon tend constamment à repousser la capsule de bas en haut et à serrer, par conséquent, les crochets des griffes contre la bague de la bouteille. Il suffit, pour opérer le débouchage, de tirer à soi le fil de fer *d*; la branche *c*, qui n'est pas solidaire des deux autres, s'écarte facilement, comme l'indique le ponctué de la figure, et, dès lors, la pression du gaz ne trouvant plus d'obstacle, le bouchon ne tarde pas à sauter.

(M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉTALLURGIE SIDÉRURGIQUE.

ÉTUDES SUR LES HAUTS FOURNEAUX, PAR M. L. GRUNER, INSPECTEUR GÉNÉRAL DES MINES.
(*Résumé.*)

§ 1. On se préoccupe beaucoup, depuis quelques années, en Angleterre surtout, de deux modifications importantes apportées au régime ancien des hauts fourneaux. On les *exhausse* et les *agrandit*, et l'on *chauffe* le vent jusqu'au rouge, en se servant des grands appareils en terre réfractaire de Cowper-Siemens et de Whitewell. On est arrivé, sous ce double rapport, à des chiffres que beaucoup de métallurgistes, M. Lowthian Bell, par exemple, trouvent exagérés, tandis que d'autres n'admettent, en quelque sorte, aucune limite, si ce n'est celle de la possibilité pratique. Ces divergences de vues se sont fait jour dans les réunions et dans les publications de l'*Iron and steel Institute*, association qui renferme dans son sein les sidérurgistes anglais les plus connus, les Bessemer, Siemens, Bell, Whitworth, Menelaus, Williams, etc. M. Gruner s'est proposé d'examiner cette question et d'étudier, à ce point de vue, les réactions chimiques et calorifiques, mises en jeu dans ces énormes appareils. A cet effet, il a utilisé la série de mémoires fort intéressants que M. Lowthian Bell a publiés dans le journal de l'*Iron and steel Institute*, et les a rapprochés de ses recherches personnelles sur le même sujet, les unes depuis longtemps professées dans son cours de métallurgie à l'École des mines de Paris, les autres récemment publiées dans le *Recueil des savants étrangers* et dans les *Annales de physique et de chimie* (1). Nous essayerons de résumer cet important travail, qui forme un volumineux mémoire inséré aux *Annales des mines*.

§ 2. *Agrandissement progressif des hauts fourneaux.* — Les hauts fourneaux au charbon de bois ont rarement, en France, au delà de 10 à 12 mètres de hauteur sur 20 à 30 mètres cubes de volume intérieur. En Autriche, en Russie et en Suède, où les transports par voie de flottage ou par traîneaux permettent des accumulations plus grandes de comestibles, on est allé jusqu'à des hauteurs de 15 mètres et des volumes atteignant 50 à 60 mètres cubes. Dans les districts houillers, les hauts fourneaux ont reçu, dès l'origine, des dimensions plus considérables, et pourtant les fourneaux ordinaires du Staffordshire ne mesurent encore que 70 à 75 mètres cubes sur 12 à 13 mètres de hauteur, et les plus grands ne dépassent guère 100 à 150 mètres cubes. Vers 1830, leur volume n'était même, en moyenne, que de 50 à 55 mètres cubes, et dans le pays de Galles d'environ 60 à 70. Mais déjà, en 1860, MM. Gruner et Lan ont constaté (2) une tendance très-marquée vers un agrandissement progressif

(1) *Savants étrang.*, tome XXII, et *Annales de physique et de chimie*, numéro de mai 1872.
(2) *État présent de la métallurgie du fer en Angleterre*, page 140.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de ces appareils. En Écosse, on était arrivé de 90 à 200 mètres cubes, et, dans le pays de Galles, de 70 à 150, avec quelques fourneaux exceptionnels de 200 à 230. Ces agrandissements successifs avaient surtout pour but l'accroissement de la production, et M. Gruner constata, en effet, que la production avait sensiblement grandi proportionnellement au volume intérieur.

Dans les grands comme dans les petits hauts fourneaux anglais, on produisait en moyenne une tonne de fonte de moulage (nos 1 et 2) par 7 à 8^{m3} de volume intérieur, une tonne de fonte de forge grise (nos 3 et 4) par 6 à 7^{m3}, et une tonne de fonte de forge truitée ou blanche (nos 5 et 6) par 5 à 6^{m3}. Par la comparaison d'un grand nombre de hauts fourneaux du continent, l'auteur était d'ailleurs arrivé depuis longtemps aux mêmes conclusions.

En 1851 fut établi le premier haut fourneau du Cleveland, près de Middlesborough. MM. Vaughan et Bolckow lui donnèrent $12^{m},80$ de hauteur sur 130^{m3} de volume intérieur.

En 1853, MM. Bell frères construisirent l'usine de Clarence-Works, et y établirent plusieurs fourneaux de $14^{m},60$ et 175^{m3}.

De 1853 à 1860 on éleva, dans le même district, un grand nombre d'autres hauts fourneaux; mais aucun d'eux ne dépassa en hauteur $17^{m},50$, ni en volume 200^{m3}; la plupart ne reçurent même que 15 à 16 mètres sur 150 à 170^{m3}.

Par contre, à partir de 1861, se manifeste une tendance marquée vers un agrandissement prodigieux de ces appareils.

Ainsi, en 1861, MM. Whitwell et compagnie bâtirent à Thornaby trois hauts fourneaux de $18^{m},30$ sur 362^{m3}.

En 1862, MM. Bolckow et Vaughan allèrent à 23 mètres avec un volume de 340^{m3}.

En 1864, M. Samuelson donna à ses premiers hauts fourneaux de Newport 21 mètres et 440^{m3}; et M. Thomas Vaughan, à ses appareils de Southbank, $24^{m},70$ et 450^{m3}.

En 1866, MM. Bolckow et Vaughan adoptèrent, dans leur usine de Cleveland, les types *élancés* de 29 mètres sur 430^{m3}, tandis que MM. Hopkins, Gilkes et compagnie à Tees-Side, donnèrent la préférence aux fours plus *élargis* de 23 mètres de hauteur sur 566^{m3} de volume.

En 1867, on alla, à Norton, jusqu'à 26 mètres sur 736^{m3}.

En 1868, MM. Bolckow et Vaughan élargirent leurs deux fourneaux de 1866, l'un jusqu'à 736^{m3}, l'autre à 815^{m3}, en conservant d'ailleurs, dans les deux cas, la hauteur primitive de 29 mètres.

En 1870, M. Cochrane éleva, à Ormesby, un fourneau *monstre* de $27^{m},50$ et 1165^{m3}, tandis qu'à Ferry-Hill, à l'ouest de Middlesborough, on adopta, avec une hauteur plus grande encore, un volume un peu moindre, $31^{m},50$ sur 935^{m3}.

Enfin, depuis lors, en 1871, M. Cochrane a donné, à son dernier fourneau, jusqu'à 1218^{m3} pour la même hauteur de $27^{m},50$.

Les profils intérieurs de la plupart de ces fourneaux sont reproduits sur la pl. 496,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'après la notice historique de M. J. *Gjers*, sur le développement graduel des hauts fourneaux du Cleveland (1). On y constate les formes les plus variées, des profils *élancés* presque cylindriques, à côté de cuves singulièrement *trapues*, élargies au ventre, puis fortement rétrécies vers le haut. Ces formes, aussi bien que la hauteur, le volume total, le mode de chargement, etc., exercent, comme chacun sait, une certaine influence sur la marche des fourneaux. La production et la consommation varient avec ces éléments. Malheureusement la courte notice de M. J. Gjers ne renferme à ce sujet aucun détail, pas même l'indication de la production maximum ; mais cette regrettable lacune a pu être comblée, en partie, par les données que fournissent les mémoires de M. L. Bell et le compte rendu des vives discussions que provoqua la lecture de ces mémoires au sein des réunions de l'*Iron and steel Institute*.

Ce qui frappe tout d'abord, c'est que, de l'aveu de tout le monde, la *production de ces grands fourneaux ne croît pas proportionnellement à leur volume*.

Le tableau suivant indique les productions de quatre types de dimensions très-différentes, donnant des fontes de forge n^{os} 3 et 4 à Clarence-Works, chez M. Bell ; il indique aussi les résultats fournis par les fourneaux de MM. Bolckow et Vaughan et ceux de Ferry-Hill, alimentés par les mêmes minerais et le même coke que les précédents, le vent étant également chauffé à la température de 400 à 450 degrés C. et les fontes appartenant aux n^{os} 3 et 4 comme les précédentes.

ÉLÉMENTS DES FOURNEAUX.	HAUTS FOURNEAUX de Clarence.				HAUTS FOURNEAUX de MM. Bolckow et Vaughan.		HAUT FOURNEAU ancien de Ferry-Hill.	HAUT FOURNEAU moderne de Ferry-Hill.
	Ancien four de 1853.	Haut fourneau de 1866.	Haut fourneau de 1865.	Haut fourneau de 1870.	Construit en 1865.	Construit en 1868.		
	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3
Volume total.	170	330	440	700	430	736	453	935
	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
Hauteur.	14,60	24,4	24,4	24,4	29	29	24,4	31,5
	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.
Production par vingt-quatre heures.	30	38,6	50	60	46	52	50	78
	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.	chiffre incertain, voisin de 1 000 k.
Consommation en coke par tonne de fonte.	1 450	1 125	1 125	1 125	1 125	1 125	1 125	
	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3
Volume intérieur par tonne produite dans les vingt-quatre heures. . . .	5,6	8,6	3,8	11,7	9,3	14	9	12

Enfin, en comparant les trois types successivement élevés par M. Samuelson

(1) *Journal of the iron and steel Institute*, n° de novembre 1871.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à Newport, près de Middlesborough, on trouve encore des chiffres identiques.

	m3		tonnes.	heures.	m3	
Un ancien fourneau, de.	144,	produit	23	par 24,	soit 6,3	par tonne.
Un second fourneau (1864), de	440,	—	45	—	9	—
Et le dernier fourneau, de. . . .	850,	—	70	—	12	—

Aussi L. Bell remarque à ce sujet, avec beaucoup de raison, que nulle part, dans le Cleveland, un fourneau de 25 000 pieds cubes (710^{m3}) ne produit deux fois autant qu'un four de 12 000 pieds cubes (1).

En réalité, on voit que, dans les anciens fourneaux de 150 à 200^{m3}, le volume moyen est de 6^{m3} par tonne de fonte n^{os} 3 et 4, tandis que, dans les hauts fourneaux plus modernes de 300 à 450^{m3}, on trouve 8 à 9^{m3} et, dans les fourneaux les plus récents de 700 à 1 200^{m3},12 et parfois 14^{m3}. En d'autres termes, la descente des charges exige 60 à 70 heures dans les grands fourneaux, et seulement 30 à 40 dans les petits.

Cette extrême lenteur de la descente des charges peut offrir à un certain point de vue des avantages réels. Les variations inévitables des matières premières sont moins sensibles dans les grands fourneaux. Il se pourrait aussi que la réduction se fît dans de meilleures conditions, que le minerai arrivât mieux préparé dans la zone de fusion. Mais n'y a-t-il aucune limite dans cette voie de l'agrandissement progressif des hauts fourneaux ? Ne peut-on pas dépasser un *juste milieu,* auquel correspondrait un maximum d'économie ? Dans une marche *par trop lente,* l'acide carbonique, provenant de la réduction du minerai, n'est-il pas exposé à reformer sans cesse, au contact du carbone incandescent, de l'oxyde de carbone en proportion d'autant plus forte que la descente est moins rapide ? En un mot, la consommation est-elle nécessairement d'autant moindre que les fourneaux sont plus vastes, ou leur marche plus lente?

Les chiffres qui viennent d'être cités répondent déjà en partie à cette question. Avant 1860, on consommait dans les hauts fourneaux du Cleveland 15 à 1 700 kilogrammes de coke par tonne de fonte grise de forge (2), ou tout au moins 1 450 kilogrammes, d'après les récentes données de M. L. Bell. Aujourd'hui, dans les grands fourneaux, la consommation est de 1 125 kilogrammes, lorsqu'on chauffe le vent vers 400 à 500 degrés C. Mais il est certain qu'il n'y a, *au point de vue de la consommation,* aucune différence entre les fourneaux de 300 à 500^{m3} et ceux de 800 à 1 000^{m3}.

Si donc, au delà d'une certaine limite, les grands fourneaux ne produisent pas plus de fonte, et ne consomment pas moins de coke que les appareils de dimensions moyennes, il semble réellement peu rationnel d'accroître le capital d'établissement

(1) *Journal of the iron and steel Institute,* numéro 4, 1871, page 391.
(2) *État présent de la métallurgie du fer en Angleterre,* page 388.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par la création de ces fourneaux *monstres*. C'est, en effet, ce que l'on paraît avoir compris chez nos voisins. Une certaine réaction s'est déjà manifestée en Angleterre parmi les maîtres de forges, au moins dans les districts où les combustibles et le minerai sont plus ou moins sujets à se briser et à se comprimer sous leur propre poids. Ainsi, à Askam-in-Furness, on est revenu de la hauteur de 75 pieds à celle de 61. A l'usine de Consett, on a ramené le fourneau de 70 à 75 pieds. A Workington et à Barrow, situées, comme Askam, dans le district des hématites riches du Cumberland, on a également réduit les cuves momentanément exhaussées. Dans la première de ces usines on est redescendu de 70 pieds à 55, dans la seconde de 75 à 61 (1). Enfin, au Creuzot, on a décapité un haut fourneau que l'on avait surélevé jusqu'à 25 mètres.

Ces exemples suffisent pour montrer qu'une trop grande hauteur peut offrir des inconvénients très-réels. Mais, si on veut apprécier à sa juste valeur l'influence de ces dimensions exagérées, il faut avant tout se rendre un compte exact des *réactions chimiques et calorifiques* sur lesquelles repose la marche des hauts fourneaux.

§ 3. *Réactions principales dans les hauts fournaux.* — Dans tous les fours à cuve, deux courants inverses sont en présence et réagissent l'un sur l'autre : un *courant gazeux ascendant*, dont la température, d'abord fort élevée, décroît graduellement jusqu'à sa sortie par le gueulard du four ; un *courant solide descendant*, formé de minerais, de combustibles et de fondants, dont la température va, par contre, sans cesse croissant sous l'influence du courant gazeux inverse.

De ces deux courants, l'un est fort rapide et l'autre lent. Les matières solides descendent rarement avec une vitesse moyenne supérieure à un demi-mètre par heure, tandis que les gaz parcourent le même espace en moins d'une seconde. De plus, la masse d'air injecté dans un haut fourneau est généralement supérieure aux matières solides chargées au gueulard dans le même temps, et le poids des gaz qui quittent le fourneau est souvent plus que double de celui des produits fondus (fonte et laitiers), s'écoulant par les orifices inférieurs.

L'air projeté par les machines soufflantes dans le bas des hauts fourneaux se transforme presque immédiatement en oxyde de carbone (2) ; puis ce gaz, dans son par-

---

(1) *Journal of iron and steel institute*. Numéro de novembre 1871, page 409.

(2) On sait, par les expériences de MM. H. Deville et Cailletet, qu'auprès des tuyères, par le fait de la *dissociation*, il y a mélange d'air non brûlé et de carbone très-divisé ; mais, plus haut, la température s'abaisse assez pour déterminer la combinaison définitive du carbone et de l'oxygène, sous forme d'oxyde de carbone. — Quant à la question de savoir s'il se produit, au *premier instant*, de l'acide carbonique ou de l'oxyde de carbone, elle est impossible à trancher, et d'ailleurs à peu près oiseuse. On doit observer cependant que, lorsque du carbone brûle sur une grille, il ne se produit réellement de l'oxyde de carbone que là où la couche combustible est suffisamment épaisse ; il semble donc bien se produire d'abord de l'acide carbonique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cours au travers de la cuve, réduit le minerai plus ou moins directement, c'est-à-dire *avec* ou *sans* le concours du charbon solide.

La réduction de l'oxyde de fer, dans le haut fourneau, peut se faire et se fait réellement, selon le point du four que l'on considère, suivant trois modes différents. En général, l'oxyde de carbone se transforme simplement en acide carbonique, qui échappe tel quel du haut fourneau sans autre réaction. Ailleurs l'acide carbonique ainsi produit reforme partiellement de l'oxyde de carbone en brûlant le carbone solide, ce qui conduit, en définitive, sous le rapport chimique et calorifique, au même résultat que si le carbone solide agissait directement sur l'oxygène du minerai, pour donner, en dernière analyse, soit de l'acide carbonique, soit de l'oxyde de carbone.

Ces trois modes de réduction peuvent être représentés par les formules suivantes :

$$1^{\circ}\ 3\,CO + Fe^{2}O^{3} = 3\,CO^{2} + 2\,Fe;$$
$$2^{\circ}\ 3\,C + 2Fe^{2}O^{3} = 3\,CO^{2} + 4\,Fe;$$
$$3^{\circ}\ 3\,C + Fe^{2}O^{3} = 3\,CO + 2\,Fe.$$

Toutefois, il convient d'observer immédiatement que les deux premiers modes de réduction ne seraient pas, au fond, réalisables en adoptant les proportions données par les formules. Dans ces conditions, le fer métallique serait partiellement réoxydé par l'acide carbonique. On sait, par les expériences de M. Debray (confirmées depuis par M. Lowthian Bell), qu'en présence de volumes égaux d'acide carbonique (CO^2) et d'oxyde de carbone (CO) le peroxyde et le fer métallique sont l'un et l'autre ramenés à l'état de protoxyde. Mais, si ces deux premiers modes de réduction sont pratiquement impossibles pris *isolément*, ils concourent, en général, avec le troisième mode, au résultat final, et en réalité les gaz, pris au gueulard, se composent toujours d'un mélange variable de CO et de CO^2. Selon que l'un ou l'autre des modes de réduction a une part plus large dans le résultat final, on trouve au gueulard des proportions plus ou moins élevées d'acide carbonique ou d'oxyde de carbone. Or il est facile de montrer que ces trois modes de réduction exigent des quantités de chaleur très-différentes, et qu'à ce point de vue, c'est-à-dire en réalité sous le rapport du combustible consommé, il n'est pas indifférent que l'une ou l'autre de ces réactions prédomine dans les hauts fourneaux.

§ 4. *Quantités de chaleur absorbées et dégagées dans les hauts fourneaux.* — Cherchons, par kilogramme d'oxygène enlevé au minerai de fer, les quantités de chaleur *absorbées* et *dégagées* dans les trois modes de réduction qui viennent d'être mentionnés.

La chaleur *absorbée* est la même dans les trois cas ; c'est la chaleur que produirait un kilogramme d'oxygène en s'unissant au fer métallique pour reformer du peroxyde. Désignons, pour le moment, ce nombre de calories par la lettre **C**.

Dans le premier cas, la chaleur dégagée résulte de la transformation de CO en CO^2.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Or chaque kilogramme d'oxyde de carbone produit 2403 calories, en prenant à l'oxyde de fer 4/7 kilogramme d'oxygène ; d'où il suit que, par kilogramme d'oxygène, la transformation de CO en CO^2 est accompagnée d'un dégagement de chaleur de $7/4 \times 2403 = 4205$ calories. Ainsi la différence (C — 4205) représente la chaleur qu'exige finalement, par chaque kilogramme d'oxygène enlevé, la réduction du peroxyde de fer, sous l'action de l'oxyde de carbone passant à l'état d'acide carbonique.

Dans le second cas, le carbone solide se transforme en CO^2 par l'oxygène du minerai. Dans ces conditions, le kilogramme de carbone développe 8080 calories en s'emparant de 8/3 kilogramme d'oxygène, ce qui donne, par kilogramme d'oxygène, $3/8 \times 8080 = 3030$ cal. Par suite, la différence (C — 3030) est la chaleur nécessaire à la réduction, lorsqu'elle s'opère par le charbon solide donnant de l'acide carbonique.

Enfin, dans le troisième mode de réduction, les choses se passent comme si l'oxygène du minerai produisait directement de l'oxyde de carbone avec le carbone solide. Or, un kilogramme de carbone développe 2473 calories (1) lorsqu'il se transforme en oxyde de carbone, et, comme il s'empare alors de 4/3 kilogramme d'oxygène, la chaleur développée par chaque kilogramme d'oxygène est de $3/4 \times 2473 = 1855$ calories. Par suite, la différence (C — 1855) représente le nombre de calories qu'exige la réduction lorsqu'elle se fait par le carbone solide donnant de l'oxyde de carbone.

Il faut donc, en définitive, pour enlever au peroxyde de fer un kilogramme d'oxygène, les quantités de chaleur données par les expressions :

C — 4205 cal.
C — 3030
C — 1855.

La valeur de C n'est pas rigoureusement connue ; elle peut même varier avec la nature physique du peroxyde, mais elle paraît en tous cas comprise entre 4000 et 4500 calories, en sorte que le premier mode de réduction se fait à peu près sans absorption de chaleur. De plus, et quelle que soit, d'ailleurs, la valeur de C, on voit que ce mode de réduction est de beaucoup le plus favorable ; par contre, le dernier est fort onéreux. Il importe donc que la réduction du minerai de fer, dans les hauts fourneaux, se fasse, autant que possible, uniquement suivant le premier mode, c'est-

(1) Ce nombre se détermine par les considérations suivantes : La chaleur produite par kilogramme de carbone, donnant de l'acide carbonique, est évidemment égale à la somme des chaleurs partielles résultant de la transformation successive de C en CO, puis de CO en CO^2. Or, 1 kilog. de carbone donne 7/3 kilog. d'oxyde de carbone, et comme chaque kilog. de CO dégage, en brûlant, 2403 cal., on aura pour les 7/3 kilog. $7/3 \times 2403 = 5607$ cal., ce qui laisse, pour la transformation de C en CO, $8080 - 5607 = 2473$ cal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à-dire par l'oxyde de carbone donnant de l'acide carbonique ; en d'autres termes, *sans consommation de charbon solide*. C'est ce que l'auteur appelle la marche *idéale* des hauts fourneaux. Là où ce mode de traitement se trouvera réalisé, les réactions seront des plus simples. L'oxyde de carbone, produit auprès des tuyères, réduira le minerai de fer en se transformant en acide carbonique, et celui-ci quittera tel quel le fourneau sans réagir sur le charbon solide, en sorte que, dans ce cas, tout le charbon chargé au gueulard traverserait le fourneau sans autre altération qu'un échauffement graduel, et ce carbone serait finalement brûlé en oxyde de carbone sous la seule action du vent des tuyères.

Pour réaliser cette marche *idéale,* ou du moins s'en rapprocher le plus possible, il faut que la réduction se fasse dans une région du fourneau dont la température soit relativement faible, sinon l'acide carbonique, ainsi engendré, reformera constamment de l'oxyde de carbone aux dépens du charbon solide. Il faut donc que les fourneaux soient assez vastes, ou assez élevés, pour que toute la région supérieure soit à cette température relativement basse, mais il faut aussi que la marche des gaz soit assez rapide pour ne laisser l'acide carbonique qu'un temps fort court au contact du charbon solide. Il est évident, d'ailleurs, que les minerais faciles à réduire (les mines *douces* poreuses) réaliseront plus facilement la marche idéale que les minerais compactes et siliceux. Mais, en général, quel que soit le minerai, la réduction ne s'achèvera complétement que dans les régions chaudes, où l'acide carbonique reproduira sans cesse de l'oxyde de carbone, et cela arrivera surtout pour les oxydes autres que l'oxyde de fer, provenant des gangues, tels que la silice, la chaux, la magnésie et l'oxyde de manganèse. La réduction de ces oxydes exigera toujours le concours direct ou indirect du charbon solide.

§ 5. *La marche des fourneaux varie avec le rapport* $\frac{CO^2}{CO}$ *dans les gaz.* — Il résulte de ce qui précède que les quantités relatives d'acide carbonique et d'oxyde de carbone dans les gaz du gueulard dépendent essentiellement, pour un lit de fusion donné, du mode de réduction ; par suite, le rapport plus ou moins élevé entre les deux gaz permettra d'apprécier le degré de perfection de la marche d'un haut fourneau.

L'auteur le démontre par deux exemples, puis il constate enfin que les quantités relatives d'oxyde de carbone et d'acide carbonique, dans le cas de la marche *idéale,* doivent être les suivantes :

$0^k,312 + 0^k,072$ (provenant du calcaire)	$= 0^k,384$ de carbone dans CO^2
et.	$0^k,496$ de carbone dans CO
Soit carbone total dans les gaz. . .	$0^k,880$

d'où $$CO^2 = \frac{11}{3} \times 0,384 = 1^k,408$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et $$CO = \frac{7}{3} \times 0{,}496 = 1^{k},157$$

et, par suite, $$\frac{CO^2}{CO} = 1{,}217.$$

§ 6. *Le rapport* $\frac{CO^2}{CO}$ *est la* MESURE *ou l'*INDICE *de la marche des hauts fourneaux.* — On vient de voir que le rapport $\frac{CO^2}{CO}$, dans les gaz du gueulard, peut varier entre des limites fort étendues.

Dans les usines modernes du Cleveland, il est, en général, compris entre 0,50 et 0,70 en cas de bonne marche; il est de 0,350 à 0,400 seulement, lorsque le four est dans de mauvaises conditions; enfin il atteindrait 1 217, si l'on pouvait réaliser la marche *idéale*.

On voit donc que ce rapport est comme la *mesure* ou l'*indice* du degré de perfection de la marche du fourneau. A la vérité, d'un district à l'autre, il variera selon la richesse et la qualité du minerai, la nature et la pureté du combustible, la proportion de castine employée, le numéro de la fonte produite, etc., etc. Mais, dans une usine ou dans un district déterminé, il s'abaissera ou s'élèvera, s'éloignera ou se rapprochera du chiffre idéal dans la mesure de la marche du fourneau. Il paraît donc fort important de pouvoir déterminer ce rapport d'une façon exacte, ce qui peut se faire par des essais faciles à multiplier, et, lorsqu'il est connu, on peut aisément calculer les quantités absolues des deux gaz, et, par suite aussi, la somme de chaleur produite par combustion dans les hauts fourneaux.

§ 7. *Poids et composition des gaz du gueulard.* —Ici l'auteur démontre, par des calculs dans lesquels il serait trop long de le suivre, que la détermination directe du rapport $\frac{CO^2}{CO}$ permet non-seulement de fixer, d'une manière rigoureuse, les quantités absolues d'oxyde de carbone et d'acide carbonique, mais encore, d'une façon approximative, les poids du vent et du gaz, ainsi que la composition complète de ces derniers (azote compris). On ne néglige, en réalité, que l'hydrogène; mais, dans les hauts fourneaux marchant au coke, son influence est, en réalité, à peu près nulle. L'hydrogène des gaz ne peut provenir que de deux sources : de l'humidité du vent et du gaz hydrocarburé que retiennent encore les cokes les mieux cuits. Mais cet hydrogène est en faible proportion et agit, d'ailleurs, avec l'oxyde de carbone, comme réductif sur l'oxyde de fer; il reforme de la vapeur d'eau dans les régions supérieures des hauts fourneaux. Une fraction seulement échappe avec les gaz sans être oxydée. M. L. Bell n'a jamais trouvé, dans les gaz du Cleveland, au delà de 0,001 d'hydrogène, et Ebelmen au plus 0,0013 à 0,0018, dans les trois usines de Vienne, Pont-Evêque et Seraing.

Cette faible proportion est sans action sur l'allure des fourneaux, et peut, en tous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cas, être négligée dans les calculs pratiques. Il n'est pas question, bien entendu, des hauts fourneaux alimentés par de la houille crue.

§ 8. *Accord des formules avec les analyses complètes.* — Voici deux exemples qui montrent l'accord des résultats du calcul avec ceux fournis directement par les expériences de M. L. Bell.

Prenons d'abord le petit haut fourneau de Clarence-Works, de 1853 (voir le tableau p. 511), dont la hauteur est de $14^{m},60$ et la capacité intérieure de 170^{m3}. La consommation est, par kilogramme de fonte, de $1^{k},450$ de coke, ou de $1^{k},318$ de carbone pur, et de $0^{k},800$ de castine.

Les quantités de gaz par kilogramme de fonte produite sont les suivantes :

	Calcul.	Analyse.	
CO^2.	$1^{k},002$	$1^{k},002$	
CO.	2 ,591	2 ,591	
Az.	4 ,978	4 ,893	différence $0^{k},085$, soit moins de 2 p. 100.
Poids des gaz secs.	$8^{k},571$	$8^{k},486$	

Prenons, comme deuxième exemple, le haut fourneau de Clarence-Works, de 1866 (voir le même tableau p. 511), dont la hauteur est de $24^{m},4$, et la capacité intérieure de 330^{m3}.

La consommation, par kilogramme de fonte, est de $1^{k},125$ de coke, ou de $1^{k},020$ de carbone pur, et de 0,683 de castine.

On a, par kilogramme de fonte produite, les quantités suivantes de gaz :

	Calcul.	Analyse.	
CO^2.	$1^{k},195$	$1^{k},195$	
CO.	1 ,740	1 ,740	
Az.	3 ,969	3 ,965	différence $0^{k},004$, soit 1 pour 100.
Poids des gaz secs.	$6^{k},904$	$6^{k},900$	

On voit que l'accord est ici aussi complet que possible, plus complet qu'on n'est en droit de s'y attendre ; car le mode d'analyse, ou plutôt le mode de *prise* de gaz adopté par M. L. Bell ne comporte pas une exactitude parfaite. Quoique les résultats donnés par lui soient des *moyennes* de plusieurs opérations, il est impossible d'admettre que des prises presque *instantanées* puissent donner réellement la composition vraie des gaz d'un haut fourneau. Un homme très-compétent en pareille matière, Ébelmen lui-même, disait en parlant de ses propres analyses du fourneau de Seraing : « Il faut « conclure de là que les analyses des gaz du gueulard ne représentent pas la composi- « tion *moyenne* du courant gazeux (1). » Et encore Ébelmen ne se préoccupait-il que

(1) *Annales des mines*, tome XIX, 4e série, p. 127.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la moyenne des différents filets gazeux à *un moment donné*, tandis que, pour avoir une idée nette de la marche d'un haut fourneau, il faut trouver non-seulement la moyenne exacte de tous les filets gazeux à un instant donné, mais encore la moyenne réelle d'une période de plusieurs heures. C'est ce que ne réalise aucun des moyens de prise de gaz dont on s'est servi jusqu'à ce jour, et ce qui conduit M. Gruner à proposer le suivant.

§ 9. *Mode de prise de gaz donnant la moyenne de plusieurs heures.*— Le système est emprunté aux recherches importantes que MM. Scheurer-Kestner et Ch. Meunier ont entreprises sur les produits de la combustion de la houille (1). Pour avoir une moyenne exacte, on soutire, pendant plusieurs heures et d'une façon continue, un certain volume du courant gazeux total qui se rend du gueulard aux appareils de combustion (chaudières et foyers à vent chaud); et, comme on ne peut recueillir la totalité des gaz ainsi aspirés, on en prélève, de la même manière et sans interruption, une certaine fraction dans un vase de Mariotte rempli de mercure de la contenance d'environ 3 litres. Voici, en quelques mots, la disposition de l'appareil :

Dans le grand conduit en tôle de fer qui reçoit les gaz du gueulard (pl. 496, fig. 13), on fait pénétrer un tube *i* en cuivre, de $0^m,010$ à $0^m,015$ de diamètre et d'une longueur à peu près double du diamètre intérieur du conduit en question. La partie interne est fendue sur toute sa longueur par une rainure d'un demi-millimètre de largeur, qui permet d'aspirer uniformément les gaz dans toutes les parties du courant général. La moitié extérieure du tube en cuivre traverse un réfrigérant à eau, système Liebig ; enfin le bout extrême du tube en cuivre communique, par un manchon en caoutchouc, avec le conduit en plomb servant d'aspirateur. Celui-ci se compose d'une sorte de trompe *ab*, munie d'un robinet qui permet de régler l'écoulement de l'eau, et d'une branche latérale *c* plus ou moins longue selon la disposition des lieux ; celle-ci est soudée sur le tube vertical *a b*, à une faible distance au-dessous du robinet à eau, et porte également un robinet qui, de concert avec le premier, sert à régler l'écoulement des gaz. C'est le bout de cette branche latérale *c* qui est lié, par un manchon en caoutchouc, avec le tube en cuivre *i*. Enfin l'extrémité inférieure de la trompe débouche dans une cuve en tôle remplie d'eau, qui permet, à la rigueur, de mesurer le gaz ainsi entraîné en le recevant, pendant quelques minutes, sous une cloche de verre. Il se pourrait même, dans beaucoup de cas, lorsque la pression est un peu forte au gueulard, que l'on pût se passer de la trompe, et amener directement le gaz dans la cuve inférieure, sans avoir besoin du courant d'eau. Mais, en tout cas, il paraît plus prudent d'installer la trompe; c'est un moyen simple de régulariser l'écoulement du gaz. On pourra le faire arriver à la vitesse d'environ 4 à 5 litres à la minute.

(1) *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, séance du 26 février 1868, et *Annales de physique et de chimie*, tome XXI, 4e série, page 436.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour recueillir maintenant une certaine fraction de ce gaz, 2 ou 3 litres dans l'espace de quelques heures, il suffit de faire usage du vase de Mariotte ci-dessus mentionné. A cet effet, le tube de cuivre *i* est pourvu d'une petite tubulure *l*, non loin de son extrémité extérieure. Un bout de tuyau en caoutchouc établit la communication avec le tube droit du vase de Mariotte. L'écoulement du mercure est réglé par un tube recourbé à robinet, que l'on peut d'ailleurs, à volonté, relever ou abaisser. Enfin une seconde tubulure supérieure du vase de Mariotte porte également un tube à robinet *n*, dont on ne fait usage que pour la sortie du gaz au moment de l'analyse. Lorsqu'il s'agit de remplir le vase de Mariotte, il faut, pour chasser tout l'air, faire arriver le mercure par le tube droit, jusqu'à ce qu'il sorte par l'extrémité du tube *n*. On ferme alors le robinet de ce tube, après quoi le mercure monte jusqu'au haut du tube droit lui-même; enfin on établit, à l'aide du caoutchouc, la communication entre ce tube et la tubulure *l* du tube en cuivre *i*. Si le gaz ne sortait pas spontanément du caoutchouc par sa propre pression, il faudrait, pour se débarrasser de l'air contenu, l'aspirer avec la bouche jusqu'à l'arrivée du gaz, et alors seulement emmancher le caoutchouc sur le tube droit du vase de Mariotte.

Ce qui précède suffit pour montrer le jeu de l'appareil. On voit que, par un double système d'aspiration, on peut se procurer des échantillons représentant aussi exactement que possible la moyenne des gaz s'écoulant par le gueulard pendant plusieurs heures. Il faudrait seulement, si la tension était très-différente au moment du chargement, n'aspirer les gaz que dans l'intervalle des chargements, lorsque le gueulard est plus ou moins fermé.

Quant à l'analyse elle-même du gaz ainsi recueilli, rien n'est plus simple, puisqu'il ne s'agit que de déterminer le rapport de $\frac{CO^2}{CO}$. Inutile de mesurer ou de peser le gaz qu'il s'agit d'examiner. Voici comment il convient d'opérer : Le gaz sort lentement du vase de Mariotte par le tube à robinet *n*, en y faisant arriver le mercure par le tube droit. On sèche le gaz dans des tubes en U à chlorure de calcium ou à pierre ponce sulfurique ; on retient l'acide carbonique par des tubes à potasse, brûle l'oxyde de carbone par l'oxyde de cuivre, retient l'eau formée par le peu d'hydrogène contenu, et dose enfin l'acide carbonique provenant de l'oxyde de carbone, à l'aide d'un deuxième système de tubes à potasse. L'analyse ne serait inexacte que dans le cas où les gaz renfermeraient des quantités appréciables d'hydrogène carboné, ce qui n'a jamais lieu lorsqu'on marche au coke.

Une dernière précaution peut être nécessaire lors de la prise des gaz. Il est des fourneaux qui *fument* beaucoup, ou dont les gaz entraînent des poussières fines. Il pourrait se faire alors que la fente du tube aspirateur s'obstruât plus ou moins au bout de peu de temps : c'est ce qui est arrivé à M. Scheurer-Kestner dans ses expériences sur les produits chargés de noir de fumée. On peut y remédier par le moyen dont s'est servi cet habile chimiste. Une sorte de râclette, composée d'une courte lame de cuivre, en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gagée dans la rainure et fixée sur une tringle que l'on peut manœuvrer de l'extérieur, permet de maintenir la fente constamment libre.

Après avoir fixé le rapport $\frac{CO^2}{CO}$, il convient de déterminer aussi la température moyenne des gaz du gueulard, ce qui permettra de calculer leur chaleur sensible. Lorsque les minerais ne sont pas hydratés, la température des gaz peut atteindre jusqu'à 400 et 600 degrés C., ce qui exclut le thermomètre à mercure. On pourra avoir recours, soit au pyromètre thermo-électrique, soit au pyromètre de M. Lamy, fondé sur les tensions variables de l'acide carbonique provenant de la décomposition des carbonates de chaux ou de magnésie (1).

§ 10. *Détermination de la chaleur consommée par un haut fourneau.* — Supposons déterminés le rapport $\frac{CO^2}{CO}$ que nous désignerons par m, et la température des gaz à leur sortie du haut fourneau. La comparaison de la chaleur *reçue* à la chaleur *consommée* permettra d'apprécier la marche d'un haut fourneau. La première se compose de la chaleur engendrée dans le haut fourneau par combustion, augmentée de la chaleur apportée par le vent chaud. Quant à la seconde, elle comprend :

1° La chaleur absorbée par la réduction du minerai et la fusion de la fonte. C'est un élément *constant* pour une fonte donnée, et qui même varie peu avec les diverses sortes de fontes.

2° La chaleur absorbée par la fusion du laitier, la décomposition du calcaire, la vaporisation de l'eau fournie par le coke et le lit de fusion, et enfin la chaleur qu'exige la décomposition de l'eau du vent. Cette deuxième partie est essentiellement *variable*.

3° La chaleur sensible emportée par les gaz. C'est un élément *variable* aussi.

4° La chaleur perdue par rayonnement, par contact, ou par les moyens artificiels de réfrigération.

§ 11. *Chaleur absorbée par la réduction du minerai et la fusion de la fonte.*— Admettons que la fonte de forge ordinaire soit composée de 0,94 de fer, 0,03 de carbone et 0,03 de silicium, phosphore, soufre, métaux terreux, etc. La chaleur absorbée par la *réduction* est égale à celle que développeraient 0,94 de fer, si on les ramenait à l'état de peroxyde, plus à la chaleur fournie par l'oxydation des 0,03 de silicium, phosphore, etc.

La chaleur produite par l'oxydation du fer a été déterminée par plusieurs physiciens, entre autres par Dulong. M. Gruner, prenant la moyenne de trois déterminations, adopte le chiffre de 1887 calories pour la chaleur absorbée dans la réduction du peroxyde de fer, par chaque kilogramme de fer métallique produit. Mais il fait remar-

(1) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 347, et *Bulletin de la Société d'encouragement* de 1870, 2e série, t. XVII, p. 158.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quer que ce nombre ne peut être considéré que comme une valeur plus ou moins approchée, parce que les chaleurs dégagées ou absorbées varient avec les densités et l'état moléculaire des produits.

Quant à la chaleur fournie par l'oxydation des 0,03 de silicium, phosphore, métaux terreux, etc., il est plus difficile encore de l'évaluer exactement. On sait, par les expériences de MM. Troost et Hautefeuille, que la chaleur produite par l'oxydation du silicium est de 7 830 calories, et, d'après Andrews, que celle qui résulte de l'oxydation de phosphore est de 5 747 calories. On ne connaît, d'ailleurs, pas celle qui correspond aux métaux terreux. Mais, si l'on observe que le silicium est toujours de beaucoup l'élément dominant, on ne s'écartera pas sensiblement de la vérité en adoptant 7 000 calories pour la chaleur due à chaque kilogramme de ces divers éléments. Il est, au reste, d'autant plus nécessaire de réduire le chiffre de 7 830 calories, afférent au silicium pur, que la combinaison de cet élément avec le fer est probablement accompagnée d'un léger développement de chaleur, dont il est impossible de tenir compte. En résumé donc, on peut admettre que la réduction des oxydes absorbera, par kilogramme de fonte produite :

Pour le fer proprement dit.	$0^k,94 \times 1\,887 =$	1 774 calories.
Pour les autres éléments.	$0,03 \times 7\,000 =$	210
Soit, pour la chaleur totale absorbée par la réduction.		1 984

et l'on peut observer immédiatement que, sur ces 1984 calories, 1 700 environ seront consommées dans la partie haute du four, et 250 à 300 dans les régions inférieures à température élevée.

A la chaleur de *réduction*, il faut ajouter celle de la fonte en *fusion*. Elle se compose de trois parties, la chaleur que la fonte absorbe en passant de la température ordinaire au point de fusion, la chaleur nécessaire à la liquéfaction elle-même (la *chaleur latente de fusion*), enfin celle que la fonte consomme encore pour arriver à la température moyenne du creuset.

Dans la pratique, cependant, cette distinction est oiseuse. L'essentiel est de connaître simplement la chaleur *totale* possédée par la fonte au sortir du haut fourneau. Elle varie avec l'allure du fourneau, et dépend surtout de la température moyenne de l'ouvrage, ou, ce qui revient au même, du degré de fusibilité des laitiers. Si les laitiers sont peu fusibles, tels que les protosilicates terreux, la fonte sera *chaude;* elle sortira du haut fourneau à une température plus élevée que si les laitiers sont riches en manganèse et en alcalis, ou même simplement formés de bisilicates à deux ou plusieurs bases. On ne doit donc pas s'étonner si les quantités de chaleur totale des fontes, déterminées par divers auteurs, ne s'accordent pas complétement entre elles.

On s'est servi de calorimètres ordinaires, en évaluant la chaleur prise par l'eau, lorsqu'on y versait la fonte en fusion. Après avoir cité les chiffres trouvés par MM. Mi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nary et Résal (1), M. Rinman (2), MM. Boulanger et Dulait (3), M. Vathaire (4), et enfin M. Gillot (5), M. Gruner croit devoir adopter le chiffre de 330 calories pour les fontes grises n° 3; c'est la moyenne adoptée dans ses calculs par M. Bell d'après M. Vathaire. Mais l'auteur ajoute qu'il faudrait multiplier les expériences, et surtout examiner jusqu'à quel point ce nombre dépend de la fusibilité plus ou moins grande des laitiers et de la nature spéciale des fontes.

En résumé donc, la chaleur absorbée par la *réduction du minerai* et la *fusion de la fonte* peut être évaluée, dans le cas d'une fonte grise de forge n° 3, au coke à

	1 984	calories pour la réduction,
et	330	— pour la fusion.
Total	2 314	calories.

§ 12. 2° *Chaleur absorbée par la fusion du laitier, la décomposition du calcaire*, etc. — Les laitiers sont très-inégalement fusibles. Sefström et Berthier ont constaté, il y a longtemps, que les bisilicates, et même les trisilicates de chaux, de magnésie et d'alumine sont plus fusibles que les protosilicates, et qu'en général le maximum de fusibilité des silicates terreux correspond surtout aux composés voisins des bisilicates. De là la diversité des résultats constatés pour les laitiers comme pour les fontes.

MM. Minary et Résal ont trouvé, pour un laitier très-ferrugineux d'un cubilot, 336 calories ;

M. Rinman, pour un laitier, voisin du sesquisilicate de chaux et de magnésie, 441 calories, et pour un autre 430 ;

M. Gillot, pour un laitier vitreux au bois, manganésifère, dont la composition doit se rapprocher de celle d'un bisilicate, 370 à 380 calories ;

MM. Dulait et Boulanger, pour le laitier correspondant à la fonte d'affinage, 433 calories, et, pour celui de la fonte de moulage, 492.

Enfin M. Vathaire a trouvé, pour un laitier de fonte n° 3, au coke, 550 calories, et M. Bell est même arrivé jusqu'à 572 calories, tout en reconnaissant que ce dernier chiffre est probablement un peu exagéré.

Quoi qu'il en soit, on voit, par ce qui précède, que les laitiers bisilicatés et manganésifères peuvent ne retenir, en sortant des hauts fourneaux, que 370 à 400 calories, tandis que les sesquisilicates se rapprochent de 450, et que les protosilicates peuvent

(1) *Annales des mines*, 5e série, tome XIX, page 406.
(2) Mémoire présenté à l'Académie de Stockholm le 15 mai 1865.
(3) *Revue de Liége*, 1862, tome II.
(4) Études sur les hauts fourneaux.
(5) Manuscrit communiqué par l'auteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même dépasser 500 calories, lorsqu'ils ne renferment ni fer, ni manganèse, mais, par contre, une proportion élevée de bases terreuses. Aussi, à cause de la forte proportion de chaux et d'alumine, M. Bell admet 550 calories pour la chaleur totale des laitiers du Cleveland correspondant à la fonte n° 3. En tous cas, les laitiers retiennent toujours plus de chaleur que les fontes; ils ont à la fois une chaleur spécifique et une chaleur latente plus élevées. Cette dernière atteindrait, d'après M. Rinman, 120 calories pour les sesquisilicates, tandis que celle de la fonte est de 46 seulement. Mais on voit, par la diversité des résultats, que, si l'on voulait se rendre un compte tout à fait exact des chaleurs absorbées, il faudrait des expériences spéciales pour chaque laitier en particulier.

On a des expériences plus précises sur la chaleur absorbée par la *décomposition du calcaire*. MM. Favre et Silbermann ont trouvé $373^{cal},5$ pour le spath calcaire proprement dit et $360^{cal},6$ pour l'arragonite (1). Ainsi, là encore, l'état moléculaire a une certaine influence sur la caloricité, et l'on ne saurait affirmer que tous les calcaires, plus ou moins cristallins ou amorphes, denses ou poreux, réclameront pour leur décomposition la même somme de chaleur. Néanmoins on peut admettre dans la pratique le nombre $373^{cal},5$.

Restent les chaleurs absorbées par la *vaporisation et la décomposition de l'eau*. Pour la vaporisation proprement dite, nous admettrons, avec M. Regnault, $606^{cal},5$.

Pour la décomposition on a 29 003 calories par kilogramme d'hydrogène mis en liberté; c'est la chaleur produite par la combustion de l'hydrogène donnant de la *vapeur* d'eau (2). Il en résulte $\frac{29003}{9} = 3222$ calories par kilogramme d'eau décomposée.

Il ne faut pas oublier, enfin, que, si la fusion des laitiers *absorbe* de la chaleur, la combinaison de la silice et des bases doit probablement en *dégager* une certaine quantité qu'on ne peut mesurer.

§ 13. 3. *Chaleur sensible emportée par les gaz.* — La chaleur emportée par les gaz est facile à calculer dès que l'on connaît leur température et leur composition.

Il suffit de considérer séparément chacun des corps dont se compose le mélange gazeux. En partant des chaleurs spécifiques, déterminées par M. Regnault, on a, par kilogramme et par chaque degré centigrade,

	Calories.
Pour l'acide carbonique.	0,217
l'oxyde de carbone.	0,226
l'azote.	0,244
la vapeur d'eau.	0,480

(1) *Annales de physique et de chimie*, 3e série, tome XXXVII.

(2) 1 kilog. d'hydrogène produit 34 462 calories, la vapeur étant condensée à 0°. Si l'eau reste à l'état de vapeur à 0°, il faut en retrancher $9 \times 606,5 = 5458^{cal},5$. Il reste donc $29003^{cal},5$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et l'on verra plus loin que, d'après la composition moyenne des gaz d'un haut fourneau au coke, leur chaleur spécifique moyenne est, en général, voisine de 0,237.

§ 14. 4° *Chaleur perdue par les parois.* — La chaleur perdue se compose de plusieurs parties. Il y a la chaleur enlevée par l'eau de réfrigération, que l'on peut évaluer sans peine; il y a la chaleur dispersée par le rayonnement des parois du fourneau; celle qu'enlèvent les courants d'air léchant ces mêmes parois; enfin celle qui se perd dans le sol par la base du fourneau. Ces deux dernières parties ne peuvent être mesurées, mais on peut essayer de déterminer, par expérience, la chaleur perdue par voie de rayonnement.

M. Bell a fait quelques expériences à ce sujet au haut fourneau de Wear. Il s'est servi d'un vase parallélipipédique en cuivre, tenant 19 litres d'eau, dont toutes les parois, sauf une, étaient enveloppées de bois et de flanelle avec interposition de minces couches d'air.

En appliquant, sur divers points et pendant un temps donné, la face non couverte de ce vase, contre les parois du four, il a pu déterminer la chaleur émise par *unité* de surface, et, par suite, par le fourneau entier. Il a trouvé ainsi :

Pour le haut fourneau de Wear, par kilog. de fonte.	186 calories.
Et pour la chaleur emportée par l'eau des tuyères : 10 150 kilog. d'eau chauffée à 9°,16 centig., soit.	93 —
Total.	279 —

Mais il faut y ajouter la chaleur emportée par les courants d'air et celle qui se perd dans le sol. Aussi trouvera-t-on en général, comme on le verra pour la perte totale, plutôt 300 à 400 calories (1).

§ 15. *Détermination de la chaleur reçue par un haut fourneau.* — Ainsi qu'il a été dit plus haut, la chaleur reçue se compose de la chaleur engendrée ou *produite* dans l'intérieur du fourneau, augmentée de la chaleur apportée par le vent chaud. En négligeant la chaleur résultant de la combinaison des éléments qui constituent soit la fonte, soit les laitiers, la chaleur *produite* provient uniquement de la transformation du carbone en un certain mélange d'oxyde de carbone et d'acide carbonique.

On peut calculer cette chaleur, soit en partant de l'analyse des gaz, soit en considérant séparément la zone de *combustion* auprès de la tuyère, et la zone de *réduction*, où l'oxyde de carbone se transforme en acide carbonique.

Appliquons d'abord la première méthode :

(1) Ce chiffre est même trop faible, ainsi que le fait remarquer l'auteur dans une note additionnelle à la fin de son mémoire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Soient a le carbone par kilogramme de fonte, b le carbone fourni par la castine, y le poids de CO et m le rapport $\frac{CO^2}{CO}$, on aura my pour le poids final de CO^2, par suite $\frac{3}{7}y$ pour le carbone contenu dans CO et $\frac{3}{11}my$ pour le carbone de CO^2. Mais l'acide carbonique renferme b de carbone provenant du calcaire ; par conséquent, l'acide carbonique *produit par combustion* ne renferme que $\left(\frac{3}{11}my - b\right)$ de carbone.

La chaleur produite se composera donc de la somme des deux produits :

$$\frac{3}{7}y \times 2473 + \left(\frac{1}{3}my - b\right) \times 8080 \text{ calories.}$$

Voyons, en second lieu, comment se *répartit* cette chaleur entre les deux zones. Une portion du carbone se transforme en CO dans la partie haute du fourneau ; le reste descend jusqu'aux tuyères et y produit là aussi de l'oxyde de carbone. Enfin une partie de l'oxyde de carbone total, provenant de ces deux sources, est définitivement brûlée en CO^2 par l'oxygène du minerai. La chaleur engendrée dans la zone de *réduction* se compose, par suite, de la somme des chaleurs produites : 1° par cette combustion partielle du carbone en CO, dans la région haute du four ; 2° par la formation définitive de l'acide carbonique sous l'action du minerai.

En calculant ces nombres de calories, l'auteur retrouve l'expression $\frac{3}{7}y \times 2473 + \left(\frac{3}{11}my - b\right) \times 8080$ calories.

Reste maintenant, pour avoir la totalité de la chaleur reçue, à apprécier la chaleur apportée par le vent, appréciation qui ne présente aucune difficulté dès qu'on en connaît la température.

§ 16, 17, 18, 19, 20. *Appréciation de la marche d'un haut fourneau.* — Il est maintenant facile de comparer la chaleur *consommée* à la chaleur *reçue*. Il suffit que l'on connaisse, dans chaque cas particulier, le rapport $\frac{CO^2}{CO} = m$, ainsi que les valeurs de a et b du lit de fusion, rapportées au kilogramme de fonte produite.

L'auteur applique ces principes à la marche des cinq hauts fourneaux du Cleveland dont s'est occupé M. Bell, puis il résume dans le tableau suivant (1) les résultats trouvés.

---

(1) Nous avons ajouté dans ce tableau le coke et le charbon consommés par kilogramme de fonte.

(M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOMS des FOURNEAUX.	HAUT FOURNEAU de Clarence-Works de 1853.	HAUT FOURNEAU de Clarence-Works de 1866.	HAUT FOURNEAU d'Ormesby de 1867.	HAUT FOURNEAU de Consett.	HAUT FOURNEAU de Consett no 4.
Capacité intérieure des fourneaux en mètres cubes.	m3 170	m3 350	m3 584	m3 266	m3 292
Hauteur des fourneaux.	mètres. 14,60	mètres. 24,40	mètres. 23,20	mètres. 16,80	mètres. 16,80
Production par vingt-quatre heures.	tonnes. 30	tonnes. 38,6	tonnes. 68	tonnes. 55	tonnes. 60
Capacité par tonne produite dans les vingt-quatre heures.	m3 5,6	m3 8,6	m3 9,2	m3 4,8	m3 4.9
Nature de la fonte, classée par numéros.	nos 3 à 4.	nos 3 à 4.	nos 3 à 4.	no 5.	nos 4 à 4,5.
Minerai consommé par kilogramme de fonte.	kilog. 2,240	kilog. 2,240	kilog. 2,440	kilog. 2,083	kilog. 2,083
Castine consommée par kilogramme de fonte.	0,800	0,683	0,625	0,412	0,406
Coke consommé par kilogramme de fonte.	1,450	1,125	1,100	1,137	0,900
Carbone consommé par kilogramme de fonte.	1,318	1,020	1,017	1,0355	0,8190
Carbone total brûlé.	1,288	0,990	0,987	1,0055	0,789
Carbone brûlé dans la zone de réduction.	0,1245	0,058	0,105	0,096	0,113
Température du vent.	degrés. 485	degrés. 485	degrés. 780	degrés. 454,5	degrés. 718
Température des gaz.	452	332	412	477	248
Valeur de $m = \frac{CO^2}{CO}$	0,387	0,6365	0,542	0,502	0,623
Chaleur développée dans le fourneau par chaque kilogramme de carbone brûlé.	calor. 3245	calor. 3854	calor. 3593	calor. 3621	calor. 3816
Poids du vent.	kilog. 6,513	kilog. 5,193	kilog. 4,897	kilog. 5,051	kilog. 3,751
Poids des gaz.	8,622	6,933	6,616	6,706	5,161
Chaleur de combustion, dans la zone de réduction, par kilogramme de fonte produite.	calor. 1308	calor. 1511	calor. 1365	calor. 1392	calor. 1339
Chaleur de combustion dans la zone des tuyères.	2877	2305	2181	2249	1672
Chaleur totale de *combustion*.	4180	3816	3546	3641	3011
Chaleur apportée *par le vent*.	755	602	913	551	643
Chaleur *totale reçue*.	4935	4418	4459	4192	3654
Chaleur de la zone de fusion (somme de la chaleur de combustion auprès des tuyères et de celle qu'apporte le vent).	3632	2907	3094	2800	2315
Chaleur absorbée par la réduction du minerai et la fusion de la fonte.	2314	2314	2314	2314	2314
Chaleur absorbée par la fusion des laitiers, la décomposition du calcaire, etc.	1344	1212	1164	800	762
Chaleur sensible emportée par les gaz.	923	545	646	758	303
Chaleur perdue par les parois, etc. (déterminée par différence).	354	347	335	320	275
Somme de la chaleur consommée.	4935	4418	4459	4192	3654

§ 21. *Conséquences déduites.* — M. Gruner fait d'abord remarquer, au sujet des cinq exemples résumés dans le tableau ci-dessus, que les fourneaux de Consett ne sont pas rigoureusement comparables aux trois autres. On y traite des minerais plus riches, un mélange d'hématites et d'oxydes calcinés du Cleveland : et, ce qu'il importe surtout de signaler, la fonte y est *moins chaude*; elle appartient aux nos 4 à 5, et non aux nos 3 à 4, comme celle des usines de Clarence et d'Ormesby. Il en résulte que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'on aurait dû compter, dans le calcul des fours de Consett, un peu moins de 330 et de 550 calories pour la chaleur absorbée par la fonte et les laitiers. Cette circonstance explique les chiffres relativement faibles, trouvés par différence, dans le cas des fourneaux de Consett, pour la chaleur perdue par les parois.

Cela dit, l'auteur compare, en premier lieu, les deux fourneaux de Clarence-Works, qui ne diffèrent l'un de l'autre que par le *volume* et la *hauteur*, tandis qu'ils reçoivent rigoureusement le même minerai, le même fondant, le même coke, le vent à la même température, et donnent de la fonte de même nature. Si donc la consommation est différente, cela doit tenir surtout à cette inégalité de *hauteur* et de *capacité* des deux fourneaux. Il convient de remarquer pourtant que le profil du four de 1866 est plus *élancé* que celui de 1853 (fig. 2 et 6 de la pl. 496). Pour des hauteurs très-différentes, le ventre du grand four n'a que $0^{m},15$ de plus que celui du petit. La répartition des gaz réducteurs et, par conséquent, la réduction elle-même seront moins *uniformes* dans le petit fourneau, et cette circonstance peut déjà entraîner une allure moins économique. Néanmoins on sait, par l'expérience générale des hauts fourneaux, que cette différence de profil ne saurait avoir une bien grande influence, dès que le mode de chargement est approprié à la section des fourneaux, ce qui paraît être le cas de ceux de Clarence-Works.

La descente des charges est plus lente dans le grand four; par tonne de fonte, la capacité intérieure y est de $8^{m3},6$ contre $5^{m3},6$ dans le petit. Mais ce n'est pas cette circonstance seule qui peut expliquer les consommations si différentes des deux fourneaux. Dans la plupart des anciens hauts fourneaux du Royaume-Uni et du Continent, le volume intérieur ne dépasse pas 5 à 6^{m3} par tonne de fonte, et cela avec des consommations qui, très-souvent, sont plus faibles que celles du Cleveland; et d'ailleurs, comme il a été dit au § 2, les fourneaux les plus modernes du Cleveland, qui mesurent jusqu'à 10, 12 et 14^{m3} par tonne de fonte, ne consomment pas moins, à température égale du vent, que les fourneaux d'une capacité moindre, pourvu que la hauteur de ces derniers soit appropriée à la nature plus ou moins réfractaire du minerai et à la température du vent. Il suffit, au reste, de consulter les chiffres se rapportant aux hauts fourneaux de Consett pour se convaincre que, même avec des hauteurs de $15^{m},40$ et des volumes inférieurs à 5^{m3} par tonne, on peut arriver, avec des minerais appropriés, à des consommations faibles. On peut donc déjà conclure de là qu'il serait téméraire d'affirmer, d'une façon générale, qu'en toutes circonstances des hauts fourneaux d'une grande hauteur et à grand volume doivent nécessairement consommer moins que ceux de dimensions plus faibles.

Ce qui frappe, lorsqu'on compare les deux hauts fourneaux de Clarence, c'est d'abord la différence de température des gaz : 452 degrés dans le petit, contre 332 degrés dans le grand ; puis, la différence de valeur du rapport $\frac{CO^2}{CO} = m$, qui est de 0,387 dans le petit four contre 0,6865 dans le grand.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette valeur si faible de m, dans le petit four, dénote une combustion défavorable du carbone, c'est-à-dire la formation abondante de l'oxyde de carbone aux dépens de l'acide carbonique dû à la réduction.

On voit, en effet, que chaque kilogramme de carbone brûlé produit :

	3854 calories dans le grand four,
et seulement	3245 dans le petit.
Différence.	609 calories.

On constate surtout un écart très-grand en ce qui concerne le carbone brûlé dans la zone de réduction : $0^k,058$ par kilogramme de fonte dans le grand fourneau, contre 0,1245 dans le petit, écart qui prouve bien que ce dernier four s'éloigne davantage de l'allure *idéale* que le premier.

En réalité, par kilogramme de fonte :

Le grand fourneau consomme. .	$1^k,020$ de carbone, dont	$0^k,990$	sont brûlés,
		$0^k,030$	pris par le fer.
Le petit fourneau consomme. . .	$1^k,318$ de carbone, dont	$1^k,288$	sont brûlés,
		$0^k,030$	pris par le fer.
Différence.	$0^k,298$ en faveur du grand fourneau.		

Le tableau montre encore que, par kilogramme de fonte produite,

La chaleur totale *reçue* par le petit four est de.	4935	cal.
La chaleur *reçue* par le grand, de.	4418	
Différence.	517	cal.

Et cet excédant est fourni, partie par le vent chaud, partie par combustion proprement dite. Malgré l'égalité de température, le vent apporte plus de chaleur au petit four qu'au grand, par le motif que, consommant plus de charbon, il réclame aussi plus de vent.

Le petit fourneau reçoit, par le *vent chaud*.	755	cal.
Le grand, seulement.	602	
Différence.	153	cal.
Et, d'autre part, la chaleur totale de *combustion* est, dans le premier cas, de.	4180	cal.
Dans le second, de.	3816	
Différence.	364	cal.

Mais ce qui caractérise surtout la marche des deux fourneaux, c'est que, dans le plus élevé des deux, la chaleur directement engendrée dans la région de *réduction* est plus considérable que dans le petit; et, par contre, ce dernier reçoit beaucoup plus de chaleur auprès des tuyères.

Le tableau donne les quantités suivantes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La zone de *réduction* du four élevé reçoit. . . .	1511 cal.
— — du petit four.	1303
Différence.	208 cal.
La zone de *fusion* du petit four reçoit.	3632 cal.
— — du grand four.	2907
Différence inverse.	725 cal.

Or c'est précisément cette plus grande chaleur, développée dans la zone de réduction, qui constitue tout l'avantage du four élevé. Remarquons, en effet, que l'excédant de 208 calories, au profit de la région supérieure du grand four, ne provient nullement d'une plus forte dose de *carbone solide* brûlé dans cette région. On voit, au contraire, que le carbone consommé par la zone de réduction n'est que de $0^k,058$ dans le four élevé, lorsqu'il atteint $0^k,1245$ dans le petit four; mais, au lieu de carbone solide, on brûle, dans la zone de réduction du grand four, de l'oxyde de carbone.

Ainsi, en résumé, comme il a été dit, le four élevé se rapproche beaucoup plus de la marche *idéale* que le petit. On y brûle moins de carbone solide et plus d'oxyde de carbone; et cette différence d'allure se traduit précisément par les deux valeurs si différentes 0,387 et 0,6865, du rapport $\frac{CO^2}{CO}$ des gaz du gueulard. Tandis que, par kilogramme de fonte, les gaz du grand fourneau renferment $1^k,195$ de CO^2 pour $1^k,740$ de CO, ceux du petit contiennent 1,002 de CO^2 pour 2,591 de CO.

Voyons maintenant ce que deviennent, dans les deux fourneaux, les chaleurs *reçues*. On doit retrouver dans les produits, l'excédant de 517 calories du petit fourneau.

On voit, en effet, que les gaz emportent, sous forme de chaleur *sensible* :

	923 cal. dans le cas du petit four,
et seulement. . .	545 cal. dans le cas du grand.
Différence.	378 calories.

D'autre part, la fusion des laitiers et la décomposition du calcaire exigent également plus de chaleur dans le petit four, parce que l'excès de coke amène un excès de cendres, qui réclame à son tour, pour les fondre, un excès de castine. On a, pour ce chef,

	1344 cal. dans le petit four,
et.	1212 cal. dans le grand.
Soit une différence de. . .	132 calories.

La somme de ce double écart est de 510 calories; restent 7 calories pour parfaire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les 517; on les retrouve dans les pertes dues au rayonnement, évaluées par différence (1).

Mais ces 517 calories ne représentent qu'une faible partie de la différence de consommation des deux hauts fourneaux, celle qui correspond à la chaleur *sensible*. Il en est une autre beaucoup plus importante, qui se manifeste par la proportion plus élevée de l'oxyde de carbone dans les gaz du gueulard. D'après ce qui a été dit ci-dessus, les gaz du petit fourneau renferment, par kilogramme de fonte, $2^k,591 - 1^k,740 = 0^k,851$ plus d'oxyde de carbone que ceux du grand, soit une différence de pouvoir calorifique de $0^k,851 \times 2403 = 2045$ calories.

Si l'on y ajoute les 517 calories de chaleur sensible, on aura un total de 2562 calories reçues en plus par le petit fourneau. Sur ce total, 153 calories proviennent du vent chaud; par suite, $2562 - 153 = 2409$ calories résultent de l'excès de carbone brûlé; et le poids de ce carbone lui-même sera de $\frac{2409}{8080} = 0^k,298$, ce qui est précisément, comme on l'a vu, la différence de consommation des deux fourneaux.

Nous venons d'analyser les différences de *production* et de *consommation* de chaleur dans les deux fourneaux; voyons maintenant à quelles *causes* on doit faire remonter ces différences?

Rappelons d'abord que la descente des charges est *moins rapide* dans le grand fourneau. Le minerai n'y atteint pas, dans un aussi court espace de temps, la région où la température est assez élevée pour déterminer la réduction de l'acide carbonique par le carbone solide du coke.

Déjà, au niveau du gueulard, la température des gaz est plus élevée dans le petit four que dans le grand : 452° au lieu de 332°; et à partir de là, en descendant, la température doit nécessairement croître d'autant plus rapidement, toutes choses égales d'ailleurs, que le gueulard est plus rapproché de la zone de fusion. M. Bell a trouvé dans le four de $14^m,60$:

Le rouge-cerise, à.	$2^m,97$	du gueulard.
Le rouge vif (800 à 900 degrés), à.	$4^m,80$	—
La température de la fusion du cuivre (1000 à 1200 degrés), à.	$8^m,32$	—

Par contre, dans le fourneau de $24^m,40$, le rouge vif n'a été rencontré qu'à la profondeur de $7^m,90$, et le point de fusion du cuivre à $15^m,80$. Ainsi, dans la partie haute du grand fourneau, il existe une zone beaucoup plus étendue, où la réduction peut se faire, comme dans la marche *idéale*, sous la seule action de l'oxyde de carbone, sans consommation de carbone solide.

---

(1) Les parois du petit four, quoique moins étendues, sont plus chaudes vers le haut, puisque les gaz du gueulard y ont une température plus élevée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Là est tout le secret de la supériorité du grand fourneau. D'une part, les gaz sortent de l'appareil à une température moins élevée, on utilise mieux leur chaleur sensible; d'autre part, il se forme une proportion plus forte d'acide carbonique, ce qui a le grand avantage de consommer, dans la zone de réduction, peu de carbone solide, tout en développant beaucoup de chaleur par la combustion de l'oxyde de carbone.

Mais doit-on conclure de là que, dans un haut fourneau de dimensions données, la consommation sera nécessairement d'autant plus faible que les charges descendront plus lentement et que la production sera moindre; ou bien qu'en augmentant la hauteur et la capacité des hauts fourneaux on en rendra toujours la marche plus économique? N'y a-t-il, sous ce double rapport des *dimensions* et de la *production,* aucune limite? N'y aurait-il pas, comme on l'a déjà fait pressentir dans le § 2, pour chaque minerai et chaque fonte, une certaine vitesse et un volume moyen susceptibles de donner le maximum d'avantages, une sorte de *juste-milieu* qu'on ne saurait dépasser impunément? Il vaut la peine d'approfondir la question. Et d'abord examinons le cas des *petits* fourneaux; voyons ce que la pratique indique au sujet des conséquences d'une marche *extra-lente*.

§ 22. *Influence d'une marche extra-lente.* — M. Bell avait à Clarence-Works six petits hauts fourneaux de 48 pieds (14^{m},60) de hauteur et de 170^{m3} de capacité. D'après la moyenne d'un mois, la consommation y était de 1375 kilogrammes de coke, lorsque la production quotidienne de chacun d'eux atteignait 35 tonnes; c'était leur marche normale. A titre d'essai on fournit moins de vent à ces appareils, on réduisit graduellement leur production; or voici les consommations auxquelles on arriva :

Avec une production de	31^{ton},3,	la consommation fut de	1449 kil.
—	29 ,4,	—	1553
—	26 ,6,	—	1517

C'est-à-dire *consommation croissante par le fait d'un ralentissement de la marche.* Ce seul exemple pourrait cependant ne pas être concluant; car, même à 26^{t},6 de production par jour, la marche n'est pas encore très-lente, puisqu'à chaque tonne de fonte ne correspondent encore que 6^{m3},50 de volume intérieur.

Mais voici des faits plus saillants, constatés par Ebelmen vers 1845, dans les deux petits hauts fourneaux au coke de Pont-Evêque et de Vienne dans l'Isère (1).

A Pont-Évêque, un haut fourneau de 11 mètres de hauteur et de 36^{m3} de volume ne produisait par vingt-quatre heures que 3^{t},6 de fonte blanche de forge, avec une consommation de 2000 kilogrammes de coke par tonne; c'était une marche *extra-lente*, puisque le volume intérieur était de 10^{m3} par tonne de *fonte blanche.*

A Vienne, un haut fourneau de 10 mètres de hauteur et 35^{m3} de capacité donnait

(1) *Annales des mines,* 4^{e} série, tome V.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4 tonnes de fonte de moulage en consommant 2 850 kilogrammes de coke! Dans ce dernier cas, cependant, eu égard à la nature de la fonte, on s'écartait moins de l'allure ordinaire, le volume par tonne n'étant pas supérieur à $8^{m3},75$. L'énorme consommation tenait surtout à la faible hauteur du four.

Ebelmen fut frappé de l'exagération de ces chiffres, mais, au lieu d'en rechercher la véritable cause, il se contenta d'en tirer cette conclusion générale, tout à fait erronée, que les *hauts fourneaux au coke brûlent deux fois autant de carbone que les hauts fourneaux au charbon de bois*. A cause de la nature plus basique des laitiers, la fonte au coke peut, en effet, exiger, toutes choses égales d'ailleurs, un léger excès de carbone, mais, à allure et laitiers identiques, c'est plutôt le travail au charbon de bois qui réclame plus de carbone, à cause de la grande porosité de ce combustible qui favorise davantage sa combustion, par l'acide carbonique, dans les parties hautes du four.

Ce qui est positif, c'est que la forte consommation des anciens hauts fourneaux de Vienne et de Pont-Évêque tient à la fois à leur faible hauteur et à la lenteur de leur marche. Depuis lors, en effet, tous les hauts fourneaux de la vallée du Rhône ont été portés à 15 ou 16 mètres, et, grâce à leur production plus forte, le volume intérieur ne dépasse plus 5 à 6^{m3} par tonne, ni la consommation 11 à 1 200 kilogrammes pour la fonte de forge, du moins lorsque le coke est de bonne qualité et ne tient pas au delà de 10 à 12 p. 100 de cendres et d'eau.

La pratique semble donc démontrer que non-seulement la *faible hauteur*, mais encore un *excès de lenteur* dans la marche peut augmenter, dans une certaine mesure, la consommation. Au reste, la théorie bien entendue s'accorde aussi sur ce point avec la pratique.

Quelle que soit la marche des charges, qu'elle soit lente ou rapide, il est bien évident que leur température croîtra toujours d'autant plus brusquement, que la hauteur du fourneau sera moins grande. Le minerai, dans ces conditions, arrive toujours fort peu réduit dans la zone où déjà la chaleur est assez élevée pour brûler le charbon par l'acide carbonique. Par conséquent, la consommation sera toujours fort élevée dans les fourneaux d'une faible hauteur. Mais deux cas extrêmes peuvent encore aggraver le mal.

Si la marche est par *trop rapide*, — et dans ce cas, bien entendu, le courant gazeux ascendant, comme le courant solide descendant, ont tous deux un excès de vitesse, — on ne laisse pas à l'oxyde de carbone le temps indispensable pour opérer la réduction dans les parties hautes du four. Si, au contraire, la marche est *par trop lente*, l'acide carbonique, en séjournant plus longtemps au milieu du charbon, reformera, par cela même, de l'oxyde de carbone en proportions plus fortes. Dans les deux cas on s'éloigne davantage de la marche *idéale* : on consomme plus de charbon, et l'on retrouve dans les gaz une proportion moindre d'acide carbonique. Par suite, il est bien évident qu'entre ces deux cas extrêmes il doit y avoir, pour tout haut fourneau,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une vitesse *moyenne*, grâce à laquelle la consommation sera un *minimum* (1).

§ 23. *Influence des hauteurs, ou volumes, exagérés.* — Passons aux *grands* fourneaux modernes du Cleveland. Leur marche est relativement *lente*, puisqu'à chaque tonne de fonte produite correspondent 8, 10, 12 et même 14 mètres cubes.

Or cette marche lente peut offrir, jusqu'à un certain point, dans les grands fourneaux, les mêmes inconvénients que dans les petits ; l'acide carbonique a le temps de reformer de l'oxyde de carbone, quoique, grâce à l'accroissement plus graduel de la température, dans les parties hautes des grands fourneaux, cette réaction du charbon sur l'acide carbonique y soit beaucoup moins énergique que dans les appareils d'une faible hauteur. Mais on comprend pourtant que là aussi il doit y avoir une sorte de *juste-milieu* à consommation minimum.

Au reste, pour ce qui concerne en particulier la *hauteur*, il est de toute évidence qu'elle est limitée par l'état physique du minerai et du combustible. Si ces matières sont menues ou friables, si elles s'écrasent ou se tassent sous leur propre poids, on ne peut dépasser une certaine élévation, à cause de la résistance qu'opposent les charges comprimées à la libre introduction du vent et au passage uniforme et régulier des gaz.

Mais, si la *hauteur* se trouve ainsi limitée, il en sera de même du *volume* de la cuve. Pour une hauteur donnée, on ne peut agrandir la cuve qu'en faisant croître son diamètre, ce qui rendra le profil plus *trapu*, par suite la distribution des gaz moins régulière et la réduction moins uniforme. En un mot, toutes les conditions de marche seront moins favorables. On ne peut donc pas plus dépasser impunément une certaine limite de *volume* que de *hauteur*. Observons, d'ailleurs, que, si la cuve est large et, partant, la distribution du courant gazeux *inégale*, il faudra remédier à ce dernier inconvénient par une marche d'autant plus lente. Cela explique pourquoi les fourneaux monstres du Cleveland ont, par tonne de fonte, jusqu'à 8 à 12 mètres cubes de capacité, et pourquoi, aussi, dès que l'on essaye de marcher plus vite, l'allure devient peu régulière et la consommation plus forte.

Montrons maintenant, par quelques exemples, qu'au delà d'une certaine limite les hauts fourneaux de dimensions *extra* n'offrent, en effet, aucun avantage. Citons d'abord le troisième haut fourneau, mentionné dans le tableau du § 21, celui d'Ormesby de 1867. Il a $23^{m},20$ de hauteur pour 584^{m3} de capacité intérieure. Son profil (fig. 8, pl. 496), comparé à celui du four de Clarence de 1866 (fig. 6), est relativement *trapu* et renflé au ventre. Eh bien, malgré son volume et sa production presque doubles, il ne consomme pas moins que ce dernier, pour des minerais et une fonte

(1) L'auteur ne prétend pas, bien entendu, que ce minimum théorique soit toujours dans la pratique la marche la plus favorable. Pour réduire les frais généraux, il peut y avoir parfois avantage à forcer la production aux dépens de la consommation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

identiques. C'est, par kilogramme de fonte, $0^k,987$ de carbone, contre $0^k,990$, et cela malgré une différence de température de vent de 295 degrés (780 au lieu de 485 degrés); ainsi, consommation identique, tout en recevant 311 calories de plus par le vent (913 contre 602). C'est évidemment l'indice d'une marche *moins* favorable ; et, en effet, cela ressort de tous les chiffres du tableau précité.

La valeur du rapport m est plus faible, 0,542 contre 0,6865 ; le carbone brûlé dans la zone de réduction est plus abondant, $0^k,105$ au lieu de $0^k,058$; la chaleur développée par kilogramme de carbone est plus faible, 3593 calories à Ormesby, pour 3854 calories à Clarence-Works; les gaz quittent le fourneau à une température plus élevée, 412 degrés contre 332; aussi la chaleur sensible emportée par les gaz est-elle de 646 calories contre 545 ; la chaleur développée dans la zone de réduction est plus faible, malgré l'excès de carbone brûlé, 1 365 au lieu de 1 511 calories; enfin, malgré une consommation presque identique, la chaleur totale de combustion est plus faible dans le fourneau d'Ormesby, 3546 calories contre 3816, d'où l'on peut conclure que, si l'on n'y avait remédié par un vent plus chaud, la consommation eût grandi d'autant. Ainsi tout concourt à montrer que le grand four d'Ormesby a une marche moins économique que celui de Clarence-Works. On peut attribuer cela, il est vrai, au profil *plus renflé* du premier; mais ce profil lui-même est une conséquence de l'exagération du volume, de sorte qu'en définitive on est bien obligé d'en conclure qu'au delà d'une certaine limite l'*agrandissement des hauts fourneaux peut non-seulement ne pas être avantageux, mais même devenir onéreux.*

Cette conclusion ressort aussi des faits suivants cités par M. Bell dans son mémoire à propos des fourneaux de même hauteur, 80 pieds ($24^m,40$), qu'il possède à Clarence-Works, mais dont les capacités sont respectivement de 11 500, 15 500 et 25 500 pieds cubes (330,440 et 700^{m3}; voy. § 2).

Or il n'a pu constater aucune différence appréciable entre les résultats fournis par ces trois types; ou plutôt c'est le moins volumineux, celui de 330^{m3}, dont le profil est le plus *élancé,* qui semble le mieux marcher, car c'est lui dont l'allure se rapproche le plus de la marche *idéale.*

M. Ed. Williams, qui dirige à Eston les nombreux hauts fourneaux de MM. Bolckow et Vaughan, mesurant 15 000, 20 000 et 27 000 pieds cubes, tous alimentés de la même façon, et d'une hauteur uniforme de 95 pieds (29 mètres) (fig. 7 et 9, pl. 496), déclare, d'autre part (voir également le mémoire de M. Bell), *qu'il n'a pu constater la moindre économie au profit des grands fourneaux.* Il conclut de sa longue expérience qu'au delà de 11 à 12 000 pieds cubes (300 à 350^{m3}) les grands hauts fourneaux du Cleveland n'offrent réellement aucun avantage au point de vue du combustible consommé.

Observons encore que les hauts fourneaux d'Eston ont 15 pieds ($4^m,60$) de plus en hauteur que ceux de Clarence-Works, et que, malgré cela, ils ne brûlent pas moins de coke, et n'abandonnent pas les gaz du gueulard à une température inférieure. Donc, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réalité, la marche des fourneaux *monstres* est moins avantageuse. On ne peut échapper à cette alternative : *production moindre par mètre cube, ou consommation plus forte.*

Maintenant à quelle cause faut-il attribuer cette apparente anomalie de hauts fourneaux dont les gaz ne changent plus de température à partir d'une certaine hauteur limite, qui semble être de 23 à 24 mètres dans les conditions des usines de Cleveland? C'est une question qu'il importe d'examiner.

§ 24. *Au delà d'une certaine hauteur, la température des gaz du gueulard ne baisse plus à cause du dédoublement de l'oxyde de carbone.*— On sait que le courant gazeux des hauts fourneaux, qui ne se compose d'abord que d'azote et d'oxyde de carbone, se charge, en montant, de quantités croissantes d'acide carbonique, et même de vapeur d'eau, lorsque le minerai et le combustible sont humides ou chimiquement hydratés. L'action réductrice de l'oxyde de carbone se trouve donc partiellement neutralisée dans les régions supérieures des hauts fourneaux, et l'on conçoit qu'un certain mélange de CO, CO^2 et HO demeure sans action sur l'oxyde de fer. Ainsi M. Debray a montré que le peroxyde est simplement transformé, au rouge intense, en protoxyde, par un mélange formé de volumes égaux de CO et CO^2, et que pareil mélange ramène, d'autre part, le fer métallique à ce même degré d'oxydation. M. L. Bell a, de son côté, vérifié cette double réaction. Or ce mélange à volumes égaux correspond, en poids, au rapport,

$$m = \frac{CO^2}{CO} = \frac{1,529}{0,967} = 1,581.$$

Toutes les fois donc que l'acide carbonique atteindra ce rapport dans les gaz des hauts fourneaux, la réduction ne pourra dépasser le protoxyde, et, si le courant gazeux renferme, en outre, de la vapeur d'eau, la réduction s'arrêtera même avant que le rapport m n'égale cette valeur de 1,581.

De plus, il faut un certain temps, une action *prolongée* du mélange des deux gaz, pour réduire du minerai en *morceaux*, dès que leur température n'est pas fort élevée. Or les minerais ne séjournent que peu d'heures dans les régions supérieures des hauts fourneaux ; par suite, ils seront peu modifiés par les gaz dès que l'acide carbonique y abonde. Ainsi M. Bell a constaté que, dans les fourneaux du Cleveland, où la valeur de m varie entre 0,50 et 0,70, la réduction est presque nulle au voisinage du gueulard. A la température de la fusion du zinc (vers 417 degrés), lorsque les gaz renferment 31 volumes de CO^2 sur 100 de CO, ce qui correspond à $m = 0,49$, il faut :

5 heures pour enlever au minerai. . . 1,9 pour 100 de l'oxygène contenu,
et 10 heures 1/2 pour enlever. . . . . 2,9 pour 100 —

et lorsque les gaz se composent de 50 volumes de CO^2 sur 100 de CO, ce qui donne $m = 0,79$, on ne peut même entraîner en 5 heures et demie que 0,9 pour 100 de l'oxygène total.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On voit donc que, même lorsque les gaz sont *secs* et *chauds*, comme dans les usines du Cleveland, la réduction est réellement insignifiante au niveau du gueulard ; par suite, il doit en être ainsi *à fortiori*, là où les minerais sont plus ou moins hydratés ou carbonatés. C'est, en effet, ce que MM. Ebelmen et Tunner ont reconnu depuis longtemps.

Il est certain, néanmoins, que si, dans les régions supérieures des hauts fourneaux, il n'y avait d'autre réaction chimique que la réduction partielle du minerai de fer par CO, réduction qui s'opère presque sans changement de température, il devrait y avoir avantage réel à hausser les fourneaux dès que les gaz conservent encore, auprès du gueulard, une température voisine de 3 à 400 degrés. On arriverait certainement ainsi à un refroidissement plus complet des gaz et, par suite, à une meilleure utilisation de la chaleur produite. Mais il est une autre réaction qui se produit toujours dans les parties supérieures des hauts fourneaux, c'est celle du *dédoublement de l'oxyde de carbone*. Or c'est précisément cette transformation de $2CO$ en $CO^2 + C$, qui fait qu'à partir d'une certaine limite on ne peut plus *abaisser la température des gaz d'une manière sensible, malgré la surélévation des fourneaux*.

M. L. Bell a le premier signalé cette singulière réaction des minerais sur les gaz des hauts fourneaux, et depuis lors M. Gruner en a étudié, avec soin, les principales circonstances. Les résultats auxquels l'a conduit cette étude ont été communiqués à l'Académie des sciences en juillet 1871, et le mémoire lui-même a paru dans le *Recueil des savants étrangers*, et dans le numéro de mai 1872 des *Annales de physique et de chimie*. L'auteur en transcrit les conclusions que nous ne reproduisons pas, parce qu'on les trouve au *Bulletin* de 1872, 2e série, t. XIX, p. 373 (voyez également le t. XVIII, 1871, p. 151).

Il ajoute les deux observations suivantes :

Le dédoublement de l'oxyde de carbone ne se produit plus lorsqu'on fait agir sur l'oxyde de fer un mélange de *volumes égaux* de CO et de CO^2, c'est-à-dire lorsque $m = 1{,}581$; c'est qu'alors, d'après l'expérience de M. Debray, il ne se forme que du protoxyde de fer, tandis que le fer métallique est nécessaire pour provoquer le dépôt du charbon floconneux. Si l'on prend, au contraire, 2 volumes de CO pour 1 de CO^2, ce qui correspond au rapport $m = 0{,}79$, alors le carbone *commence* à se déposer, parce qu'alors aussi le fer métallique tend à apparaître, pourvu, toutefois, que le courant gazeux soit assez rapide pour entraîner sans retard l'acide carbonique formé.

La seconde observation est relative au dégagement des 3134 calories, dues au dépôt du carbone floconneux. C'est là, en ce qui concerne la température propre des gaz et la hauteur limite des hauts fourneaux, le point essentiel du phénomène en question. La chaleur produite par la combustion proprement dite de 2C en 2CO est, comme on sait, de $2 \times 2473 = 4946$ calories. D'autre part, lorsque la moitié de 2C se transforme en CO^2, la chaleur développée est de 8 080 calories ; donc le dédoublement de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$2CO$ en $C + CO^2$ met bien réellement en liberté $8080 - 4946 = 3134$ calories.

On peut en conclure que, lorsque les gaz du gueulard ont une température de 3 à 400 degrés et une composition telle que le rapport m soit plus petit que 0,80, il y aura non-seulement réduction partielle du minerai, mais encore *imprégnation et dépôt de charbon floconneux*, avec dégagement notable de chaleur, d'où résulte alors une sorte d'état stationnaire, sans refroidissement ultérieur des gaz, malgré l'exhaussement plus grand des fourneaux.

Enfin tout ce qui vient d'être dit s'applique aux hauts fourneaux traitant uniquement, comme ceux du Cleveland, des minerais *calcinés* ou *anhydres*. Ailleurs, dans nos hauts fourneaux à minerais hydratés par exemple, et là où l'on traite des fers spathiques incomplétement calcinés, le gueulard est beaucoup plus froid. Ainsi on peut citer, d'après M. Tunner, l'exemple d'Eisenerz, où le fer métallique, et avec lui le dédoublement de CO, ne commencent à apparaître que vers 23 pieds (au delà de 7 mètres) de profondeur. Or, dans les fourneaux d'une faible hauteur totale, les charges atteindront peu à peu la zone *très*-chaude où cette réaction cesse de nouveau. Toute surélévation des hauts fourneaux pourra donc, dans ce cas aussi, agrandir la zone où le dédoublement tendra à se produire et amener finalement une certaine économie, en rendant les gaz plus riches en CO^2. Mais il est évident, par les motifs qui ont été développés, que là aussi il y aura une limite au delà de laquelle l'économie réelle deviendra insignifiante.

En résumé :

A partir d'une certaine hauteur, variable avec les minerais et les profils, il n'y a plus aucun avantage à grossir le volume des hauts fourneaux.

§ 25. *Influence du vent surchauffé.* — Cherchons, en second lieu, à apprécier l'influence *des variations de température du vent sur l'allure des hauts fourneaux.*

Comparons, à cet effet, les deux fourneaux de Consett, cités au tableau du § 21, p. 527.

Les dimensions et les profils diffèrent peu, les charges sont les mêmes, la fonte, de même nature; par contre, la température du vent est de 454°,5 dans l'un, de 718 dans l'autre : la différence des résultats ne peut donc être attribuée qu'à cet écart de température de 263°,5. Le vent du premier four est échauffé dans des tuyaux ordinaires en fonte ; celui du second, dans l'appareil Whitwell en briques, système Siemens. Le combustible pour le chauffage du vent est, dans les deux cas, le gaz des hauts fourneaux.

Ce qui frappe d'abord, c'est que le gueulard est d'autant plus froid que le vent est plus chaud : 477 degrés pour le vent de 454°,5, contre 248 degrés pour le vent de 718°. C'est, au reste, le résultat, bien connu et constaté partout, de la substitution du vent chaud au vent froid. L'air chaud *refroidit le haut des fourneaux,* parce qu'une fraction plus forte de la chaleur *reçue* est due au vent. La combustion fournit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moins de gaz, et ceux-ci se refroidissent davantage en traversant la même masse de matière solide.

Les différences sont grandes, à ces divers points de vue, entre les deux hauts fourneaux. Le four à vent surchauffé ne reçoit, par kilog. de fonte produite, que $3^k,751$ de vent, et ne fournit que $5^k,161$ de gaz ; tandis que le four à vent chaud *ordinaire* reçoit $5^k,071$ de vent, et produit $6^k,706$ de gaz.

La chaleur de *combustion* dans la zone des tuyères est de 2 672 calories seulement, dans le premier cas, contre 2 249 calories dans le second, et cette énorme différence n'est qu'en faible partie compensée par la chaleur *apportée* par le vent, qui atteint 643 calories contre 551 calories ; différence, 92 calories. Aussi la zone de fusion du four à vent chaud ordinaire reçoit-elle, malgré cela, un excès de chaleur de $2800 - 2315 = 485$ calories ; l'écart est plus fort encore entre les chaleurs *totales* reçues par les deux fourneaux, il est de $4192 - 3654 = 538$ calories.

Or cet excès de chaleur *reçue* par le four à vent chaud ordinaire se retrouve presque en entier dans la chaleur emportée par les gaz, qui est de 758 calories dans le premier fourneau, contre 303 calories, enlevées par les gaz du four à vent surchauffé, soit une différence de 455 calories.

Les avantages du four à vent surchauffé ressortent aussi de la valeur plus élevée du rapport $\frac{CO^2}{CO} = m$, qui est de 0,623 au lieu de 0,502. Le charbon y brûle plus utilement ; et cette différence doit certainement provenir de ce que la température moins élevée de la zone de réduction tend à provoquer, d'une façon plus active, le dédoublement de l'oxyde de carbone.

En définitive, l'emploi du vent *surchauffé* offre à Consett, par kilogramme de fonte produite, une économie de $1^k,0055 - 0^k,789 = 0^k,2165$ de carbone pur, économie qui ne résulte qu'en faible partie du fait de la chaleur *apportée directement* par le vent surchauffé (1) ; elle est surtout due à la *distribution* plus utile de la chaleur, occasionnant un refroidissement plus énergique des gaz, et à la combustion plus avancée du carbone, développant par kilogramme 3 816 calories, dans le cas du vent surchauffé, contre 3 621 calories dans le cas du vent chaud ordinaire. Ainsi les avantages d'un chauffage énergique du vent sont considérables, et cela sans aucune altération dans la nature des produits obtenus, du moins lorsqu'il s'agit de minerais ordinaires. Reste à savoir si, sous ce rapport, il n'y a d'autre limite que celle de la possibilité pratique.

Pourrait-on impunément chauffer le vent à 800, 900, 1 000 degrés, etc., et chaque surélévation de la température sera-t-elle accompagnée d'une réduction équivalente sur

---

(1) L'excès de chaleur apportée par le vent surchauffé est de 92 calories ; il remplace seulement $\frac{92}{2473} = 0^k,037$ de carbone brûlé aux tuyères.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le charbon consommé ? Au fond, l'expérience seule peut prononcer. Toutefois, en partant des faits déjà acquis, on peut, jusqu'à un certain point, se rendre compte de ce qui arriverait en surchauffant davantage encore l'air des tuyères. A mesure que le vent est plus chaud, la température baisse au gueulard ; c'est un fait universellement constaté, que l'expérience du Consett vient encore confirmer. L'air chaud agit, sous ce rapport, comme l'exhaussement des fourneaux ; mais le dédoublement de l'oxyde de carbone oppose une limite à ce refroidissement.

D'après les résultats donnés par les fourneaux les plus élevés du Cleveland, il ne semble pas que la température au gueulard puisse notablement descendre au-dessous de 200 degrés C. ; il ne s'agit toujours, bien entendu, que de fourneaux alimentés par des minerais calcinés comme ceux du Cleveland, et non d'appareils traitant des minerais hydratés ou carbonatés.

Au fourneau le plus élevé du Cleveland, celui de Ferry-Hill, de $31^{m},5$ de hauteur, la température est encore de 191 degrés C. ; et, dans cette usine, on charge cependant des minerais qui ont subi un transport de 65 kilomètres *après* leur calcination, ce qui doit occasionner, dans les circonstances ordinaires, une certaine absorption d'humidité. M. Gruner admet donc, comme limite inférieure, dans les conditions du Cleveland, une température des gaz du gueulard de 200 degrés C.

Une autre conséquence de l'emploi de l'air très-chaud, comme de l'exhaussement des fourneaux, est l'accroissement graduel de la valeur de m. On se rapproche de la marche *idéale*, et l'on a vu, en effet, par l'exemple de Consett, le rapport m monter de 0,502 à 0,623. A mesure que le vent est plus chaud, on brûle moins de carbone au niveau de la tuyère ; donc la masse de C O, produite sur ce point, diminue. Or, comme l'oxygène du minerai reste constant, il arrivera de deux choses l'une : ou bien l'acide carbonique ira croissant, et l'on atteindra la limite où l'oxyde de carbone ne se dédouble plus, — ce qui correspond à $m = 0,80$, et l'on arrivera même, peu après, à la marche *idéale,* marquée par $m = 1\ 217$ (§ 5) ; ou bien l'excès de CO^2, dans la région de réduction, agira sur le carbone solide, et, tandis que la consommation diminuera auprès de la tuyère, elle croîtra dans la région de réduction ; ou plutôt, en général, les deux effets seront simultanés ; on verra grandir concurremment le rapport m et la quantité de carbone brûlé dans la région de réduction. C'est là ce qui, précisément, peut se constater à l'usine de Consett. En comparant le haut fourneau à vent ordinaire au haut fourneau à vent surchauffé, on voit non-seulement m passer de 0,502 à 0,623, mais encore le carbone brûlé dans la zone de réduction, monter de $0^{k},096$ à $0^{k},113$. Eh bien, en partant de la consommation observée à Consett, on peut, pour des quantités successivement décroissantes de carbone brûlé à la tuyère, et des valeurs croissantes de m, calculer facilement les températures à donner au vent, ainsi que le carbone brûlé par l'acide carbonique dans la zone de réduction.

Le résumé de ces calculs est contenu dans le tableau suivant, qui présente, en regard des données de la marche réelle du fourneau de Consett n° 4, les résultats trouvés dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'hypothèse de l'invariabilité du rapport $m = 0{,}620$, et en supposant le carbone brûlé au niveau de la tuyère successivement égal à $0^k{,}650$ et $0^k{,}600$:

Carbone brûlé à la tuyère	kilog. 0,676 (marche réelle).	kilog. 0,650 (marche hypothétique).	kilog. 0,600 (marche hypothétique).
Carbone brûlé dans la zone de réduction	kilog. 0,113	kilog. 0,1185	kilog. 0,1295
Carbone total consommé, y compris les $0^k{,}030$ pris par le fer	0,819	0,7985	0,7595
Chaleur développée dans la zone de réduction	calories. 1339	calories. 1322	calories. 1287
Chaleur développée auprès des tuyères	1672	1607	1484
Chaleur totale de combustion	3011	2929	2771
Chaleur apportée par le vent	643	657	800
Chaleur totale *reçue*, ou *nécessaire*, des fourneaux	3654	3586	3571
Température des gaz	degrés. 248	degrés. 200	degrés. 200
Température du vent	718	772	1,022
Poids du vent	kilog. 3,751	kilog. 3,562	kilog. 3,277

Ce tableau montre qu'à partir d'une certaine limite de température les avantages de l'air *surchauffé* deviennent de moins en moins considérables ; et ce fait est dû à plusieurs causes :

1° La masse du vent diminue à mesure que la température croît.

2° Le refroidissement des gaz du gueulard, d'abord très-rapide, est ensuite limité par le dédoublement plus largement développé de l'oxyde de carbone ;

3° Enfin, le rapport m, supposé constant à partir de la température de 718 degrés, ne peut pas, en effet, grandir au delà d'un certain maximum, par les motifs précédemment exposés, ce qui limite la chaleur développée dans la zone de réduction.

Il en résulte que si, dans les conditions des usines du Cleveland, il y a grand avantage à porter la température du vent de 400 à 700 degrés C., il n'y a plus, à beaucoup près, un égal avantage à y ajouter encore 300 autres degrés, c'est-à-dire à chauffer le vent jusqu'à 1 000 degrés.

Dans les chiffres précédents, le rapport m a été, comme on l'a vu, supposé constant et égal à 0,620. L'auteur montre ensuite que les conclusions seraient peu modifiées, si ce rapport pouvait atteindre la valeur 0,70 et même 0,80, qui est celle où l'oxyde de carbone cesse de se dédoubler.

Le tableau suivant, résumé de ceux de l'auteur, donne les résultats trouvés dans les deux cas en supposant, comme précédemment, que le carbone brûlé auprès de la tuyère descend successivement à $0^k{,}650$ et $0^k{,}600$ et en admettant, comme ci-dessus, que les gaz s'écoulent du gueulard à la température limite de 200 degrés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	$m = 0{,}70$.			$m = 0{,}80$.		
Carbone brûlé à la tuyère. . . .	kilog. 0,676 (marche réelle).	kilog. 0,650 (marche hypothétique)	kilog. 0,600 (marche hypothétique)	kilog. 0,676 (marche reelle).	kilog. 0,650 (marche hypothétique)	kilog. 0,600 (marche hypothétique)
Carbone brûlé dans la zone de réduction.	0,0965	0,1035	0,1145	0,0785	0,0865	0,0985
Carbone total consommé, y compris les 0k,030 pris par le fer. .	0,8025	0,7835	0,7445	0,7845	0,7665	0,7285
Chaleur développée dans la zone de réduction.	calories. 1385	calories. 1369	calories. 1329	calories. 1442	calories. 1428	calories. 1384
Chaleur développée auprès des tuyères.	1672	1607	1484	1672	1607	1484
Chaleur totale de combustion. .	3057	2976	2813	3114	3035	2868
Chaleur apportée par le vent. .	594	609	757	477	549	701
Chaleur totale *nécessaire* des fourneaux.	3651	3585	3570	3591	3584	3569
Température des gaz.	degrés. 248	degrés. 200	degrés. 200	degrés. 200	degrés. 200	degrés. 200
Température du vent.	662	715	967	561	645	895
Poids du vent.	kilog. 3,751	kilog. 3,562	kilog. 3,277	kilog. 3,751	kilog. 3,562	kilog. 3,277

Les chiffres de ce tableau confirment les conclusions tirées du premier. Pour une même valeur du rapport m, le carbone brûlé dans la zone de réduction *augmente*, lorsque, par l'accroissement de la température du vent, la consommation totale, ainsi que celle qui se fait au niveau des tuyères, tendent à diminuer; et pourtant, malgré cela, la chaleur *développée* dans la zone de réduction est d'autant moindre que le vent est plus chaud.

Si l'on compare ensuite les deux tableaux entre eux, on voit que, pour arriver à la chaleur *nécessaire*, le vent doit être d'autant plus chaud que la valeur de m est plus faible; or il est évident que, toutes choses égales d'ailleurs, il sera plus économique d'atteindre cette chaleur *nécessaire* par une *bonne disposition* du fourneau que par un vent surchauffé; en tous cas, on réalisera le maximum d'économie *par le concours d'un vent très-chaud et d'une valeur élevée du rapport m*. Or cette valeur élevée du rapport m correspond, comme on l'a vu plus haut, à une certaine hauteur moyenne du fourneau, et suppose une marche d'autant plus lente que le haut fourneau est plus volumineux, du moins dès que l'on dépasse sous ce rapport une certaine limite.

Enfin, à la question posée au commencement de ce paragraphe, s'il y a avantage à chauffer le vent jusqu'à 800, 900, 1 000 degrés, etc., on peut hardiment, d'après l'auteur, répondre *oui*. A chaque surélévation de la température du vent correspond une économie nouvelle, abstraction faite, bien entendu, de l'entretien plus considérable des appareils à air chaud; mais, en même temps, cette économie décroît rapidement avec les progrès de la température; l'économie résultant de chaque nouvelle addition de 100 degrés à la température du vent est bien moins considérable entre 800 et 900 degrés qu'entre 600 et 700, et surtout qu'entre 400 et 500. D'après cela, dans la pratique, il semble peu utile de dépasser la limite de 7 à 800 degrés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ 26. *Conclusions.* — 1° La production des grands hauts fourneaux, au delà du volume de 200^{m3}, ne croît pas proportionnellement à leur capacité.

2° Pour apprécier la marche des hauts fourneaux, il convient de fixer par expérience le rapport $\frac{CO^2}{CO} = m$ dans les gaz du gueulard ; à l'aide de ce rapport, on peut non-seulement calculer la composition réelle des gaz, mais encore la quantité d'air que réclame le haut fourneau.

3° Pour déterminer exactement le rapport m, il ne suffit pas de faire un certain nombre de prises *instantanées*, il faut soutirer les gaz pendant plusieurs heures. Il convient, à cet effet, d'avoir recours à un appareil analogue à celui dont s'est servi M. Scheurer-Kestner, dans ses analyses des produits de combustion de la houille sous les chaudières à vapeur.

4° La composition des gaz une fois connue, il convient, pour se rendre un compte exact de la marche du haut fourneau, d'établir la balance entre la chaleur *reçue* et la chaleur *dépensée* ou *consommée*, et d'évaluer séparément la chaleur développée dans la *zone des tuyères,* ainsi que celle qui se produit dans la zone de *réduction*.

5° En appliquant ces principes à quelques hauts fourneaux du Cleveland, on peut constater que les avantages des fourneaux *élevés*, sur ceux d'une faible hauteur, résultent simplement de la température moins considérable des parties supérieures de la cuve. La réduction s'y fait d'une façon plus complète, par la seule action de l'oxyde de carbone, sans intervention du carbone solide ; on se rapproche de la marche *idéale*, qui suppose le carbone solide exclusivement brûlé par l'oxygène du vent. Un avantage accessoire, mais plus direct, est dû à la moindre chaleur *sensible* des gaz du gueulard.

6° La consommation des hauts fourneaux dépend en partie de leur production. La consommation *minimum* correspond à une vitesse *moyenne*, qui varie d'ailleurs avec la hauteur et la capacité absolues des fourneaux.

7° A cause du dédoublement de l'oxyde de carbone dans la région supérieure des hauts fourneaux, la température des gaz du gueulard ne peut s'abaisser au-dessous d'une certaine limite, et, *par ce motif*, il n'y a aucun avantage, dès que cette limite est atteinte, à grossir encore le volume et la hauteur des hauts fourneaux. Une marche trop lente et un excès de volume peuvent devenir onéreux.

8° La chaleur apportée par le vent chaud remplace avec avantage celle que développe la combustion dans la zone des tuyères. L'économie relative, due au vent chaud, diminue cependant à mesure que la température s'élève davantage. Dans la pratique, l'économie réelle est peu considérable au delà de 700 à 800 degrés. Le vent chaud tend à élever la valeur du rapport m ; et, par le refroidissement de la région supérieure des hauts fourneaux, il favorise la réduction sans consommation de charbon solide, c'est-à-dire la marche *idéale* de l'appareil.

§ 27 et 28. *Application de la nouvelle méthode d'analyse à des hauts fourneaux français.* — En appliquant sa méthode d'analyse à quelques hauts fourneaux français,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'auteur fait remarquer qu'il en est beaucoup de *dimensions ordinaires*, marchant au coke, dont la consommation n'est pas plus forte que celle des *grands fourneaux* du Cleveland, et pourtant les minerais que l'on y traite ne sont ni plus riches ni plus fusibles que ceux du nord de l'Angleterre. Ces appareils gagneraient peu à être exhaussés, car déjà les gaz sont relativement froids et la consommation peu élevée, en sorte qu'*à priori* on peut être assuré que le rapport *m* de l'acide carbonique à l'oxyde de carbone n'est pas éloigné de l'unité.

M. Gruner considère trois hauts fourneaux français :

1° L'un des hauts fourneaux du Pouzin de la Société de l'Horme à profil élancé (fig. 17, pl. 496). Hauteur $16^{m},90$; volume 115^{m3}.— Température du vent 290 degrés. — Température des gaz du gueulard 250 degrés. — Minerai traité : hématite rouge du terrain oxfordien à gangue fusible argilo-calcaire. — Production journalière : 18 tonnes de fonte de forge n° 4 en 1857, et aujourd'hui 25 à 30 tonnes (1). Matières premières par kilogramme de fonte produite : minerai $2^{k},340$, castine $0^{k},600$, coke $1^{k},200$.

2° L'un des hauts fourneaux de Denain (1865).— Hauteur 13 mètres, volume 78^{m3}. — Minerais argileux ne rendant que 32 à 35 pour 100. — Production journalière 30 tonnes de fonte d'affinage avec une consommation de 1150 à 1200 kilogrammes de coke à 25 pour 100 de cendres. Ces résultats avantageux sont surtout réalisés par un mode de chargement rationnel et aussi, comme au Pouzin, par une région de fusion *plus rétrécie* que celle de la plupart des hauts fourneaux anglais.

3° Le haut fourneau n° 1 de Montluçon, usine Saint-Jacques (1867). — Hauteur 15 mètres, volume $122^{m3},3$. — Température du vent 315 degrés. — Température des gaz du gueulard, 100 (2). — Charge, minerais hydratés en grains avec 1/10 de scories de forge, d'une teneur moyenne de 39 à 40 pour 100. — Production journalière, 24 tonnes de fonte grise de forge. — Consommation par kilogramme de fonte produite : minerai $2^{k},547$, castine $0^{k},900$, coke $1^{k},145$.

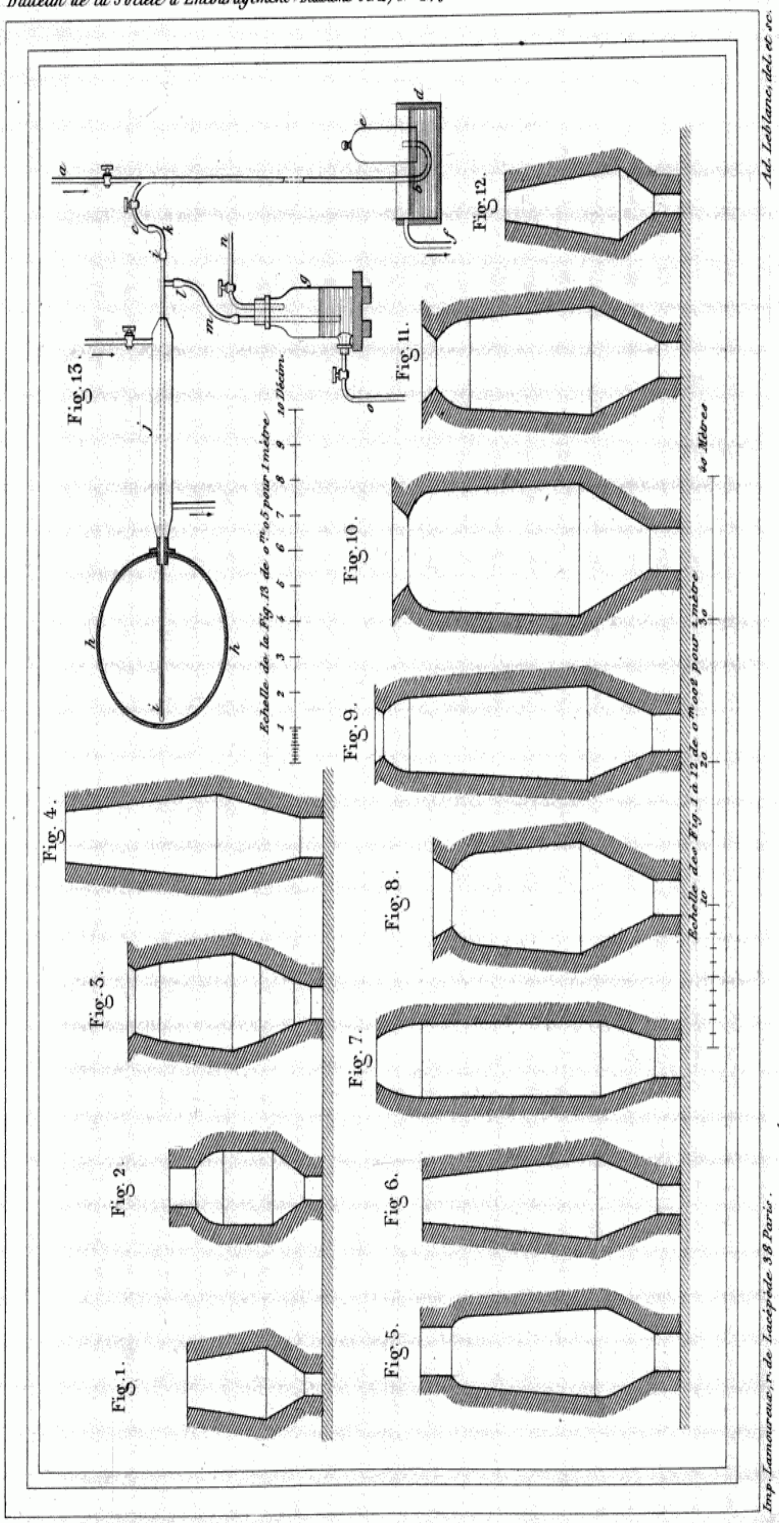
Voici comment l'auteur explique, en terminant, la différence si grande qui existe entre la marche de ces fourneaux et celle des anciens types du Cleveland :

1° Le profil des fourneaux français est, en général, plus *élancé* que celui des fourneaux anglais; il en résulte une meilleure distribution des gaz; la réduction se fait dans les régions hautes, avec une moindre consommation de carbone solide. On a déjà fait remarquer qu'il faut certainement attribuer à cette différence de profil une part de l'économie que le four de Clarence de 1866 offre aussi bien sur le grand haut fourneau d'Ormesby de 1867 que sur le petit four de Clarence de 1853.

2° On se préoccupe davantage, en France, du *mode de chargement;* son influence

(1) Cette augmentation est due à ce qu'on a forcé le volume du vent.
(2) Ce chiffre peu élevé est dû à la nature hydratée des minerais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



ÉTUDES SUR LES HAUTS FOURNEAUX, PAR M. L. GRUNER

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur la distribution des gaz est connue. On sait que l'on peut se rapprocher ainsi de la marche *idéale*, c'est-à-dire favoriser la réduction sans consommation de carbone solide.

3° Enfin la région de fusion auprès des tuyères paraît, en général, *trop large* en Angleterre. Dans les plus petits fourneaux du Cleveland, le diamètre de l'ouvrage n'est jamais inférieur à $1^m,80$ et, dans un grand nombre de ceux de 300 à 500^{m3} de capacité, il atteint $2^m,20$ à $2^m,40$, et même $2^m,50$ à $2^m,75$, et cela avec des hauteurs très-souvent inférieures à ce diamètre, tandis que, dans les fourneaux français dont on vient de parler, le diamètre moyen est rarement supérieur à $1^m,50$ ou $1^m,60$. Or la *capacité* de la région de fusion a une influence directe sur la consommation. Pour fondre un minerai *réfractaire*, il ne suffit pas d'avoir à sa disposition une certaine *somme* de chaleur ; il faut encore que cette chaleur soit *bien distribuée*, que la *température locale* soit intense, ce qui ne peut se réaliser que dans un espace suffisamment rétréci.

On sait, par les expériences de M. Tunner sur les températures des régions de fusion, qu'auprès de chaque tuyère la zone de combustion proprement dite est toujours fort restreinte, et que, si l'on veut avoir une température *moyenne élevée*, il faut nécessairement rétrécir la zone de fusion. Quelles que soient les dimensions de la cuve d'un haut fourneau, on ne réalisera cette haute température, avec une consommation relativement faible, qu'en faisant usage d'ouvrages étroits et relativement élevés. C'est une précaution que l'on néglige trop souvent, aussi bien dans les fonderies de plomb et de cuivre, ou dans les cubilots, que dans les hauts fourneaux à fer.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 496 RELATIVE AU MÉMOIRE DE M. GRUNER.

Fig. 1. Profil du haut fourneau de Bolckow et Vaughan (1851)—hauteur $12^m,80$; volume 130^{m3}.

Fig. 2. Profil d'un haut fourneau de Clarence-Works (1853) — hauteur $14^m,60$; volume 170^{m3}.

Fig. 3. Profil du haut fourneau de Thornaby (1861) — hauteur $18^m,30$; volume 362^{m3}.

Fig. 4. Profil du haut fourneau de Southbank (1864) — hauteur $24^m,70$; volume 450^{m3}.

Fig. 5. Profil d'un second haut fourneau de Clarence (1865) — hauteur $24^m,40$; volume 440^{m3}.

Fig. 6. Profil d'un troisième haut fourneau de Clarence (1866) — hauteur $24^m,40$; volume 330^{m3}.

Fig. 7. Profil d'un haut fourneau de Cleveland (1866) — hauteur 29 mètres ; volume 430^{m3}.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 8. Profil d'un haut fourneau d'Ormesby (1867) — hauteur $23^{m},20$; volume 584^{m3}.

Fig. 9. Profil d'un autre haut fourneau du Cleveland (1868) — hauteur 29 mètres; volume 736^{m3}.

Fig. 10. Profil d'un autre haut fourneau d'Ormesby (1870) — hauteur $27^{m},50$; volume $1\,165^{m3}$.

Fig. 11. Profil d'un quatrième haut fourneau de Clarence (1870) — hauteur $24^{m},40$; volume 700^{m3}.

Fig. 12. Profil d'un haut fourneau du Pouzin (1857) — hauteur $16^{m},90$; volume 115^{m3}.

Fig. 13. Appareil pour la prise de gaz des hauts fourneaux d'après la méthode de MM. Scheurer-Kestner et Ch. Meunier.

ab, conduit en plomb servant d'aspirateur fonctionnant comme une trompe, et muni, vers le haut, d'un robinet servant à régler l'écoulement de l'eau.

c, branche latérale soudée au conduit *ab*, et munie également d'un robinet pour l'écoulement des gaz provenant du gueulard.

d, cuve en tôle remplie d'eau, dans laquelle plonge l'extrémité recourbée du conduit *ab*.

e, cloche de verre, sous laquelle on reçoit et mesure les gaz du gueulard.

f, tuyau de trop-plein de la cuve *d*.

g, vase de Mariotte ou gazomètre à mercure.

h, grand conduit en tôle de fer communiquant avec le gueulard, dont il reçoit les gaz; il est vu en section transversale.

i, tube en cuivre traversant le conduit *h*; sur toute la partie renfermée dans le conduit, il est muni d'une fente de $0^{m},0005$ de largeur destinée à aspirer les gaz.

j, réfrigérant à eau, système Liebig, traversé par le tube *i* à sa sortie du grand conduit *h*.

k, manchon en caoutchouc réunissant l'extrémité du tube *i* avec la branche *c* de l'aspirateur *ab*.

l, tubulure du tube *i*, placée près de son extrémité extérieure.

m, manchon de caoutchouc, réunissant la tubulure *l* avec le tube droit du gazomètre à mercure.

n, tube à robinet du gazomètre à mercure pour la sortie du gaz au moment de l'analyse.

o, tube recourbé à robinet pour l'écoulement du mercure.

(Extrait des *Annales des mines*.)

(M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Sur l'influence de l'ammoniaque dans les ateliers où l'on emploie le mercure, par M. J. Meyer. — Le moyen hygiénique que M. Meyer propose devrait être, suivant lui, employé dans tous les ateliers où l'on manie le mercure métallique et même dans les laboratoires où l'on en fait un grand usage. Ce moyen consiste dans l'emploi de l'ammoniaque liquide répandue sur le sol de l'atelier où travaillent les ouvriers.

C'est grâce à cet emploi que, dans les ateliers d'étamage de la glacerie de Chauny appartenant à la Compagnie de Saint-Gobain, M. Meyer est arrivé à éviter l'influence funeste du métal sur la santé des ouvriers. Il suffit, suivant lui, de répandre, tous les soirs, dans l'atelier, après la fin du travail, un demi-litre d'ammoniaque liquide du commerce. L'odeur pénétrante du gaz rend l'atmosphère de l'atelier d'étamage moins fade, moins suffocante et moins pénible pour les ouvriers.

Depuis cinq ans que ce moyen est employé à Chauny, M. Meyer n'a pas vu un seul ouvrier nouveau atteint d'accidents mercuriels, tandis que, auparavant, l'influence du poison se faisait souvent sentir chez des ouvriers qui ne travaillaient à l'étamage des glaces que depuis six mois. Quant aux ouvriers anciens qui avaient été pris, antérieurement, de tremblement mercuriel, les accès, malgré la continuation du travail, sont devenus moins fréquents et sans gravité.

M. Meyer recommande de répandre l'ammoniaque le soir plutôt que le matin : l'action préservatrice est alors plus efficace; le gaz ammoniac libre se répand d'une manière uniforme dans toute l'étendue de l'atelier pendant l'interruption du travail.

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

Sur l'argenture des moules de gélatine pour la galvanoplastie, par M. Hanisch, de Vienne. — On recommande, généralement, de métalliser avec du graphite, ou de l'argent précipité, ou du sulfure d'argent, les surfaces organiques sur lesquelles on veut obtenir des dépôts galvanoplastiques. Mais tous ces moyens ne conviennent que pour les travaux où l'on n'aspire pas à une grande délicatesse, car les reliefs donnés par la gélatine sont mous, souffrent nécessairement pendant que l'on étend dessus le corps conducteur, et donnent, par conséquent, des épreuves dont les retouches nécessaires exigent plus ou moins de temps. D'ailleurs, ces corps métallisants n'ont qu'une assez médiocre conductibilité, et donnent lieu à des lacunes dans le dépôt du cuivre et à des défauts dans les épreuves.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Hanisch croit devoir recommander d'obtenir, sous l'influence du soleil, la précipitation directe de l'argent sur la gélatine, parce que cette précipitation, favorisée par la présence de la matière organique, est beaucoup plus exacte, plus pure, plus uniforme, et couvre beaucoup mieux. Il conseille donc d'opérer ainsi :

Les feuilles de gélatine destinées à être métallisées sont collées sur une glace avec du vernis de copal ; on les fait ensuite tremper, pendant une heure, dans une solution de tanin, afin de les rendre moins sensibles à l'action de l'eau, et on les plonge immédiatement dans le bain d'argent, jusqu'à ce que toute la surface du moule soit complétement mouillée. On porte alors, sur l'épreuve placée horizontalement dans le bain et exposée aux rayons du soleil, un fil de cuivre courbé à angle droit. Il en résulte un double effet, savoir que l'argent se précipite en petits flocons rayonnés sur le cuivre et en couche mince d'un brillant métallique sur l'image, près des points touchés par le fil de cuivre. On retire alors le moule du bain aussi horizontalement que possible, on l'expose aux rayons du soleil, et on le laisse sécher ainsi. On enlève ensuite, par un lavage, l'argent pulvérulent et superflu, et on ne laisse que la couche qui présente l'éclat métallique. Comme cette couche possède, au plus haut degré, la faculté conductrice, on obtient ensuite facilement d'excellentes épreuves avec les plus faibles courants.

Dans ce mode d'argenture, les échecs ne peuvent résulter que de l'absence de l'éclat du soleil pendant l'opération, du défaut d'égalité dans l'humectation du moule par le nitrate d'argent, ou bien de l'enlèvement du dépôt métallique après sa précipitation.— (*Dingler's polytechnisches Journal.*)

Sur l'or fragile. — *Expériences de M. Chandler Roberts.* — On sait que la présence de petites parcelles de diverses substances peut faciliter la formation des cristaux ; mais des expériences récentes de M. Chandler Roberts, chimiste de l'administration des monnaies aux États-Unis, viennent d'ajouter à ce phénomène un nouveau degré d'intérêt. Des traces de plomb, d'antimoine, de bismuth ou d'arsenic ont communiqué à l'alliage légal d'or et de cuivre une texture cristalline et un degré extraordinaire de fragilité. Cet effet se produit même lorsque la proportion du métal nuisible n'est que du 1/1900 de l'alliage. La question de l'utilité de l'introduction du moyen proposé récemment par M. Miller pour rendre ductile l'or cassant est ainsi résolue pratiquement par l'adoption de ce moyen à la Monnaie des États-Unis. (Ce procédé consiste à traiter l'or en fusion par un courant de chlore (1).) (*Dingler's polytechnisches Journal.*) (V.)

---

(1) Voir, pour ce procédé, la note de M. Ernest Dumas, *Bulletin* de 1872, 2e série, t. XIX, p. 443.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 9 mai 1873.

Présidence de M. *Gruner,* membre du comité des arts chimiques.

CORRESPONDANCE. — M. *Farcot* (Joseph), ingénieur civil, à Saint-Ouen (Seine), fait hommage à la Société d'un exemplaire de l'ouvrage qu'il a publié sous le titre de *Servo-moteur*, ou moteur asservi ; Paris, 1873, br. in-8°, avec 56 figures et 4 planches. *Baudry*, éditeur.

Dans cet ouvrage, il donne la description d'un mécanisme permettant de produire instantanément, et de supprimer de même, en un point indiqué d'un système mécanique, une force aussi considérable que l'on veut, et de lui faire accomplir la course utile que le travail exige, sans que le conducteur, animé ou mécanique qui dirige la manœuvre, ait autre chose à faire que d'exercer, sur un point du système articulé, une action ou une réaction d'une très-faible intensité. Un régulateur pourra donc ainsi tenir complétement en bride les mécanismes les plus puissants et en manœuvrer, avec sûreté, les organes.

M. *Farcot* donne ensuite divers exemples de l'application de cet appareil à la manœuvre des gouvernails des grands navires à éperon, soit dans la marche ordinaire, soit pour produire une évolution rapide qu'on n'aurait pas pu obtenir par les moyens ordinaires; il montre, ainsi, que cet appareil donne la solution générale pour tous les cas où on aura besoin à la fois de *puissance*, de *précision* et d'une *grande rapidité d'action*.

M. *Armengaud* (J.), ancien élève de l'École polytechnique, boulevard de Strasbourg, 23, adresse à la Société un exemplaire d'un mémoire lithographié, dans lequel il explique le procédé au moyen duquel il réalise la production industrielle du froid par la détente des gaz permanents et de l'air en particulier.

L'auteur développe d'abord une théorie de la production mécanique du froid par la détente de l'air comprimé et refroidi, c'est-à-dire dépouillé de la chaleur qui a été développée pendant cette compression. On peut faire l'enlèvement de cette chaleur de deux manières; ou bien après la compression par un courant d'eau extérieur, ou bien, ce que l'auteur montre être bien plus avantageux, en injectant l'eau en même temps que l'air dans la capacité qui doit le contenir. La détente de l'air comprimé peut être faite aussi de deux manières, ou bien par une expansion libre, et, dans ce cas, la production du froid est instantanée et fugitive, de sorte qu'il ne peut pas être recueilli, ou bien en opérant la détente dans un espace limité sous un piston mobile

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui fuit devant son action. Dans ce cas, le gaz ne prend pas de mouvement nuisible, et sa chaleur interne est absorbée par le travail extérieur engendré. Les calories négatives produites par l'expansion peuvent donc être recueillies et consacrées à une destination pratique. L'auteur montre qu'en adoptant 2 pour le chiffre qui marque le degré de la détente, l'abaissement théorique de la température est de — 52 degrés, pour une température initiale de l'air de 20 degrés.

Un cheval-vapeur pourrait donc produire environ 41 kilogrammes de glace avec de l'eau prise à + 20 degrés. Dans la pratique, on obtiendra aisément 4 kilogrammes, c'est-à-dire le dixième du rendement théorique. Une machine construite suivant ces principes, et avec la collaboration de M. *Giffard* (Paul), fonctionne chez M. *Beauchamp*, rue de la Mare, 78, à Ménilmontant, et peut être visitée tous les vendredis, de 3 à 4 heures.

M. *de Luca* (Sébastien), professeur de chimie à l'Université et à l'École des ingénieurs de Naples (Italie), adresse à la Société trois brochures contenant des recherches expérimentales sur la solfatare de Pouzzoles et sur l'usage qu'on peut faire de ses eaux et de ses vapeurs en médecine. Il donne l'analyse des vapeurs contenant de l'acide sulfhydrique et de l'acide sulfureux qui se dégagent de ses fumerolles, et celle de l'eau acide et alumineuse provenant de leur condensation; il indique aussi l'usage qu'on peut faire de la terre prise près des fumerolles pour combattre les insectes nuisibles à l'agriculture, et spécialement le phylloxera.

M. *Barral*, membre du Conseil, présente au nom de l'auteur, un exemplaire de l'ouvrage que M. *Savalle* (Désiré) vient de publier sous le titre de *Progrès récents de la distillation*. Paris, 1873, grand in-8° avec 37 figures. *Masson*, éditeur.

Après avoir fait connaître l'état actuel de l'industrie de la distillation, appliquée aux mélasses, aux jus de betteraves, aux grains et pommes de terre saccharifiés par les acides ou par le malt, aux vins, au vesou de la canne à sucre ou autres jus, il décrit la rectification des alcools et les nouveaux appareils *Savalle* qui rendent cette opération aussi simple que précise. Il donne ensuite des détails sur l'emploi de ces appareils dans les fabriques de produits chimiques, pour la fabrication du méthylène, des benzols rectifiés et autres produits chimiques.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Glu marine et colle imperméable.* — M. *Barral* fait, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur les emplois divers que M^me^ *Audouin*, boulevard Magenta, 45, fait de la glu marine, et sur une colle imperméable liquide, qu'elle a présentée à la Société.

Le comité des arts chimiques propose au Conseil de remercier M^me^ *Audouin* de la communication de ces produits, et de faire imprimer dans le *Bulletin* le rapport auquel ils ont donné lieu.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Calorifères. — M. *Paliard* fait, au nom du comité des arts économiques, un rapport verbal sur les recherches que MM. *Giraudeau* et *Jalibert* ont faites pour le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

perfectionnement des calorifères, et spécialement du calorifère de cave *Laury*.

Ce rapport ayant donné lieu à une discussion, le Conseil décide le renvoi au comité pour un nouvel examen.

COMMUNICATIONS. — *Culture de l'orge en France.* — M. *Peligot* (Eugène), l'un des secrétaires du Conseil, présente un Mémoire manuscrit que M. *Gibson Richardson* adresse à la Société pour lui donner les renseignements sur l'utilité de la culture de l'orge en France, qu'il avait annoncés dans la séance du Conseil du 10 janvier dernier.

M. *Richardson* montre la solidarité intime qui existe entre les deux nations voisines, et la liaison que le commerce établit entre leurs industries agricoles et manufacturières. En Angleterre, sur 31 millions d'hectares, la population est de 31 317 108 habitants, et, plus qu'en France, elle est surchargée de bouches improductives, parce que l'écart entre les décès et les naissances y est plus considérable et qu'elle fournit à une émigration intense. En France, au contraire, 37 millions d'habitants exploitent un sol de 52 millions d'hectares; le chiffre des décès (23 3/4 pour 1 000) est peu éloigné de celui des naissances (26 2/3 pour 1 000) et les émigrations sont sans importance. Il y a donc, en Angleterre, une proportion relativement plus considérable de consommateurs, pesant lourdement sur la production.

La surface du terrain consacré aux céréales, dans les deux pays, peut servir à étudier ce qui se passe dans cette partie des productions destinées à l'alimentation des hommes. En Angleterre, en 1872, la culture du froment occupait 1 535 512 hectares et celle du seigle 30 340 hectares (les autres céréales ne sont pas employées à cette alimentation); il faut y ajouter 600 000 hectares cultivés en pommes de terre. Cette culture du blé diminue sans cesse et est successivement réduite par le développement de l'élevage du bétail. En France, au contraire, la culture des céréales alimentaires occupe 10 millions d'hectares, auxquels il faut ajouter 944 000 hectares pour diverses autres graines employées aussi à cette alimentation de la population.

Le champ d'exploitation des céréales en France est donc immense, en comparaison de celui de l'Angleterre, et, si les jachères bien trop considérables étaient supprimées, si le rendement des terres était plus approché qu'il n'est du maximum possible, les résultats seraient admirables.

La culture des racines n'a pas encore pris, en France, une extension suffisante; elle n'y occupe que 558 283 hectares, tandis qu'en Angleterre elle emploie 1 221 252 hectares. Cette culture des racines est liée intimement avec celle de l'orge, et une récolte sarclée précède toujours, en Angleterre, un ensemencement de la terre en orge. Exciter au développement de la culture de l'orge est donc un moyen de faire augmenter la quantité des récoltes de racines qui amènent à l'accroissement du bétail et à la production plus abondante de la viande.

Les renseignements qu'on vient de donner montrent que toutes les branches de l'agriculture sont dépendantes les unes des autres. Les débouchés étendus que l'An-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gleterre peut offrir au commerce de l'orge cultivée en France ont donc une influence utile sur toutes les parties de l'exploitation agricole de ce pays, et les détails ci-dessus étaient nécessaires pour faire bien comprendre toute l'importance des propositions faites dans le Mémoire qui a été remis à la Société d'encouragement le 10 janvier dernier.

M. le *Président* remercie M. *Peligot* de cette analyse du Mémoire de M. *Richardson* et charge le comité d'agriculture de l'examen de ce document, qui sera joint au Mémoire présenté le 10 janvier dernier.

Art du dessin. — M. *de la Gournerie* lit au Conseil une Note sur la détermination géométrique des teintes dans le dessin. (Cette note paraîtra *in extenso* dans le *Bulletin*.)

Perméabilité de la porcelaine. — M. *Salvetat* entretient le Conseil de diverses expériences qui ont montré à quel point les pâtes de porcelaine, même recouvertes d'une glaçure, sont loin d'être aussi imperméables qu'on l'a supposé jusqu'ici. (Cette communication sera insérée au *Bulletin*.)

Verres et cristaux colorés par l'or. — M. *Salvetat* présente, au nom de M. *Payard,* ancien élève de l'École centrale et membre de la Société, une note sur les couleurs diverses que l'or peut donner au verre. (Cette note paraîtra au *Bulletin*.)

Baromètre métallique de grande dimension. — M. *Debray* présente, au nom de M. *Redier*, horloger, à Paris, un baromètre métallique dans lequel l'aiguille indicatrice est mue par l'impulsion d'un double mécanisme d'horlogerie. Ce moteur n'agit que pour effectuer le mouvement dans le sens et pendant le temps très-court qui sont déterminés par l'action du tube barométrique proprement dit. Ce tube fonctionne donc ici comme un régulateur spécial, dont la mission est de déclancher le mouvement d'horlogerie qui doit agir et de faire cesser son action lorsqu'elle doit être arrêtée. C'est ainsi qu'on a pu mettre, au palais de la Bourse, un grand appareil de ce genre, avec une aiguille de plus d'un mètre de longueur, dont les indications sont distinctement vues de très-loin.

Cet appareil se prête très-bien à une transformation en barométrographe. Le mouvement d'horlogerie fait alors mouvoir un rouleau sur lequel les indications du thermomètre sont tracées au fur et à mesure de leur transmission au mécanisme. (Renvoi au comité des arts économiques.)

M. *Tresca*, à l'occasion de cette communication et sans vouloir diminuer l'intérêt qui peut être attaché aux combinaisons mécaniques de M. *Redier*, rappelle qu'on avait déjà fait mouvoir des aiguilles de grande dimension par l'action d'un baromètre métallique en proportionnant la puissance du ressort intérieur du tube barométrique avec l'effort qu'il avait à produire.

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5. — 1873.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

72e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XX. — Octobre 1873.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ARTS CHIMIQUES.

RAPPORT *fait par* M. CLOEZ, *au nom du comité des arts chimiques, sur le* FÉCULOMÈTRE *imaginé par* M. BLOCH, *à Tomblaine, près Nancy (Meurthe-et-Moselle)*.

Messieurs, la fécule de pomme de terre, employée en quantité toujours croissante pour la fabrication de la dextrine et de la glucose, présente des états d'hydratation variables, depuis la fécule coulante, séchée à l'air à la température ordinaire, dans laquelle il n'existe que 16 pour 100 d'eau, jusqu'à la fécule verte, qui en contient environ 50 pour 100, ou la moitié de son poids.

Les degrés d'hydratation intermédiaires entre ces points extrêmes sont assez difficiles à déterminer à la simple vue ou par le toucher; cependant il est important, pour le commerçant comme pour le fabricant de glucose ou de dextrine, de pouvoir apprécier, sûrement et d'une manière simple, la quantité réelle de fécule existant dans un échantillon donné.

M. N. Bloch, fabricant de fécule et de glucose, à Tomblaine, près Nancy, un des fils de l'industriel alsacien qui a le plus contribué au développement, en France, de l'industrie de la fécule et des produits qui en dérivent, a présenté à la Société une note sur l'emploi d'un instrument spécial qu'il nomme *féculomètre* et qui est destiné à fournir une indication, sinon exacte, du moins

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suffisamment approchée pour les besoins du commerce et de l'industrie, sur le degré d'hydratation de la fécule de pomme de terre.

L'instrument de M. Bloch consiste en un tube de verre, formé de deux parties de diamètres différents : l'une, inférieure, longue de $0^m,220$ et de $0^m,016$ de diamètre, est fermée à l'une de ses extrémités; elle est destinée à contenir la fécule et à en donner le titre; elle porte, à cet effet, une échelle graduée. La partie supérieure de l'appareil, soudée au tube inférieur, sert en quelque sorte d'entonnoir; c'est un cylindre de $0^m,180$ de long sur $0^m,028$ de diamètre; il est fermé supérieurement par un bouchon de verre.

Pour graduer son instrument, M. Bloch est parti de ce principe, que la fécule pure, non altérée par la chaleur ou l'action des acides, en présence d'un excès d'eau, se combine avec une certaine quantité de ce liquide, pour former, suivant l'auteur, une espèce d'hydrate qui occupe un volume constant.

Après avoir déterminé exactement, par dessiccation, la quantité d'humidité d'une fécule, si l'on prend de cette fécule une quantité représentant 10 grammes de matière amylacée supposée sèche, et si on la met en contact, dans un tube gradué, avec de l'eau ordinaire de source ou de rivière, on trouve, après un certain temps de repos, qu'elle occupe un volume de $17^{cc},5$, ou plus exactement $17^{cc},567$ suivant M. Bloch.

Tel est le point de départ de la graduation et de la construction du féculomètre. Le tube inférieur de l'appareil doit avoir une capacité de 20 centimètres cubes environ; on mesure exactement dans ce tube un volume de $17^{cc},567$, et on divise la longueur du tube occupée par ce volume en 100 parties d'égale capacité. Il est évident que chaque division représente un centième de fécule sèche; une simple lecture sur le tube suffira pour indiquer le titre de la matière amylacée.

Pour faire l'essai, on prend un échantillon moyen de la fécule et on en pèse 10 grammes, qu'on introduit dans le tube avec de l'eau ordinaire; on agite fortement le tout de manière à bien délayer la matière solide, puis on fait couler le long des parois internes du tube supérieur un mince filet d'eau pour faire tomber les quelques granules qui y restent adhérents.

On abandonne alors au repos, pendant une heure ou deux, jusqu'à ce que la fécule soit bien déposée, et on ne remue plus quand on incline l'appareil; on lit alors sur le tube gradué, le nombre de divisions occupées par la matière amylacée. Ce nombre représente la proportion, en centièmes, de fécule réelle; si c'est 76, par exemple, c'est que 100 kilog. du produit essayé con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tiennent 76 kilog. de fécule et 24 kilog. d'eau d'hydratation. C'est la composition limite d'une fécule marchande *non pelotante à la main*.

Lorsque la fécule soumise à l'essai est avariée ou qu'elle a été additionnée de matières étrangères, le dépôt ne se fait pas régulièrement dans le tube. L'instrument ne peut pas servir, dans ce cas, pour la détermination de la quantité d'eau retenue par la fécule; mais il indique au moins, d'une manière certaine, que le produit essayé est impur ou altéré.

Le féculomètre de M. Bloch est employé avec succès dans les grands centres de production de la fécule. A Épinal, l'Administration des magasins généraux s'en sert depuis plus de dix ans; le gérant de l'association féculière de la même ville en fait également un grand éloge.

Votre comité des arts chimiques, convaincu de l'utilité de cet instrument et des avantages que l'industrie et le commerce peuvent en retirer, vous propose :

1° De remercier l'auteur de son intéressante communication;

2° D'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société.

Signé CLOEZ, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 14 février 1873.

ARTS CHIMIQUES.

Rapport fait par M. BARRAL, *au nom du comité des arts chimiques, sur* DEUX NOTES *relatives à la* GLU MARINE *et à une* COLLE IMPERMÉABLE LIQUIDE *adressées par* M^me^ V^e^ AUDOUIN, 45, *boulevard Magenta, à Paris*.

Messieurs, vous avez renvoyé au comité des arts chimiques deux notes que M^me^ V^e^ Audouin vous a adressées, l'une sur la glu marine, l'autre sur une colle imperméable liquide, avec divers échantillons destinés à montrer les emplois multiples de ces deux matières. J'ai l'honneur de venir vous rendre compte des résultats de l'examen auquel le comité s'est livré. Depuis trente-cinq ans bientôt, M^me^ Audouin s'occupe, avec un grand zèle et une intelligente persévérance, de la fabrication de divers enduits qui ont été employés avec un succès constaté dans les constructions publiques et privées, pour préserver de l'humidité ou empêcher la détérioration, produite par l'action de l'air, de matériaux oxydables ou putrescibles. Déjà, en 1865, sur un rapport fait par M. Chatin, au nom du comité d'agriculture, vous avez décerné

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une médaille d'argent à Mme Audouin pour l'emploi de la glu marine en vue de la conservation des arbres, des bois et de diverses plantes contre l'attaque des animaux rongeurs. Depuis cette époque, Mme Audouin a perfectionné la préparation de la glu marine, car, en 1865, il fallait l'appliquer à chaud, et maintenant on peut l'employer à froid sur le fer, la fonte, le bois, les poteries, etc., ce qui en facilite beaucoup l'usage. En outre, la colle imperméable qu'elle nous a présentée est tout à fait nouvelle. Nous regrettons de ne pas pouvoir donner des détails sur les procédés de fabrication dont Mme Ve Audouin a entendu vouloir conserver le secret, soit pour elle-même, soit pour la personne qui lui succédera dans son exploitation. Nous ne pouvons, dès lors, que constater dans ce rapport les résultats obtenus avec les produits présentés.

Mme Ve Audouin fait deux sortes de glu marine, l'une noire, l'autre blonde. La première est employée par le service des ponts et chaussées, soit dans les égouts, soit pour la conservation des bois; elle a servi, notamment, pour les bois de l'estacade de l'île Louviers. Il est démontré qu'elle empêche l'oxydation du fer, de la fonte, de la tôle, en résistant soit à l'action de la chaleur, soit à celle de la gelée; ainsi elle est appliquée avec avantage sur les cheminées des bateaux à vapeur; on peut en enduire les chenets des cheminées de manière à leur donner un brillant qui permet de les tenir toujours propres et d'en chasser les cendres. Elle vernit et durcit le bois, en le préservant absolument de la pourriture et de la piqûre des insectes. Le carton qui y a été immergé pendant quelques instants devient en quelque sorte inaltérable.

La glu marine blonde a l'avantage de ne pas changer la couleur des bois sur lesquels on l'applique de la même manière que la précédente; elle revient seulement à un prix plus élevé. Cette matière serait employée avec avantage pour vernir les voitures des bouchers, servant au transport de la viande, ou les waggons de chemins de fer destinés au transport du bétail. Le lavage et la désinfection de ces véhicules deviendraient extrêmement faciles. Une application faite au Muséum d'histoire naturelle a montré que les bois qui ont été ainsi vernis ne contractent plus l'odeur que donne le séjour des bêtes fauves. Les emplois de la glu marine indiqués dans le rapport de M. Chatin, soit pour couvrir les cicatrices de l'élagage des arbres, soit pour enduire les pieux, les treillages, les toiles, les baraquements, les bois des étables, etc., ont tous été vérifiés pendant les années qui se sont écoulées depuis qu'il a reçu votre approbation (voir ce rapport au *Bulletin* de 1865, page 473).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La colle imperméable liquide, inventée, il y a une vingtaine d'années, par Mme Audouin, dans le but de faire pour la photographie des cuvettes imperméables, même en carton, a la propriété de résister parfaitement à l'action du nitrate d'argent, à celle de l'acide nitrique même très-concentré, et, en général, à celle de tous les acides. Il s'est trouvé qu'elle durcit le bois de sapin, et l'empêche de jouer, en lui communiquant une grande résistance. Il s'est trouvé aussi que, appliquée en peinture, elle fournit un enduit excellent pour les tables de laboratoire de chimie, à la condition, toutefois, de ne pas y appliquer de corps chauds; elle résiste aux acides, mais non pas aux alcalis. La dessiccation est, du reste, très-rapide, et il suffit d'appliquer deux couches, à deux ou trois jours d'intervalle. C'est une excellente préparation pour les planches des bibliothèques et des musées, et aussi pour empêcher les parquets de jouer. Mme Audouin pense que, appliquée sur l'envers des toiles des tableaux, elle leur donnerait une grande force, les rendrait hygrométriques et les mettrait à l'abri de toutes altérations. Le papier qui en est enduit deviendrait, en quelque sorte, indestructible; par conséquent, les étiquettes des plantes dans les jardins résisteraient aux intempéries, même dans la terre. Appliquée comme encaustique sur les carreaux en poteries, elle leur communique de l'imperméabilité et une grande force de résistance. En y mélangeant diverses poudres métalliques, elle peut servir à faire des bronzages sur plâtres, fontes, fers, tôles, bois, etc., qui peuvent supporter toutes les intempéries, et en outre elle peut servir au dorage des glaces, cadres, médaillons, etc. Une de ses qualités essentielles, et c'est celle qui lui a fait donner son nom, est enfin de pouvoir permettre de coller le verre sur lui-même ou contre du fer, des pierres sur du zinc ou sur de l'ardoise, de recoller des marbres, et, en général, de souder, d'une manière très-solide, les uns contre les autres, toutes sortes de matériaux.

Les applications des produits présentés à la Société par Mme Ve Audouin sont donc nombreuses et dignes d'appeler l'attention soit des ingénieurs, soit des autorités municipales, autant que du public. Aussi votre comité des arts chimiques vous propose-t-il de remercier Mme Ve Audouin de sa communication, de la féliciter de sa longue persévérance, et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé J. A. Barral, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 9 *mai* 1873.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES.

Rapport fait par M. PALIARD, *au nom du comité des arts économiques, sur les* TOITURES MÉTALLIQUES EN FEUILLES DE ZINC ESTAMPÉ *de* M. COUTELIER, *boulevard Richard-Lenoir*, 74, *à Paris.*

Messieurs, vous avez chargé votre comité des arts économiques d'examiner un nouveau mode de couvertures métalliques proposé par M. Coutelier; je viens, au nom de ce comité, vous rendre compte de cet examen.

M. Coutelier est fabricant d'estampage, il n'est pas entrepreneur de couvertures; aussi son invention consiste-t-elle surtout dans la fabrication d'une sorte de tuile creuse métallique, estampée à froid au moyen d'un balancier. Un seul coup suffit pour estamper, façonner et couvrir, si l'on veut, d'ornements un morceau de zinc qui, transformé ainsi en tuile creuse, peut se poser sans soudure comme une tuile ordinaire.

On sait qu'une couverture en zinc ne nécessite que très-peu de pente et qu'étant très-légère, la charpente qui la supporte peut être faite avec une grande économie; l'emploi du zinc pour couverture permet donc de diminuer sensiblement la superficie de celle-ci, et aussi l'importance et, par suite, le prix de la charpente du comble.

Mais l'aspect d'une couverture en zinc est peu agréable; la pose, l'entretien du métal nécessitent des soudures que tout ouvrier ne peut pas faire. M. Coutelier a donc pensé que la couverture en zinc pourrait être sensiblement améliorée par l'emploi de sa tuile ornée d'un aspect agréable, et pouvant être posée sans soudure au moyen d'un crochet, comme une tuile en terre ou une ardoise ordinaire, par tout ouvrier couvreur; le prix, d'ailleurs, étant le même que celui de la couverture ordinaire en zinc n° 14.

On peut juger, par le modèle déposé, comment, en groupant ainsi de petites feuilles métalliques, on peut produire des panneaux artistiques.

Déjà la tuile creuse sans ornements, montée, en quelque sorte, sur ses reliefs, offre à l'œil une surface mouvementée d'un aspect agréable que n'a pas la couverture ordinaire plate en zinc.

Cet effet, déjà agréable, devient remarquable si ces tuiles sont agrémentées, sur leur face, d'un ornement repoussé, qui peut se faire sans augmentation sensible de prix, et on a alors une couverture artistique qui peut être d'autant plus appréciée qu'elle sera peu dispendieuse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin rien n'empêche de fixer au four de la couleur sur ces feuilles, ou même seulement sur quelques-unes de ces feuilles et d'augmenter ainsi l'effet décoratif.

Quant à la solidité et à la résistance au vent de cette couverture, elle résulte de la rigidité que donnent aux feuilles leurs reliefs et du mode d'agrafes employé, qui est assurément bon, car chaque feuille ou tuile est maintenue fixe solidement par le haut et par le bas. Ce mode d'attache par un crochet en fer étamé a, d'ailleurs, de l'analogie avec celui employé par un industriel auquel vous avez récemment donné un encouragement pour son système d'agrafes, maintenant ainsi par le haut et par le bas les ardoises ordinaires.

Il a déjà été fait usage, autrefois, de petites feuilles de zinc se posant aussi sans soudure. Des petits bâtiments, entre autres des corps de garde, sur les quais, appartenant à la Ville, étaient ainsi couverts; mais ces sortes de tuiles de zinc imitant les ardoises étaient plates, sans reliefs, et n'avaient pas été faites dans un but décoratif, mais uniquement dans un but économique; on a dû y renoncer.

M. Coutelier n'a pas encore eu occasion de faire de couverture à Paris ailleurs que chez lui, où un atelier est ainsi couvert; mais en province il a, paraît-il, fait une vingtaine d'applications de son système.

Le prix de la couverture en tuiles de grand modèle est, comme je l'ai dit plus haut, le même que celui de la couverture ordinaire en zinc n° 14.

Peut-être pour les couvertures des grandes maisons d'habitation ces tuiles seront-elles d'un emploi un peu difficile, car ces couvertures sont traversées par de nombreuses cheminées, par des lucarnes qui nécessitent des noues, des ruellées, et, par suite, des raccords difficiles; puis, comme il faut monter souvent sur ces couvertures pour réparer, pour ramoner les cheminées, etc., il est à craindre que ces tuiles légères ne présentent plus alors une résistance suffisante; on peut donc dire que ce système de couverture ne paraît pas, pour cet usage, suffisamment étudié.

D'ailleurs, ainsi que j'ai déjà eu occasion de le dire dans un autre rapport, les couvertures en métal au-dessus d'habitations ont toujours l'inconvénient de mal garantir de la chaleur et du froid.

Mais, dès à présent, les kiosques, les pavillons isolés, les grandes salles ou galeries, certaines parties même des maisons d'habitation, pourront être, sans grande dépense, avantageusement couverts de ces tuiles creuses métal-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

liques estampées avec ornements en relief, qui contribueront à enrichir la décoration extérieure.

Cette fabrication, simple et économique, a paru ingénieuse à votre comité, qui croit que son emploi sera souvent utile. Je viens donc vous proposer, en son nom, de remercier M. Coutelier de sa communication et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé PALIARD, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 13 *décembre* 1872.

HUILES MINÉRALES.

DE L'EMPLOI DES HUILES MINÉRALES POUR LE GRAISSAGE DES MACHINES, PAR M. J. J. COLEMAN, MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE LONDRES.

(*Mémoire lu dans la séance du* 26 *novembre* 1872 *de la Société des ingénieurs d'Écosse.*)

Avoir pour le graissage des machines une bonne huile, qui ne soit pas trop chère et dont les qualités ne changent pas, a toujours été, pour les mécaniciens, un desideratum difficile à remplir.

Chaque fois que les ingénieurs portent leur choix sur des huiles spéciales, considérées par eux comme remplissant mieux le but auquel elles sont destinées, il en résulte une sorte d'engouement qui a pour conséquence de faire hausser les prix outre mesure. L'exemple en a été donné par l'huile de saindoux, sur laquelle tout le monde s'est jeté pendant un moment et qui, par suite, a atteint et conservé longtemps le prix de 70 livres la tonne (1750 fr.) ; de même pour l'huile de spermaceti, qui a valu jusqu'à 20 sh. par gallon (environ 5^{f},70 le litre).

La demande des huiles à lubrifier tendant sans cesse à croître par suite du développement de l'industrie (usines, chemins de fer, etc.), on comprend qu'il devient, chaque jour, plus difficile de s'en procurer à des prix raisonnables.

L'huile d'olive, qui, en 1872, a été à un prix relativement peu élevé, a cependant peu à peu haussé pendant ces quinze dernières années. Ainsi, de 1865 à 1870, elle valait 57 liv. 6 sh. 11 d. (1433^{f},60) par tonne, tandis que de 1865 à 1870 elle n'était qu'à 52 liv. 18 sh. 10 d. (1323^{f}, 50).

Les compagnies de chemins de fer, qui se servaient autrefois de cette huile pour leurs locomotives, l'ont remplacée par l'huile de colza épurée ; mais cette dernière a, comme les autres, haussé de prix, bien que de 1865 à 1870 le chiffre d'importation des huiles végétales soit devenu le double de ce qu'il était de 1855 à 1860. Il ne faut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas oublier, d'ailleurs, que, pour l'approvisionnement de ces huiles, nous sommes, dans une certaine mesure, à la merci du marché continental, où les affaires y sont vivement disputées par les différentes agences internationales. Pendant la dernière guerre franco-prussienne les prix avaient augmenté de 40 pour 100, en même temps que la sophistication avait pris des proportions telles qu'il était très-difficile, pendant un moment, de se procurer de l'huile pure.

Ce qui vient d'être dit suffit pour montrer le rôle important que peut jouer l'huile minérale dans le graissage des machines, non-seulement au point de vue économique, mais encore en raison de l'abondance, pour ainsi dire sans limite, avec laquelle on peut l'obtenir en Angleterre, à côté de la production indigène d'huile végétale qu'on estime à 10 000 tonnes par année.

Jusqu'ici on n'avait guère employé l'huile minérale qu'au graissage des broches de filature, mais tout fait espérer que son emploi va pouvoir recevoir de nouvelles applications. Nous ne parlons ici que de l'huile artificielle, c'est-à-dire de celle qu'on obtient de la distillation des schistes.

Dans les premiers temps de sa fabrication, cette huile passait pour avoir une vilaine couleur et une odeur repoussante. Le soin qu'exige son usage et la nécessité de recourir à des expériences pour trouver le meilleur mode d'emploi sont les causes pour lesquelles ceux qui ont essayé de s'en servir à l'origine n'ont pas réussi comme ceux qui, dans ces derniers temps, en ont fait différentes applications.

On connaît l'importante usine que M. James Young a créée, il y a plus de vingt ans, pour la distillation du boghead d'Écosse. Ce qu'il y a de plus curieux, c'est que cette création a été faite, non en vue de produire de l'huile pour l'éclairage, mais dans le but de fournir aux filateurs une matière capable de remplacer, dans le graissage des broches, l'huile de spermaceti devenue très-chère à cette époque. Les efforts de M. Young ont été si bien couronnés de succès, que l'emploi de l'huile minérale pour cette application spéciale s'est développé peu à peu dans des proportions considérables; aujourd'hui 75 pour 100 des broches de l'Angleterre n'emploient pas d'autre lubrifiant. Dans le principe, l'huile de paraffine, qu'on emploie communément de nos jours pour l'éclairage, n'était qu'un des déchets de la fabrication, parce qu'on n'en connaissait pas alors l'emploi et que la lampe capable de la brûler était encore à trouver. Ce n'a été que longtemps après, que la grande industrie des huiles de paraffine a fait son apparition; elle a rencontré, à son début, de nombreuses difficultés, mais, grâce à son énergie, grâce à une infatigable persévérance, l'inventeur est parvenu à les surmonter toutes, pour aboutir enfin à la création d'une des plus intéressantes et des plus colossales industries chimiques de cette époque.

On estime que les usines de l'Écosse qui se livrent à cette fabrication distillent annuellement 800 000 tonnes de boghead, lesquelles produisent 25 000 000 gallons (113 500 000 litres) d'huile brute; celle-ci est épurée ensuite et fournit 10 000 000 gallons (45 400 000 litres) d'huile pour l'éclairage, environ 10 000 tonnes d'huile pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

graissage, 5800 tonnes de paraffine, et 2350 tonnes de sulfate d'ammoniaque. Le tableau ci-dessous indique les principaux produits extraits de l'huile brute :

Tableau I.

PRODUITS.	DENSITÉ MOYENNE.	TEMPÉRATURE DE DISTILLATION.
Naphte.	0,750	26°,85 à 122°,05 C.
Huile pour éclairage.	0,815	122,05 à 318,05
Paraffine.	0,880	318,05 à 458,05
Huile pour graissage.	0,890	

Le procédé d'épuration consiste à séparer ces différents produits les uns des autres, par voie de distillation opérée dans de grandes cornues en fer; mais, comme on ne les obtient que mélangés à des impuretés de couleur noire et de forte odeur, ils sont ensuite soumis séparément à un traitement chimique qui a pour effet de les épurer.

Lorsqu'on place de l'huile brute dans une cornue munie d'un condenseur et qu'on y applique la chaleur d'un foyer, le liquide entre en ébullition et dégage des vapeurs qui se condensent dans le col de la cornue. Tant que la température n'excède pas **122°,05**, c'est du naphte qui distille, dont la proportion excède rarement **5** pour **100**; de **122°,05** à **318°,05** se produit l'huile pour éclairage, et enfin de **318°,05** à **458°,05**, un mélange d'huile pour graissage et de paraffine. On voit, par là, que le point d'ébullition de l'huile minérale pour graissage est aussi élevé que celui des huiles d'olive, de colza ou de spermaceti.

Il serait trop long de décrire ici les différentes opérations du traitement chimique; d'ailleurs ce n'est pas le sujet de cette note; tout ce que nous dirons à cet égard, c'est que l'huile à lubrifier subit toujours, en dernier lieu, un lavage légèrement alcalin avant d'être livrée au commerce, et que, par conséquent, le produit marchand n'accuse pas la plus légère trace d'acide, tandis qu'il n'en est pas ordinairement de même pour les huiles végétales et animales qui attaquent très-souvent le cuivre.

Nous avons dit que l'huile à lubrifier et la paraffine distillent en même temps. La présence de cette dernière n'est d'aucun avantage pour les qualités lubrifiantes de l'huile; c'est plutôt le contraire qui a lieu, car elle tend à la faire se figer par le froid. Heureusement que la valeur de la paraffine rend nécessaire, et surtout avantageux pour le fabricant, d'opérer la séparation des deux substances. Cette séparation s'obtient au moyen de l'ingénieuse machine à compression et dilatation de l'air de M. Kirk, qui produit facilement un froid artificiel de **12** degrés au-dessous de zéro. Quand la matière est figée, on la soumet à l'action d'une presse hydraulique dans des sacs qui laissent passer l'huile et retiennent la paraffine qu'on retrouve à l'état d'écailles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi fabriquée, l'huile à lubrifier possède les qualités suivantes :

1° Elle n'a aucune odeur désagréable;

2° Son poids d'ébullition étant supérieur à 318°,05, elle ne contient aucune substance volatile nuisible;

3° Elle est complétement inaltérable à l'air, n'absorbe pas d'oxygène et n'encrasse pas les organes mécaniques, comme le font certaines huiles, surtout lorsqu'il fait chaud;

4° Employée concurremment avec d'autres huiles, elle les empêche d'encrasser et, par conséquent, permet de tenir plus facilement les machines dans un état de propreté convenable;

5° Enfin les chiffons qui servent au nettoyage et qui en sont imprégnés ne risquent pas, lorsqu'ils sont entassés, de prendre feu spontanément.

En regard de toutes ces qualités vient cependant se placer un défaut capital; on reproche à cette huile de ne pas avoir assez de corps, d'être trop fluide, si bien qu'elle ne saurait même, sans quelque addition, servir aux broches de filature.

L'huile de spermaceti, qui a été longtemps préférée pour ce genre de broches, a une consistance particulière, une viscosité, en un mot, qui est fort appréciée pour cet objet. Qu'on prenne un entonnoir à orifice rétréci et qu'on le remplisse avec cette huile, l'écoulement de tout le liquide se fera en cinq minutes; si on y met, au contraire, de l'huile minérale pure, l'écoulement s'effectuera, à la même température, à peu près en trois minutes; enfin, pour de l'huile de saindoux, il faudra sept minutes (1). Si on juge, par là, de la viscosité du liquide, on voit que celle de l'huile de spermaceti est intermédiaire entre les deux autres; mais si, par exemple, on fait un mélange de parties égales d'huile minérale et d'huile de saindoux, on remarque que ce mélange met presque autant de temps que l'huile de spermaceti à traverser l'entonnoir; or, l'huile de spermaceti a justement la viscosité requise pour empêcher, d'une part, l'adhérence des surfaces métalliques en contact, et prévenir, de l'autre, l'encrassement (*glueing*) qui augmente toujours le frottement des organes travaillant, comme les broches de filature, à des vitesses de 2 000, 3 000 et jusqu'à 10 000 tours par minute.

Pour des pièces délicates, comme les broches dont nous parlons, l'huile n'a pas besoin d'avoir autant de corps qu'il lui en faut lorsqu'il s'agit de lubrifier de la grosse machinerie; l'expérience a, en effet, démontré que les broches s'arrêtent très-souvent lorsqu'on les graisse avec de l'huile d'olive ordinaire. L'auteur est donc convaincu, par ses nombreuses expériences, que, si l'huile de spermaceti possède, pour cet objet, des qualités spéciales, cela tient simplement à ce qu'elle est naturellement douée du degré

(1) Il va sans dire, bien que l'auteur ne le dise pas, que dans les trois cas la hauteur de la colonne liquide doit être la même. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de viscosité voulu, viscosité qu'on peut obtenir exactement avec l'huile minérale en lui donnant artificiellement le corps qui lui manque au moyen d'un mélange convenable avec quelque autre huile. De là des conséquences faciles à prévoir; l'huile minérale, dont la production est si abondante et le prix si inférieur à celui des autres huiles, pourrait, convenablement modifiée, servir à lubrifier la grosse machinerie, application nouvelle qui ne serait pas d'un mince intérêt.

Il y a trois ans environ que l'auteur s'est spécialement occupé de cette question à la requête du président de la compagnie des usines Young, M. J. Orr. Ewing, et c'est grâce à l'obligeance de M. Wheatley, directeur des ateliers de locomotives du *North British railway,* qu'une première série d'expériences a pu être entreprise dans cette nouvelle voie.

Le premier point à rechercher était de savoir si un mélange d'huile minérale avec quelque huile grasse ordinaire (huile de colza, d'olive, de ricin, de pied de bœuf, etc.) pouvait remplir le but.

Des essais furent donc faits avec différents mélanges de ce genre sur des locomotives circulant, d'une part, entre Glascow et Édimbourg, et, d'autre part, entre Carlisle et Édimbourg. Pour chaque mélange on avait soin de noter la température des boîtes à essieux des deux roues d'avant, ainsi que la température de l'air atmosphérique; cette constatation se faisait à la fin du voyage pour un train express, et plusieurs fois pendant le trajet lorsqu'il ne s'agissait que d'un train ordinaire.

En général, les premières expériences ont donné lieu à des résultats défavorables. Avec 40 pour 100 d'huile minérale dans le mélange, échec complet; avec 30 pour 100, il y avait parfois échauffement; avec 20 pour 100, le résultat était médiocre. En définitive, à part l'avantage que procure l'addition d'une très-petite quantité d'huile minérale de permettre de tenir facilement la machine dans un état de propreté convenable et d'empêcher l'encrassement des organes, on peut dire qu'un simple mélange n'a pas assez de corps pour servir à lubrifier efficacement une machine aussi pesante qu'une locomotive.

Mais ne peut-on lui en donner davantage par quelque procédé chimique? Telle est la question que s'est ensuite posée l'auteur en se reportant aux huiles de colza, de saindoux et d'olive, qui ne sont que des composés d'acides gras et de glycérine; l'idée lui est venue alors de combiner un nouveau mélange, dans lequel entre le caoutchouc pour y jouer un rôle tout à fait spécial et approprié (1). C'est avec ce nouveau mélange qu'un certain nombre de voyages ont été faits, dont les résultats comparatifs sont indiqués dans le tableau II.

---

(1) L'auteur, qui a pris un brevet, n'en donne malheureusement pas la date et ne donne pas davantage le mode de préparation de son produit. (M.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau II.

Augmentation de température des essieux des roues motrices de locomotives par rapport à celle de l'atmosphère.

	PARCOURS.	EMPLOI de l'huile de colza épurée.			EMPLOI du mélange breveté Ewing et Coleman.		
		Dates.	Augmentation de température.		Dates.	Augmentation de température.	
			Degrés Fahr.	Degrés C.		Degrés Fahr.	Degrés C.
TRAINS ORDINAIRES.	Glascow à Édimbourg. . . .	22 juin 1870.	28	— 2,22	28 juin 1870.	23	—5,00
	Édimbourg à Glascow. . . .	22 —	33	0,56	28 —	28	—2,22
	Glascow à Édimbourg. . . .	22 —	28	— 2,22	28 —	19	—7,22
	Id.	23 —	30	— 1,11	29 —	21	—6,11
	Id.	24 —	28	— 2,22	30 —	19	—7,22
	Édimbourg à Berwick. . . .	24 —	31	— 0,56	30 —	19	—7,22
	Berwick à Édimbourg. . . .	24 —	25	— 3,89	30 —	18	—7,78
		Moyenne d'augmentation. . .	29	— 1,67	Moyenne d'augmentation. . .	21	—6,11
EXPRESS.	Édimbourg à Carlisle. . . .	5 juin 1870.	62	16,67	9 juin 1870.	54	12,22
	Id.	13 —	66	18,89	13 —	55	12,78
		Moyenne d'augmentation. . .	64	17,78	Moyenne d'augmentation. . .	54,5	12,50

Le tableau ci-dessus montre que la moyenne d'augmentation de température résultant de la différence entre la température de l'atmosphère et celle de la boîte à essieu n'a été, à l'arrivée, dans le cas des trains ordinaires, que de **21** degrés Fahr. (**—6,11° C.**) avec l'emploi de l'huile Ewing et Coleman, tandis qu'avec l'huile de colza elle s'est élevée à **29** degrés Fahr. (**—1,67° C.**); pour les trains express l'augmentation moyenne a été, dans le premier cas, de **54,5** degrés Fahr. (**12°,5 C.**), et, dans le second, de **64** degrés Fahr. (**17°,78 C.**)

Ces résultats, entièrement contrôlés par l'auteur, sont concluants, et il importe de constater que, depuis les expériences qui viennent d'être relatées, plusieurs grandes compagnies de chemins de fer emploient avec succès la nouvelle huile, à laquelle ils reconnaissent, de plus, la qualité de moins encrasser les machines que l'huile de colza.

Quels que soient les avantages bien constatés d'une innovation, on sait les difficultés que rencontre son application; par conséquent, dans les chemins de fer les préventions des mécaniciens-conducteurs de machines n'ont pas été les moindres à surmon-

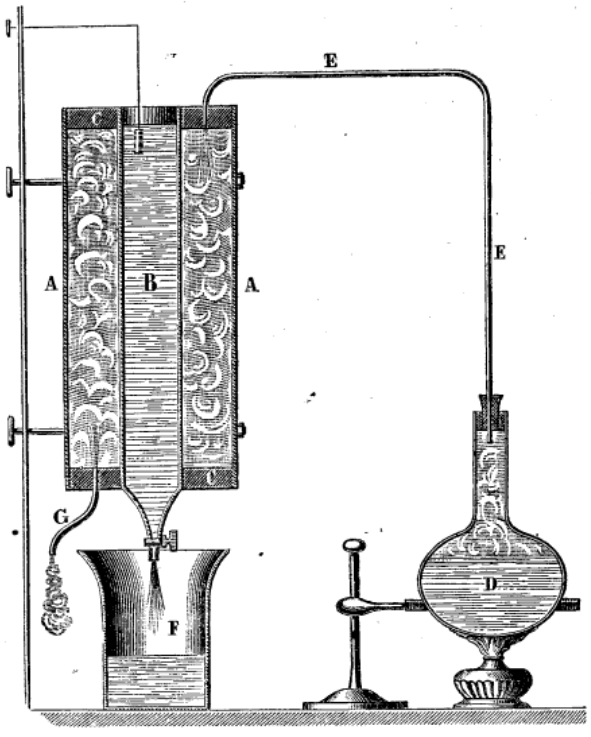
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ter. Quelques-uns d'entre eux préfèrent, dans le cas de locomotives puissantes, employer le nouveau produit à l'état de mélange avec une huile animale ou végétale; mais, dans les cas ordinaires, une telle addition ne semble pas nécessaire.

Deux séries de nouvelles expériences comparatives ont été faites récemment sur un arbre de 3 pouces (0^{m},075) de diamètre, du poids minimum de 1/2 tonne et tournant à la vitesse de 25 000 tours par heure.

Dans la première, l'arbre travaillant pendant trois jours a été graissé, tantôt avec de l'huile de colza et autres huiles à lubrifier du commerce, tantôt avec la préparation Ewing et Coleman. Chaque jour, au bout de quatre heures de travail, on a examiné l'augmentation de température du métal par rapport à celui de l'atmosphère, et on a trouvé, dans le cas des huiles du commerce, une moyenne de 41 degrés Fahr. (5° C.), et, dans celui de la préparation Ewing et Coleman, 26 degrés Fahr. (— 3,33 degrés C.).

Dans la seconde série d'expériences, on a commencé par faire travailler l'arbre à sec jusqu'à ce qu'il s'échauffe à la température de 150 degrés Fahr. (67 degrés C), puis on a alternativement employé les différentes espèces de lubrifiants pour constater leur puissance de refroidissement. Dans l'espace de quatre heures l'huile de colza et autres a abaissé, en moyenne, jusqu'à 120 deg. Fahr. (49°,28 C.) la température du métal, tandis que la préparation Ewing et Coleman l'a abaissée à 104° (40° C.).



L'auteur a imaginé l'appareil ci-contre pour déterminer, d'une manière simple et rapide, le degré de corps ou de viscosité des huiles employées au graissage.

A, cylindre en verre épais destiné à recevoir de la vapeur.

B, cylindre, également en verre, placé concentriquement dans le cylindre A, et recevant l'huile à essayer; sa partie inférieure se prolonge en forme d'entonnoir, dont l'extrémité est munie d'un robinet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C, C, tampons en caoutchouc ayant la forme de disques annulaires et fermant l'espace compris entre les deux cylindres, lequel constitue la chambre de vapeur.

D, récipient contenant de l'eau et chauffé, en dessous, par une lampe à alcool.

E, tuyau en caoutchouc conduisant la vapeur du récipient D dans l'espace compris entre les deux cylindres A et B.

F, récipient destiné à recevoir l'huile sortant de l'appareil.

G, tuyau de sortie de la vapeur.

Pour essayer une huile avec cet appareil, on en verse dans le cylindre B jusqu'à une hauteur déterminée, puis on fait passer la vapeur dans le cylindre A. Quand la température de l'huile a atteint 120 degrés Fahr. (49°,28 C.), on ouvre le robinet inférieur du cylindre B, et le temps que le liquide met à s'écouler indique par comparaison son degré de viscosité. Les dimensions de l'appareil sont calculées pour que l'écoulement de l'huile de colza d'Allemagne, qui sert de type, s'effectue exactement en huit minutes. C'est d'après ce mode d'opérer que l'auteur a dressé le tableau ci-dessous.

Tableau III.

Viscosités relatives de différentes huiles à lubrifier.

	Temps d'écoulement.
Huile de colza épurée d'Allemagne.	8′,0″
— de France.	11,0
Huile de saindoux.	7,0
Huile de pied de bœuf.	8,30
Huile de phoque.	6,30
Huile de spermaceti.	5,0
Huile minérale pure.	2,45
Huile Ewing et Coleman ordinaire.	8,30
— pour chemins de fer. .	11,0

Ce mode d'appréciation, bien que rudimentaire, est suffisant pour apprécier d'une manière rapide le degré de viscosité d'une huile ; c'est le seul dont se sert aujourd'hui la grande compagnie dite *Young's Paraffin light and mineral oil Company*.

(M.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 9 mai 1873.

Présidence de M. *Balard,* vice-président, et de M. *Lissajous,* président du comité des arts économiques.

CORRESPONDANCE. — M. *Mauban*, rue Saint-Séverin, 4, à Paris, présente deux appa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reils qu'il nomme torche hermétique et canne métrique porte-lumière alimentés par du pétrole ou de l'essence minérale. (Arts économiques.)

M. *P. Rigat* (U.), rue Ville-d'Avray, **10**, à Sèvres (Seine-et-Oise), donne quelques renseignements sur un appareil hydraulique d'un nouveau système. (Arts mécaniques.)

M. *de Bouyn* (Édouard), façade de l'Esplanade, **36**, à Lille (Nord), adresse des observations relatives à son système de rails mobiles tournants. (Arts mécaniques.)

M. *Avril* (P.), lieutenant au **51**e de ligne, soumet une disposition nouvelle du télémètre de poche. (Arts économiques.)

M. *d'Eichtal* (Ad.) adresse à la Société un exemplaire de la biographie d'*Isambard Kingdom Brunel* faite par son fils aîné, M. *Isambard Brunel.* Ouvrage in-**8**, contenant **6** gravures et **22** dessins sur bois. Londres, **1870**, Longman.

M. *Cesanne* (E.), ingénieur des ponts et chaussées, membre de l'Assemblée nationale. Notice biographique sur *Maniel* (Jacques), inspecteur général et secrétaire du Conseil des ponts et chaussées, mort le **23** avril **1871**. Brochure grand in-**8**. Paris, **1873**.

M. *Baltet* (Charles), à Troyes. *Traitement des vignes gelées*, broch. in-**18**.

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* envoie à la Société un exemplaire de la partie de la statistique générale de la France relative à l'industrie, présentant les résultats généraux de l'enquête des années **1861**-**1865**. Paris, **1873**, grand in-**4**°.

M. *Gremailly* fils aîné, à Bordeaux, cour du Chapeau-Rouge, **40**. Tablettes pour la préparation rapide d'une bonne soupe au gras et à l'oignon, qui joignent la bonne qualité du produit à une économie considérable. — Cette communication est faite, au nom de l'auteur, par M. *Cloëz*, membre du Conseil. (Comité des arts économiques.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Lait condensé, — conserves.* — M. *de Luynes* lit, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur les conserves de lait condensé de la Compagnie anglo-suisse.

Les conclusions du comité sont qu'il y a lieu de remercier M. *Joffroy,* représentant à Paris de la compagnie anglo-suisse, de l'intéressante communication qu'il a faite à la Société, et de voter l'insertion, au *Bulletin*, du rapport du comité, auquel devra être jointe la note détaillée de M. Müntz sur l'analyse qu'il a faite du lait condensé. Ces conclusions sont adoptées par le Conseil.

Dynamite. — M. *Gruner* lit, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur la pétition présentée par M. *Brüll,* ingénieur de la compagnie de Paulille pour la fabrication de la dynamite, qui réclame la libre fabrication et le libre commerce de ce produit. Le comité propose de remercier M. *Brüll* de sa communication ; il demande que le rapport soit inséré au *Bulletin*, et que des expéditions en soient adressées à M. le Ministre de l'agriculture et du commerce, à M. le Ministre des finances et à M. le président de la commission de l'Assemblée nationale chargée de l'examen d'un projet de loi concernant le commerce de la dynamite.

Après la lecture de ce rapport, une discussion a lieu, à laquelle prennent part

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MM. *Gruner, Tresca, Lamy, Alcan, Laboulaye, Mangon*, membres du Conseil, et MM. *Violette* et *Brüll*, membres de la Société ; ce dernier entre dans quelques développements pour justifier les faits qu'il a avancés ; il montre que la comparaison des prix de la poudre de mine, à l'étranger et en France, fournit des données utiles pour faire connaître une limite supérieure du prix de revient de la fabrication de cette poudre, et il donne la liste des pays où sa fabrication est faite librement par l'industrie privée.

A la suite de cette discussion, le Conseil, considérant que la communication de M. *Brüll* avait été renvoyée à l'examen des comités de chimie et du commerce et que le premier de ces comités a seul été entendu, renvoie de nouveau l'examen de la communication aux deux comités réunis.

COMMUNICATIONS. — MM. *Champion, Pellet* et *Granier* présentent et expliquent à la Société un instrument qu'ils nomment *spectro-natromètre*, et qui a pour objet de doser de très-petites quantités de soude par une observation faite au spectroscope. (Arts chimiques et arts économiques.)

NOMINATION DE MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ. — Sont nommés membres de la Société :

MM. *Bonnefon*, pharmacien, à Ribérac ; *Chevallier* (Ludovic), manufacturier, à Orléans.

Séance du 13 *juin* 1873.

Présidence de M. *Dumas*, président.

CORRESPONDANCE. — *Sir Charles Wheatstone*, 19, Park crescent, Portland-place, à Londres, écrit au Conseil de la Société pour exprimer ses remercîments au sujet de la grande médaille d'Ampère qui lui a été décernée dans la séance du 28 mars 1873.

« Si mes efforts, dit-il, ont, à quelque degré, aidé à l'accomplissement du but que « poursuit votre Société, c'est parce que la science et l'industrie ont des rapports si « intimes entre elles, que tout progrès, dans l'une, est presque nécessairement accom- « pagné d'un progrès correspondant dans l'autre. Les nombreux exemples qu'on en « peut citer se multiplieront en raison des progrès des sciences. En effet, les arts, à « l'état naissant et imparfait, ont, sans doute, tiré leur origine des premiers prin- « cipes obtenus par les recherches scientifiques ; mais les déductions les plus faciles « sont maintenant à peu près épuisées, et les progrès que les arts industriels peuvent « faire dans l'avenir proviendront, surtout, des nouvelles découvertes de la science « ou de nouveaux développements donnés à des connaissances scientifiques déjà « acquises..... »

MM. *Meunier* (L.) et comp., constructeurs, à Fives-Lille, présentent un appareil déjecteur épurateur de l'eau d'alimentation des chaudières à vapeur. (Arts mécaniques.)

M. *Matrion*, rue de Crimée, 97, à la Villette-Paris, demande à la Société de l'aider pour faire fonctionner sa machine à fendre et à tronçonner les rondins de 8 à 10 centimètres de bois de chauffage. (Arts mécaniques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. *Kurshanoff* (N.), boulevard Malesherbes, 96, à Paris, envoie le dessin et la description d'un manomètre à poudres. (Arts mécaniques.)

M. *Robin* aîné, plombier-couvreur, rue de Laborde, 40, à Paris, présente à la Société une cuvette à eaux ménagères, un châssis en fer à tabatière qui peut être démonté de l'intérieur et un appareil de garde-robes à siphon, etc. (Arts économiques.)

M. le *Ministre des travaux publics* fait don à la Société d'un exemplaire du catalogue explicatif des modèles et dessins que son Ministère a envoyés à l'Exposition de Vienne.

M^me^ *Audouin* (A.), boulevard Magenta, 45, envoie des échantillons destinés à un nouvel emploi de sa colle imperméable. (Arts économiques.)

M. *West* (Gratien), rue Bonaparte, 13, intendant militaire en retraite, membre de la Société, fait hommage d'un exemplaire de sa *Statistique des volumes des équivalents chimiques*.

État de l'agriculture en France. — M. *Heuzé* (G.), inspecteur général de l'agriculture et membre du Conseil, fait hommage à la Société d'une Notice rédigée par lui des objets présentés à l'Exposition de Vienne par la Direction de l'agriculture. A cette occasion, il attire l'attention de la Société sur les progrès que l'agriculture française a faits depuis quelques années.

La population agricole subit une transformation avantageuse; le nombre des propriétaires-agriculteurs cultivant pour leur propre compte augmente, chaque année, dans une proportion importante, tandis que le nombre des fermiers et des métayers diminue. Ce nombre de propriétaires-cultivateurs était, en 1851, de 2 700 000; il s'élève, en 1862, à 3 800 000.

La culture des plantes fourragères servant à la nourriture du bétail et laissant des fumiers pour les autres cultures du sol a augmenté, de 1840 à 1862, de 2 400 000 hectares, et on remarque que les cultures épuisantes, froment et plantes industrielles, ont augmenté d'une manière parallèle et se sont accrues de 2 250 000 hectares.

Le nombre des animaux domestiques était de 51 millions en 1840, il a été de 55 millions en 1866, dernier recensement général.

Le nombre des bêtes bovines, qui était de 10 millions en 1840, s'est élevé à 12 700 000 en 1866; augmentation, 2 700 000, ou 2/7; celui des bêtes à laine a diminué, au contraire, par suite des morcellements de la propriété et des nombreux défrichements de landes et de bruyères qui ont été opérés dans les vingt-cinq dernières années, il a descendu de 32 millions de têtes à 30 millions.

Le nombre des bêtes porcines s'est accru d'un cinquième ou de 980,000 têtes.

Les volailles, dont le nombre atteint 60 millions, acquièrent, chaque année, plus d'importance, et elles représentent un capital considérable.

Mais le point que M. *Heuzé* signale d'une manière plus particulière, c'est l'influence considérable que les concours régionaux ont eue sur les progrès de l'agriculture. On

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leur doit la plupart des progrès réalisés et, en particulier, le développement de la machinerie agricole. Le premier concours eut lieu en **1849**, et ces concours furent organisés d'une manière plus régulière à partir de **1851**. Les résultats qu'ils ont produits ont été toujours en croissant. Tandis que, de **1851** à **1859**, on n'a présenté, à ces concours, que **10 000** têtes d'espèces bovines, **11 000** de bêtes à laine et **10 000** machines, de **1860** à **1870** ces expositions ont reçu **47 000** bêtes bovines, **15 000** bêtes à laine et **60 326** machines.

On leur doit aussi une augmentation considérable dans le poids brut des animaux produits par l'agriculture et dans le poids net de la viande qui s'est accru de **2/7**, c'est-à-dire de **211** millions de kilogrammes, pour les **16** millions de bêtes de boucherie que la France consomme chaque année.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Télégraphie.* — M. le comte *du Moncel* lit, au nom dn comité des arts économiques, un rapport sur deux appareils présentés par M. *d'Arlincourt*. Le comité propose de remercier M. *d'Arlincourt* de son intéressante communication, et d'imprimer au *Bulletin* le rapport avec les dessins détaillés du relai de transmission. Ces conclusions, mises aux voix, sont approuvées.

Maréchalerie. — M. *Hervé Mangon* lit, au nom du comité d'agriculture, un rapport sur une forge à douze feux pour maréchaux ferrants, établie pour la Compagnie des voitures de Paris, dans son dépôt de la Villette par M. *Génissieu,* ancien élève de l'École polytechnique, directeur des ateliers.

Le comité propose de remercier M. *Génissieu* de sa communication et d'insérer au *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu, avec le dessin de cette forge. Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Fourrages comprimés. — M. *Hervé Mangon* lit ensuite, au nom du même comité, un rapport sur les presses à comprimer les fourrages, présentées à la Société par M. *Leduc-Vic,* avenue d'Orléans, **26** et **28**, à Paris.

Le comité propose de remercier M. *Leduc-Vic* de sa communication et d'insérer au *Bulletin* le rapport avec dessin, auquel elle a donné lieu. Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Torréfaction des débris azotés pour engrais. — M. *Hervé Mangon* lit, au nom du même comité, un rapport sur les procédés de MM. *Coignet* pour la préparation d'engrais avec les débris des substances animales, considérés jusqu'ici comme sans valeur.

Le comité propose de remercier MM. *Coignet* de leur communication et d'insérer au *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu. Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Saponification. Savons neutres.* — M. *Mialhe*, membre de l'Académie de médecine, lit un Mémoire sur un savon de toilette neutre, sans traces d'alcali caustique, et sur les savons en général.

L'auteur a constaté que tous les savons contiennent de l'alcali caustique pouvant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

absorber de l'acide carbonique; des essais faits sur quatorze échantillons de savons tirés des meilleures fabriques de France et d'Angleterre lui ont démontré que la quantité d'acide carbonique absorbé a varié de 25 à 7 fois le volume du savon employé. Les savons fabriqués à chaud, à l'aide de lessives faibles, sont ceux qui en contiennent le moins; mais ceux qu'on fabrique à froid avec des lessives concentrées, afin de conserver dans leur pâte la glycérine qui les rend plus onctueux, sont loin d'être des corps neutres et contiennent des quantités assez fortes d'alcali caustique.

M. *Mialhe* montre que cette forte réaction alcaline n'est nullement nécessaire; ce n'est pas par l'alcali libre ou devenant libre, comme on l'avait prétendu, que les savons agissent. M. *Mialhe* a trouvé que l'eau exerce sur les savons une décomposition en sels acides et sels basiques, et que ces derniers sont la partie réellement active dans le lavage. Il se produit alors une émulsion avec les corps gras des tissus lavés, et il n'est nullement nécessaire que l'alcali soit libre pour la produire. Le savonnage est une opération physico-chimique, beaucoup plus physique que chimique, et l'eau de savon possède au suprême degré la faculté d'émulsionner les matières grasses à la façon du jaune d'œuf.

Pour préparer un savon neutre, M. *Mialhe* prend du savon de toilette fabriqué à froid par les procédés ordinaires; il le réduit en copeaux très-minces; il place ces copeaux sur des clayons dans une chambre close, qu'il remplit d'acide carbonique. Le savon absorbe un volume de gaz proportionnel à la quantité d'alcali caustique libre qu'il contient, et qui est transformé en bicarbonate; cette absorption s'arrête brusquement quand la saturation est complète, et le savon est alors complétement neutre. Dans cet état, il n'attaque plus la peau ni les membranes muqueuses; il est onctueux, adoucissant et parfaitement approprié aux usages de la toilette.

M. *Mialhe* a trouvé dans ces recherches les moyens de régulariser la fabrication des savons, en déterminant les quantités d'alcali qui sont nécessaires pour la saponification des différents acides gras. (Renvoi au comité des arts chimiques.)

NOMINATION DE MEMBRES. — Sont nommés membres de la Société :

MM. *Royer,* fabricant de compas, à Paris;

Daguin, ingénieur civil, opticien, à Paris.

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

72e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XX. — Novembre 1873.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

MACHINES A VAPEUR.

RAPPORT *fait par* M. FARCOT, *au nom du comité des arts mécaniques, sur les* CHEMISES EN LIÉGE *pour cylindres de machines à vapeur, employées par* M. CHEVALLIER (Ludovic), *à Orléans* (*Loiret*).

Messieurs, MM. Chevallier frères, fabricants de couvertures, à Orléans, ont, dans leur établissement, deux machines à vapeur de 20 chevaux chacune conjuguées sur un même arbre de volant; leurs cylindres sont à enveloppe de vapeur, entourée elle-même, à une distance de 5 à 6 centimètres, d'une seconde enveloppe d'acajou.

M. Ludovic Chevallier, l'un des frères associés, préoccupé de la perte de chaleur par l'extérieur des cylindres de ces machines, a cherché à la diminuer, et il a pensé que le liége, substance très-peu conductrice de la chaleur, pourrait être utilisé pour obtenir ce résultat en en interposant entre les parois de fonte et la couverture d'acajou. Il a alors composé de douves de liége une enveloppe intermédiaire, qu'il a encore doublée d'un feutre en poil de veau.

L'expérience eut lieu d'abord sur une seule machine, et, voyant qu'un thermomètre posé sur l'acajou de son cylindre ne marquait plus que 22°,5, tandis que précédemment il montait à 39 degrés, il fit alors la même application sur le cylindre de la seconde machine et, ensuite, sur les fonds

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des deux cylindres, où le liége est maintenu par une plaque métallique.

Plus tard, M. Ludovic Chevallier opéra aussi de la même manière sur la hausse de prise de vapeur de la chaudière.

De ces dispositions successivement adoptées, il est résulté un grand abaissement de température, tant dans la salle des machines que dans le local du fourneau, ce qui correspond à une économie de combustible, et rend le service des machines moins fatigant pour les chauffeurs.

L'application de couches de liége sur les cylindres, opération qui paraît fort simple au premier abord, n'a pas laissé néanmoins de présenter des difficultés, dont la persévérance de M. Ludovic Chevallier a fini par triompher.

Les douves de liége sont juxtaposées et s'entre-croisent mutuellement au moyen de feuillures ménagées dans leur épaisseur, ce qui fait qu'il ne peut jamais y avoir d'intervalle entre elles, lors même qu'elles viendraient à se rétrécir par suite de la dessiccation.

M. Chevallier soumet à l'examen de la Société deux morceaux de douves : l'un n'a pas servi, l'autre provient d'une douve qui a séjourné pendant quinze mois contre l'enveloppe de vapeur : ce dernier n'a pas subi de carbonisation, mais la chaleur de la fonte a rendu seulement plus foncée la couleur du liége, ce qui ne paraît pas en avoir altéré les propriétés d'inconductibilité.

Le mode d'entourage adopté par M. Chevallier présente, sur les enduits plastiques, l'avantage de pouvoir obtenir, dans le faible espace compris entre l'enveloppe d'acajou et la fonte du cylindre, une efficacité de préservation qu'on ne pourrait obtenir qu'avec des couches beaucoup plus épaisses d'enduit, et de permettre, en outre, d'enlever et de remettre facilement ce préservatif en cas de réparation des cylindres.

M. Chevallier, étant très-satisfait des résultats qu'il a obtenus, et voulant faire profiter tous les industriels du fruit de ses recherches, n'a pas pris de brevet pour ces dispositions qu'il abandonne au domaine public, en demandant à la Société de vouloir bien les faire connaître.

Dans ces conditions, nous pensons, Messieurs, que le Conseil voudra bien s'associer à la pensée de M. Chevallier en ordonnant l'insertion du présent rapport au *Bulletin;* nous proposons, en outre, qu'il lui soit adressé des remercîments pour son utile communication.

Signé FARCOT, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 11 *juillet* 1873.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MATÉRIEL AGRICOLE.

RAPPORT *fait par* M. HUZARD, *au nom du comité d'agriculture, sur le* COMPTEUR DE RATIONS D'AVOINE *de* M. A. BOULAY, *au Lude (Sarthe)*.

Messieurs, des propriétaires de chevaux, dans le but de pouvoir s'assurer si, en dehors de leur présence, leur cocher ne donnait pas à ces animaux plus d'avoine qu'ils n'en prescrivaient, ont cherché, au moyen d'appareils, à établir un contrôle.

Il est, en effet, des cochers qui, pour donner une robe bien belle, bien luisante et une vivacité remarquable à leurs chevaux, leur distribuent une ration trop forte pour le travail exigé.

Pour arriver à un moyen de contrôle, il fallait donc trouver un appareil qui mesurât d'abord la quantité exacte de la ration, et qui, ensuite, au moyen d'un mécanisme à l'abri de la main du cocher, indiquât si cette quantité avait été outre-passée.

Tel est le problème que s'est posé M. Boulay, au Lude, département de la Sarthe, et qu'il semble avoir résolu.

Son appareil se compose d'un cylindre en fonte vertical qui ressemble au canon des pistolets dits revolvers; ce cylindre contient donc un nombre de tubes de même calibre, rangés à sa circonférence, en sorte qu'en tournant sur son axe il présente successivement l'ouverture de chaque tube à la partie inférieure d'une trémie réceptacle de l'avoine. Chaque tube qui contient une ration se remplit donc facilement, puis, à chaque évolution du cylindre, cède sa place au suivant, pour arriver aussitôt à se vider dans le vase destiné à recevoir son contenu. Un levier permet de faire tourner le cylindre autant de fois qu'on veut avoir de rations.

Un compteur, placé dans la boîte même où est renfermé le cylindre et mû par le même levier, indique le nombre de rations ainsi enlevées.

Jusqu'à présent M. Boulay n'a fabriqué de mesureurs-compteurs que pour de petites rations journalières, car l'appareil ne porte de tubes distributeurs que de la capacité d'un litre; mais l'inventeur pourrait, si on le lui demandait, fabriquer des mesureurs-compteurs à tubes de toute autre contenance supérieure à celle-ci.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'appareil actuel, dont le prix est de 90 fr., peut servir au mesurage de tous autres grains de même volume à peu près que l'avoine; il en a été vendu déjà 48. En donnant ces renseignements, qu'il accompagne d'une description détaillée, M. Boulay ajoute qu'il ne peut indiquer que très-approximativement le prix que coûteraient des appareils à tubes d'une capacité supérieure à un litre.

Si le court aperçu que je viens d'en donner peut le faire comprendre, on voit que l'appareil de M. Boulay est ingénieux; le petit modèle que j'en ai vu paraissait bien fonctionner. Cet appareil pourra donc servir aux personnes qui voudront mesurer très-exactement la ration journalière d'avoine de leurs chevaux et savoir, en outre, si on leur a donné plus que cette ration.

Le comité d'agriculture a l'honneur de vous proposer de remercier l'auteur de sa présentation, et d'insérer le présent rapport au *Bulletin*.

Signé HUZARD, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 14 février 1873.

ARTS GRAPHIQUES.

Rapport fait par M. DE LA GOURNERIE, *au nom du comité des arts économiques, sur les* DESSINS OMBRÉS DE M. COTILLON, *de Romanèche (Saône-et-Loire)*.

Messieurs, M. Cotillon a soumis à votre appréciation une brochure intitulée : *Essais d'orthochromie*, dans laquelle il cherche à poser des règles précises pour fixer l'intensité des teintes qui servent à exprimer le relief des corps dans le dessin géométrique. Il a joint à son envoi deux atlas qui contiennent, l'un de nombreux dessins ombrés, l'autre les épures qu'il a faites pour obtenir ces dessins.

Les principes qui servent de base à M. Cotillon ne peuvent pas être considérés comme absolus, mais les dessins qu'il présente sont remarquables et forment d'excellents modèles. Le comité des arts économiques vous propose

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de remercier M. Cotillon de sa communication et d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin*.

Signé J. DE LA GOURNERIE, *rapporteur*.

Approuvé en séance, le 27 *juin* 1873.

NOTE SUR LA DÉTERMINATION GÉOMÉTRIQUE DES TEINTES DANS LES DESSINS, PAR M. DE LA GOURNERIE,

Membre du Conseil (1).

[1] La détermination de l'intensité des ombres dans les dessins a occupé, depuis plus d'un siècle, un certain nombre de physiciens et de géomètres. J'ai pensé qu'il y aurait quelque intérêt à rappeler sommairement leurs travaux.

On trouve, dans l'optique de Bouguer, des recherches sur les effets de la lumière lorsque les corps éclairés ne sont pas polis. Le célèbre physicien place deux plaques de même nature et aussi semblables que possible devant un flambeau. L'une d'elles est toujours normale aux rayons, mais on peut l'éloigner et la rapprocher; l'autre, située à une distance fixe, reçoit successivement diverses obliquités. Le flambeau est placé sur un support au-dessous duquel les rayons visuels peuvent librement passer, de telle sorte que leur direction est à peu près la même que celle des rayons lumineux.

On détermine d'abord l'éloignement auquel se trouve la première plaque lorsqu'elle présente la même teinte que la seconde exposée aux rayons sous une certaine obliquité; ensuite, d'après la loi du rapport inverse des carrés des distances, on obtient le rapport des intensités de l'éclat des deux plaques qui reçoivent les rayons l'une normalement, l'autre sous une obliquité déterminée.

Bouguer a soumis à ses expériences des platines d'argent mat, des enduits de plâtre et des feuilles de papier de Hollande. Il donne les résultats qu'il a obtenus pour des obliquités variant de 15 en 15 degrés.

---

(1) Communication faite dans la séance du 9 mai 1873.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

[2] Bouguer considère la surface d'un corps comme présentant une multitude de facettes diversement inclinées et formant autant de miroirs; il suppose implicitement que chaque rayon n'éprouve qu'une réflexion : la quantité de lumière renvoyée vers l'œil du spectateur dépend alors essentiellement de la grandeur totale des facettes perpendiculaires à la bissectrice de l'angle formé par les rayons visuels avec les rayons lumineux.

Ces deux séries de rayons ayant la même direction dans les expériences que je viens d'indiquer, les résultats obtenus faisaient connaître les grandeurs relatives de l'étendue totale des facettes perpendiculaires à diverses lignes déterminées. Toutefois Bouguer multiplie chaque nombre par le cosinus de l'angle d'incidence des rayons visuels sur la plaque. « En effet, dit-il, la surface, étant observée sous un plus petit angle d'inclinaison, s'est réduite sur la rétine à un moindre espace, et les rayons refléchis par les petites faces se sont ensuite trouvés plus pressés les uns à l'égard des autres. »

[3] Pour représenter les résultats définitifs, à partir d'un point pris sur la surface de la plaque, et dans un plan perpendiculaire, Bouguer mène des rayons vecteurs proportionnels aux étendues des facettes qui leur sont respectivement normales. Il appelle *numératrice des aspérités* la courbe déterminée par les extrémités de ces rayons. Supposant ensuite que les dispositions des aspérités sont les mêmes dans toutes les directions, il prend la numératrice pour méridienne d'une surface de révolution, dont les rayons vecteurs doivent être proportionnels aux étendues relatives de la multitude des petites faces dont la direction leur est respectivement perpendiculaire.

[4] La surface des numératrices étant placée sur la surface considérée au point dont on veut évaluer l'éclat, la longueur interceptée sur la bissectrice de l'angle du rayon lumineux et du rayon visuel indique l'étendue des facettes réfléchissantes. Bouguer projette cette longueur de manière à la multiplier par le cosinus de l'angle d'incidence du rayon lumineux pour avoir égard à l'épanouissement du faisceau, et il la divise par le cosinus de l'angle d'incidence des rayons visuels pour tenir compte du rétrécissement de l'image sur la rétine (art. 2).

Bouguer donne des détails intéressants sur la forme de la numératrice des déclivités pour les superficies de divers corps, et sur les différences qui en résultent pour leurs apparences.

Les conséquences de cette théorie ne me paraissent pas complétement vérifiées par expérience. Je crois, en effet, avoir observé que, quand la super-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ficie d'un corps arrondi est unie, la position du spectateur a peu d'importance sur les teintes apparentes.

[5] Bouguer s'est ensuite occupé de la puissance d'illumination de la lumière atmosphérique, c'est-à-dire de la lumière rendue diffuse par les molécules de l'air.

Il a employé pour ces recherches un instrument qu'il appelle *lucimètre* et qui se compose de deux tuyaux dont l'intérieur est noirci et garni de diaphragmes. L'un d'eux a une longueur fixe de 2 pieds, l'autre se compose de deux parties et peut être allongé ou raccourci comme une lunette ordinaire. Un trou d'un pouce de diamètre est pratiqué à l'extrémité objective de chacun de ces tuyaux; à l'autre extrémité, qui est engagée dans une chambre obscure, se trouve une ouverture de 3 à 4 lignes fermée par un papier très-blanc et très-fin. Les tuyaux étant dirigés vers deux parties différentes de l'atmosphère, on règle la longueur du second, de manière que les deux écrans de papier paraissent également éclairés. Il est alors facile de déterminer, d'après les longueurs des tuyaux, les grandeurs des faisceaux qui frappent les écrans, et, par suite, les intensités relatives de la lumière diffuse.

Pour comparer cette lumière à celle qui arrive directement, on dirige les tuyaux vers des tablettes exposées l'une aux rayons du soleil, l'autre à ceux qui viennent de l'atmosphère dans une direction déterminée.

[6] Bouguer n'a pas résolu complétement la question qu'il s'était posée sur la lumière atmosphérique, mais il donne deux résultats importants.

Le premier consiste en ce que, lorsque l'air est très-serein, et que le soleil a environ 25 degrés de hauteur, la lumière est quatre fois plus forte à 8 ou 9 degrés de distance de cet astre qu'à 31 ou 32.

Le second concerne les variations de l'intensité de la lumière atmosphérique à une même hauteur au-dessus de l'horizon. Lorsque le soleil n'est qu'à 15 ou 20 degrés de hauteur, « la lumière, après avoir diminué jusqu'à une certaine distance, de chaque côté, augmente ensuite jusqu'au point opposé au soleil, » de sorte que l'on trouve sur un même almicantarat deux maximum situés à 110 ou 120 degrés de distance du soleil, et deux maximum, l'un dans le vertical de l'astre, l'autre à l'opposite.

[7] *Mémoire de Dupuis.* Le premier numéro du *Journal de l'École polytechnique* contient des recherches faites en commun par quelques élèves sur la détermination des teintes dans les lavis. Une note indique que la rédaction est due à Dupuis, l'un de ces élèves. Les auteurs paraissent ne pas connaître

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les travaux de Bouguer; ils ne se préoccupent en rien de la nature particulière de la superficie du corps éclairé; ils pensent qu'elle réfléchit la lumière dans tous les sens et qu'elle peut être regardée comme lumineuse.

Raisonnant d'après cette hypothèse, ils représentent l'éclat de la surface en un point par une expression dans laquelle entrent comme facteurs les cosinus des angles d'incidence du rayon lumineux et du rayon visuel.

Le premier cosinus indique l'étendue de la surface qu'un même faisceau éclaire ; le second, le rétrécissement du faisceau qu'une même surface envoie à l'observateur. Les auteurs croient qu'un faisceau impressionne d'autant plus vivement l'œil que la section droite est plus grande. Bouguer, au contraire, prenait la raison inverse, pensant qu'un faisceau rétréci doit agir avec plus d'énergie sur la portion de la rétine qu'il atteint.

Du reste, les auteurs ne paraissent pas très-convaincus de la justesse de leurs déductions sur l'influence de l'obliquité des rayons visuels; ils expriment leurs incertitudes dans une note.

Leroy a adopté la formule de Dupuis, tout en reconnaissant que nous n'avons que des notions très-incertaines sur l'influence de l'obliquité des rayons visuels pour l'intensité apparente d'une teinte.

[8] L'observation prouve que l'on ne doit pas négliger la nature particulière de la superficie du corps éclairé. Quand un mur recouvert par une crépissure de mortier de gros sable reçoit des rayons très-obliques, il présente un assez vif éclat à un spectateur placé du même côté que le soleil, parce qu'il lui montre les parties éclairées de ses aspérités, tandis qu'il paraît sombre lorsque le spectateur a le soleil devant lui. L'observation est facile à faire sur un moulin à vent (ou toute autre tour ronde), car on y trouve toujours un côté frappé par les rayons sous une obliquité convenable. Un enduit de plâtre bien lissé produit un effet très-différent : son éclat varie assez peu suivant le lieu d'où on le regarde, cependant il paraît plus vif lorsque l'on a le soleil devant soi.

[9] Dans diverses étoffes de soie, la vivacité de l'éclat de certaines parties varie suivant la position du spectateur. Pour faire comprendre les causes de ces effets, M. Chevreul emploie de petits cylindres métalliques, les uns unis, les autres portant des cannelures transversales (*Comptes rendus de l'Académie des sciences,* 22 décembre 1845).

Ces cylindres, couchés sur une table les uns près des autres, présentent, dans leur ensemble, une grande variété d'éclat suivant la direction des rayons lumineux et des rayons visuels. On explique sans difficulté les différences,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en ayant égard à la quantité de lumière qui, dans chaque cas, est réfléchie spéculairement vers le spectateur. Dans diverses combinaisons de tissage, les fils de soie présentent des dispositions analogues à celles que l'on peut ainsi réaliser avec des cylindres.

[**10**] Les observations qui précèdent s'ajoutent à celles que j'ai présentées à l'article 8, pour montrer l'influence de la forme des aspérités d'une superficie éclairée sur son éclat.

Lorsqu'un corps est lumineux par lui-même, toutes les aspérités émettent des rayons. Les circonstances sont donc tout à fait différentes. L'expérience du boulet rouge, qui, dans l'obscurité, paraît être un disque, n'apprend rien sur les effets de la diffusion.

[**11**] Dans une seconde partie de leur mémoire, Dupuis et ses collaborateurs cherchent un procédé rigoureux pour obtenir des teintes d'un éclat déterminé. Ils considèrent l'encre de la Chine comme de l'eau parfaitement incolore contenant en suspension les molécules de charbon d'un noir absolu. Après avoir reçu une première couche de ce liquide, le papier se trouve parsemé de points noirs. Dans les couches suivantes, les molécules qui se déposent sur les parties restées blanches sont seules utiles.

Par ces considérations, Dupuis trouve que l'intensité de la teinte, après des couches successives d'une même encre de la Chine, n'augmente pas en progression arithmétique, mais suivant une loi exponentielle. Quelques dessinateurs ont, en effet, observé qu'il est difficile d'obtenir une teinte très-foncée par la superposition de couches légères d'encre de la Chine.

[**12**] Les auteurs du Mémoire ont appliqué les résultats qu'ils avaient obtenus au dessin d'une sphère non polie éclairée par des rayons parallèles. L'image fut, dit-on, parfaite, et causa une vive émotion à Monge quand on la lui présenta. Vingt ans après, il en parlait encore avec émotion.

J'ai cru devoir rapporter ce fait resté légendaire à l'École polytechnique (1), mais je doute beaucoup que le lavis ainsi obtenu par des procédés géométriques pût être comparé à ceux des bons artistes. L'émotion de Monge était sans doute produite par la satisfaction qu'il éprouva de voir que quelques-uns de ses élèves avaient fait un travail sérieux sur une question délicate.

(1) Brisson (*Notice historique sur Gaspard Monge*), Dupin (*Essai historique sur les services et les travaux scientifiques de Gaspard Monge*), Vallée (*la Science du dessin*). Ce dernier auteur assure que l'illusion était complète.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le mémoire qu'ils ont écrit est encore consulté, et nul ne sait ce qu'est devenu le dessin dont le souvenir a été conservé par la légende.

[13] *Formule de Brisson.* Brisson a inséré dans la quatrième édition de la *Géométrie descriptive* de Monge une théorie des teintes qui conduit à un résultat très-différent de celui auquel s'étaient arrêtés Dupuis et ses collaborateurs. Il pense que l'éclat d'une surface éclairée est en chaque point en raison du rapport des cosinus des angles d'incidence des rayons lumineux et des rayons visuels; de sorte qu'au contour apparent le corps serait infiniment brillant, tandis qu'il devrait être complétement obscur d'après la formule de Dupuis.

Brisson dit à ce sujet que ses propositions cessent d'être entièrement exactes lorsque les rayons visuels sont très-obliques sur la surface éclairée, « parce qu'alors les aspérités, se couvrant en partie les unes les autres, nous dérobent une portion de la lumière qu'elles devraient nous faire parvenir. » Il fait, du reste, observer, à l'appui de sa théorie, que le bord de la lune paraît plus éclairé que le milieu de son disque.

[14] La formule adoptée par Dupuis et par Leroy conduit à des tracés relativement faciles pour la construction, sur une surface, de la courbe lieu des points d'une teinte déterminée, dans le cas où les rayons lumineux et les rayons visuels forment deux faisceaux de lignes parallèles.

Si par un point on mène des droites telles que le produit des cosinus des angles qu'elles forment avec deux axes fixes soit égal à une quantité constante donnée, le cône qu'elles formeront sera du second ordre et aura ses sections circulaires dans des plans respectivement perpendiculaires aux deux axes. Il suit de là que, dans l'hypothèse de Dupuis, les normales d'une surface aux différents points d'une courbe d'égale teinte sont parallèles aux diverses génératrices d'un cône facile à déterminer. Cette circonstance a peut-être engagé quelques professeurs à adopter la formule de Dupuis, sinon d'une manière théorique et définitive, au moins pour en déduire des exercices graphiques intéressants.

Certaines personnes cependant regardent cette formule comme consacrée par l'expérience. Je reconnais qu'elle conduit à des résultats convenables lorsque les parties les plus éclairées ne sont pas trop voisines du contour apparent, et que, d'ailleurs, la surface est très-unie. Je ne crois pas qu'on puisse rien dire de plus.

[15] M. Jamin a fait de nombreuses expériences à l'aide du photomètre pour reconnaître si les peintres conservent fidèlement l'harmonie des teintes;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en d'autres termes, si les rapports des intensités des lumières envoyées par des objets exposés au soleil et par des objets dans l'ombre sont à peu près les mêmes dans la nature et sur un bon tableau. Il a trouvé entre ces rapports des différences très-considérables, qu'il évalue, en moyenne, à 80 pour 100, les effets d'ombre et de lumière étant toujours extrêmement affaiblis sur les tableaux.

Notre collègue établit ensuite que l'imperfection de nos organes est telle que nous trouvons souvent une grande vérité de couleur et de lumière à des tableaux dans lesquels le photomètre fait reconnaître, entre les teintes, des disproportions impossibles à justifier.

Plus loin, M. Jamin parle des ressources de la peinture et montre qu'elles sont trop bornées pour qu'on puisse représenter les objets dans les conditions d'éclairement où ils se trouvent dans la nature. « Prenons, dit-il, un photomètre, mesurons les rapports de la lumière dans tous les tons de cette gamme chromatique qui commence à des éclats à peine sensibles, et finit à l'éblouissante clarté du soleil; nous reconnaissons aisément que la distance entre les termes extrêmes est incommensurable, et qu'il est aussi impossible d'exprimer la lumière solaire par un nombre que la distance d'une étoile à la terre : elle est infinie. Si dans l'impossibilité de continuer nos mesures jusqu'à l'éclat du soleil, nous arrêtons nos déterminations aux nuages les plus brillants, nous leur trouvons encore une intensité plusieurs mille fois au moins, et souvent plusieurs millions de fois égale à celle d'un arbre voisin de nous : il y a donc dans la nature toutes les intensités possibles d'éclairement, depuis celles que l'on peut à peine percevoir jusqu'aux éclats que l'on ne peut supporter, depuis l'obscurité absolue jusqu'à la lumière infinie. »

« En est-il de même dans la peinture? Évidemment, non. Il y a encore, cela est vrai, une gamme continue; mais elle s'étend entre deux termes limités dont le plus sombre est fourni par la couleur la plus foncée, le plus éclatant par la couleur la plus brillante, et, pendant que l'échelle naturelle est infinie, l'échelle des peintres est courte, beaucoup plus courte qu'on ne le croit : nous allons le prouver. Étendons sur l'une des moitiés d'une toile une couche épaisse et uniforme de blanc d'argent; déposons sur l'autre partie du noir d'ivoire, mêlé, si vous le voulez, de bitume et de bleu indigo; laissons sécher, vernissons avec soin, et nous aurons un tableau offrant sans intermédiaire, d'une part la plus vive lumière, de l'autre la plus grande obscurité qu'un peintre puisse produire, c'est-à-dire les deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

limites entre lesquelles la peinture est nécessairement renfermée. Exposons cette toile à une belle lumière, cherchons le rapport des deux éclats, nous le trouverons égal à 90. Admettons, pour être généreux, qu'il soit égal à 100, et nous concluons qu'il ne sera pas possible de représenter sur un même tableau à la fois des plans très-rapprochés et des nuages dans le ciel (1). »

M. Jamin termine en disant que « la peinture ne réussit pas mieux à reproduire les éclats que l'œil ne suffit à les estimer (p. 638). »

[16] En résumé, je crois que la théorie des teintes en peinture et dans le lavis ne repose pas sur des lois qu'il soit actuellement possible de définir d'une manière précise, et que, dans tous les cas, on devrait avoir égard à la nature de la superficie du corps éclairé. Par suite, il me paraît convenable de se borner à des généralités dans l'enseignement théorique du lavis, et de chercher à former le coup d'œil des élèves en leur donnant de bons modèles.

ARTS MÉCANIQUES.

MÉMOIRE SUR LE RABOTAGE DES MÉTAUX, PAR M. TRESCA,

Membre du Conseil.

Introduction.

Parmi les déformations que l'on est conduit, pour les besoins de l'industrie, à déterminer sur un bloc de métal, celles qui résultent du rabotage sont certainement les plus curieuses et les moins étudiées.

L'attention des constructeurs ne s'est portée que sur le résultat même du travail, sans que jamais on ait jugé que les parties enlevées méritassent un examen particulier. Les copeaux détachés par le burin pouvaient cependant donner lieu à un grand nombre d'observations intéressantes, et la constitution de ces détritus du travail principal est bien faite pour attirer les investigations du physicien, qui y trouvera peut-être quelques-uns des secrets, à peine entrevus, de la mécanique moléculaire.

Tout au moins, cet examen nous a-t-il permis de continuer, dans un nouveau domaine, nos études de prédilection sur les déplacements moléculaires, et nous nous

(1) *Revue des Deux-Mondes*, 1er février 1857.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

proposons, dans ce travail, de faire connaître plusieurs faits nouveaux qui s'y rattachent.

Au moment où une parcelle est arrachée de vive force, par un outil tranchant, à la masse dont elle faisait partie, elle obéit tout à la fois aux actions extérieures et à celles qui sont développées par les éléments voisins, et elle arrive bientôt à un état d'équilibre nouveau, dans lequel nous trouverons très-souvent un arrangement différent, une contexture entièrement dissemblable, où nous aurons à reconnaître le rôle des diverses propriétés de la matière et particulièrement de celles qui sont relatives à la cohésion et à l'élasticité, qui seules déterminent le mode d'écoulement de cette matière, à l'air libre, en lui imprimant des formes géométriques particulières.

L'espace dans lequel le nouveau fragment peut se développer exerce, d'ailleurs, dans certains cas, une influence marquée sur la forme définitive à laquelle il parvient, sous l'action des vibrations déterminées en lui au moment où il se sépare du corps principal.

Nous examinerons cet ordre de faits dans leur ensemble avant de les faire connaître dans leurs détails.

Exposé sommaire des principaux faits.

Avant d'aborder l'examen des faits multiples que nous avons pu déterminer dans les circonstances les plus diverses, nous pensons qu'il est nécessaire de faire connaître le résultat principal qui nous a conduit à en rechercher ultérieurement les détails.

Nous avions déjà remarqué que les copeaux affectaient, pour la plupart, des formes géométriques assez constantes, que la pellicule de matière qui les constitue s'enroulait, dans les mêmes circonstances, de la même façon, et que le copeau déroulé n'avait souvent qu'une longueur égale au tiers ou à la moitié de la longueur de la face rabotée.

Déjà nous avions pris note de quelques coefficients de réduction de cette longueur, quand les ateliers des chemins de fer du Midi, à Bordeaux, nous fournirent le spécimen du copeau le plus décisif à cet égard.

Une roue de waggon, cerclée de son bandage, réunie à la jante par des rivets à section circulaire, étant placée sur un tour à bandages, l'outil, de force et de dimension exceptionnelles, enlevait, d'une seule passe et sur toute la largeur de la partie conique de la jante, des copeaux analogues à celui que montre la fig. A (page 586) et que nous représentons en vraie grandeur afin de bien fixer les idées sur ce premier point.

Le copeau forme une sorte de cône à base spirale, à génératrices rectilignes et à spires superposées, d'une épaisseur assez uniforme de 1 millimètre. Malgré les petites déchirures qu'il présente en très-grand nombre dans le sens des génératrices, ce copeau est très-résistant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le bandage d'acier et les rivets en fer ont, d'ailleurs, été coupés en même temps, et chacune des parties du copeau qui correspondent à un rivet se trouve ainsi représen-

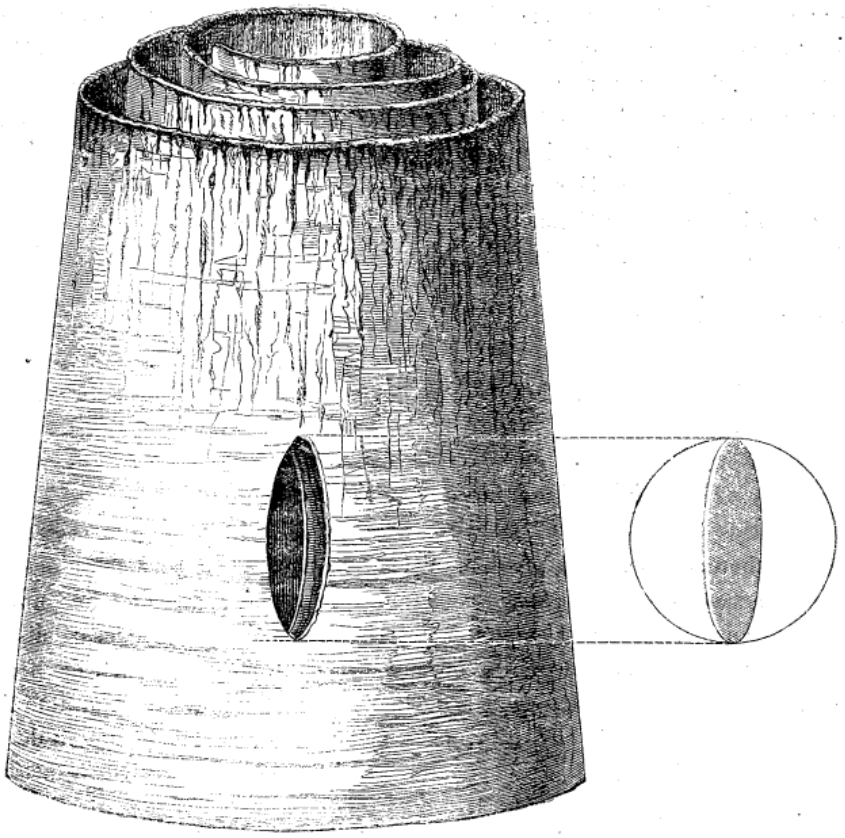


Fig. A.

tée par une pièce distincte, de forme elliptique, dans laquelle le grand axe a conservé la dimension primitive du diamètre du rivet, et dont le petit axe, dirigé dans le sens du rabotage, se trouve réduit dans la proportion de $0^m,029$ à $0^m,008$ ou aux 0,273 de la dimension primitive.

La même réduction s'observe pour les intervalles entre les rivets, et l'on se trouve ainsi en présence d'un solide qui s'est raccourci d'une manière notable, dans le sens du rabotage, en conservant la même dimension transversale en largeur.

Les autres métaux présentant des phénomènes analogues, nous avons dû croire que, par le fait du rabotage, le métal se refoule sur lui-même, et, comme ses dimensions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans le sens transversal ne sont pas changées, il faut bien que nous admettions une augmentation notable de son épaisseur, si la densité est restée à peu près la même.

Le copeau obtenu est ainsi la transformation du solide dont il provient, dans des conditions telles qu'il y a eu déplacement de la matière dans le sens de l'épaisseur. Une seule dimension est restée la même, les deux autres ont varié en sens contraires, l'un des effets compensant l'autre au point de vue du volume total.

En d'autres termes, l'action des forces extérieures a déterminé, pour chacun des éléments qui composent la surface de séparation, un double écoulement dans le sens du travail de l'outil et dans le sens de l'épaisseur.

Pour les métaux dont il s'agit, une telle transformation, dans laquelle l'épaisseur a plus que doublé, n'a pu s'opérer sans que l'état moléculaire ait été profondément modifié, et, lorsqu'on examine de plus près les surfaces, on y reconnaît, en effet, les caractères suivants.

La face de séparation est lisse et brillante, sillonnée de traits longitudinaux qui résultent des accidents du tranchant de l'outil, sillonnée aussi dans le sens transversal, par suite du plissage de la matière pendant son enroulement en forme de cône, avec certains contournements spéciaux près des bords.

La face opposée, celle qui formait la surface extérieure du solide primitif, est bien autrement remarquable. Elle est tout entière composée de protubérances et de sillons formant comme une série de vagues solides qui, examinées à la loupe, sont elles-mêmes formées de vagues plus petites, et toutes légèrement couchées dans le même sens.

L'aspect velouté de toutes les protubérances démontre, d'ailleurs, l'existence d'une foule de petites écailles, brillantes et d'inclinaisons diverses; nous retrouverons des dispositions analogues, mais plus ou moins modifiées, dans les copeaux de toutes les matières.

Le métal a ainsi reflué sous l'action de l'outil en conservant finalement la trace et comme le témoignage de l'action à laquelle il a été soumis.

Sur un bord, les rides sont profondes, elles sont à peine accusées sur l'autre, mais on observe des deux côtés qu'il y a eu un léger élargissement, c'est-à-dire un écoulement latéral sur les bords, seulement là où l'absence de tout obstacle a permis à cet écoulement de se produire.

L'enroulement en spirale a été, sans aucun doute, la cause principale de ces sillons, en même temps que les sillons eux-mêmes ont doué cette plaque, encore très-résistante, d'une certaine flexibilité.

Le poli apparent de la première face n'empêche pas, d'ailleurs, d'y reconnaître des sillons longitudinaux beaucoup moins marqués, terminés pour la plupart par de petits barrages que les diverses parties du tranchant de l'outil auraient eu successivement à franchir, en s'élevant sur les marches de cet escalier microscopique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces sillons proviennent certainement des logements d'autant de petits lambeaux restés en saillie sur le bloc raboté.

Enfin, lorsqu'on casse le copeau, on lui trouve une structure essentiellement fibreuse dans toute son épaisseur.

Ces premières indications sont assez caractéristiques; mais, pour signaler chacune des causes de déformation et chacun des effets produits, il ne suffisait pas d'une expérience sur chaque matière, et, à mesure que des faits nouveaux se sont produits, il est devenu nécessaire de varier aussi les conditions de l'outil et de son mode d'action, avant d'arriver à quelque conclusion un peu générale. Le nombre des essais successifs est devenu alors si considérable, qu'il est indispensable d'arrêter un mode de classification qui permette de rapprocher les uns des autres les résultats analogues et d'en apprécier, par comparaison, toutes les circonstances.

Classification des différents modes de rabotage.

L'ajustage des pièces de métal s'effectue le plus ordinairement sur la machine à raboter ou sur le tour, et le mouvement relatif de l'outil par rapport à la surface à travailler est le plus souvent rectiligne ou circulaire.

Dans la première condition, on dit que le rabotage est rectiligne, mais il convient, dans la seconde, de considérer deux dispositions principales. Si l'on agit sur la paroi latérale d'un cylindre dans le but de diminuer successivement son diamètre, soit sur toute la longueur de la pièce, soit sur une partie seulement de cette longueur, l'outil doit détacher une sorte de surface cylindrique, continue, de diamètre constamment décroissant, et l'on peut désigner ce mode d'action sous le nom de rabotage spiral.

Si on agit sur la base du cylindre pour en diminuer progressivement la longueur, l'outil détache une hélice, à pas très-petit, qui caractérise ce nouveau mode d'action que nous aurons à distinguer sous le nom de rabotage en hélice.

Les trois modes d'action ne diffèrent, d'ailleurs, que par les circonstances géométriques qui les caractérisent; dans tous les cas, la matière est pressée par l'outil qui la refoule jusqu'à ce que le copeau se sépare, e t'on doit penser, *à priori,* que les conditions mécaniques de la formation du copeau sont tout à fait du même ordre.

Chacun des modes de rabotage pouvant, d'ailleurs, être considéré comme composé d'une infinité d'actions rectilignes, successives, c'est surtout le rabotage rectiligne qu'il convenait d'étudier en premier lieu, et c'est exclusivement à ce mode d'opération qu'est consacré ce premier travail.

Supposons donc qu'il s'agisse uniquement de produire sur la face supérieure d'un parallélipipède une suite de sillons destinés à diminuer la hauteur de ce solide, nous ne nous occuperons que des moyens à employer pour produire tous ces sillons, bien

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parallèles et bien réguliers, en n'y dépensant, s'il est possible, que le minimum de travail mécanique.

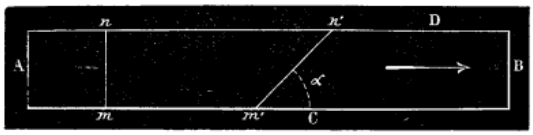


Fig. B.

Si les sillons doivent être produits dans la direction AB (fig. B), il sera, dans certaines circonstances, facile de raboter à la fois toute la largeur de la pièce, soit avec un outil dont le tranchant mn serait perpendiculaire à la direction du mouvement relatif indiqué par la flèche, soit avec un outil dont le tranchant $m'n'$ serait incliné d'un angle α sur cette direction.

Les mêmes circonstances pourront encore se produire si les sillons ne doivent ou ne peuvent être obtenus sur la largeur tout entière de la pièce, et le copeau, qui était tout à l'heure entièrement libre par ses deux côtés, pourra être engagé des deux côtés, ou d'un côté seulement, suivant que la largeur du bloc s'étendra au delà et en deçà du sillon AB en C et en D, ou d'un côté seulement, en C ou D.

Nous allons voir, d'ailleurs, que chacun de ces modes d'action comporte une disposition particulière dans la forme de l'outil, disposition sur laquelle il convient tout d'abord de fournir quelques explications préliminaires.

Dispositions des outils.

Quel que soit le profil du métal que l'outil doit enlever, il faut toujours que celui-ci soit en contact avec lui suivant toute la section du copeau; il refoule devant lui la matière, qui acquiert ainsi une augmentation d'épaisseur. En même temps, le cisaillement s'opère par le bord de contact tout entier de l'outil, et lorsque l'opération est dans sa période de régime, on peut dire qu'il y a tout à la fois écoulement dans le sens de l'épaisseur et cisaillement sur les bords.

Mais le rôle de la surface agissante de l'outil ne se borne pas à ces deux effets principaux. Il faut encore que la matière cisaillée s'échappe en glissant ur cette face, qui réagit sur elle et détermine, eu égard à ces réactions, la forme du profil longitudinal du copeau.

La pratique des ateliers s'est inspirée de ces différentes fonctions, sans toutefois s'en rendre compte dans tous leurs détails, et nous voyons que les formes les plus généralement adoptées sont parfaitement rationnelles sous ces différents rapports.

Le plus simple de tous les outils consisterait en un parallélipipède, présentant une de ses faces latérales devant la matière et cheminant perpendiculairement à cette face; mais on voit de suite que cet outil frotterait inutilement par sa base et quelquefois par l'une ou l'autre de ses faces latérales, si l'on ne prenait soin de les délarder; encore le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

copeau tendrait-il à s'élever péniblement le long du prolongement de la face agissante, contre laquelle il se moulerait, en glissant sur elle au fur et à mesure du dégagement.

L'outil, ainsi construit, donne lieu à une résistance relativement grande parce que ses arêtes ne sont pas assez vives et que la matière est refoulée outre mesure.

On arrivera évidemment à un résultat meilleur en donnant à la face agissante une forme cylindrique en vertu de laquelle le copeau s'infléchira davantage et restera moins longtemps en contact avec cette face.

C'est cette disposition qui est le plus généralement employée avec un tranchant rectiligne un peu aigu lorsque l'on veut raboter d'un seul coup toute la surface de la pièce; mais on aime mieux lui donner un profil courbe lorsque l'on est obligé de n'opérer que partiellement sur une partie de la largeur, circonstance dans laquelle on préfère généralement faire des passes un peu larges et relativement peu profondes qui affectent alors la forme du profil courbe de l'outil.

Les rapports entre les diverses dimensions devront varier suivant les effets à produire, mais les formes seront toujours analogues à celles que nous venons de décrire, et, pour que les résultats soient mieux définis, nous donnerons séparément, planche 497, une figure exacte de toutes les dispositions que nous avons employées.

En courbant le corps de l'outil en forme de col de cygne on facilite son introduction progressive dans la pièce et l'on obtient ainsi des passes d'une épaisseur plus régulière et plus constante.

Dans les machines bien construites, l'avancement de l'outil, en profondeur ou en largeur s'obtient, d'ailleurs, automatiquement, presque toujours au moyen de rochets qui agissent, soit après chaque course, soit après chaque tour effectué, de manière que les copeaux des différentes passes soient identiques.

Description des expériences.

La plupart de nos expériences de rabotage ont été faites sur le plomb; quelques-unes, cependant, sur l'étain, le cuivre, le fer, le zinc et le savon. Cette dernière substance a présenté des phénomènes de glissement qui serviront ultérieurement à expliquer certains déplacements obtenus plus particulièrement avec le zinc.

Nous classerons toutes ces expériences en quatre groupes principaux.

A. Tranchant rectiligne.

I. Rabotage rectiligne sur toute l'épaisseur d'un solide : les copeaux sont alors libres sur les deux bords.

II. Rabotage rectiligne par un outil pénétrant dans le solide par ses deux bords : les copeaux ne sont alors libres que par la face supérieure.

III. Rabotage rectiligne par un outil ne pénétrant dans le solide raboté que par son

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tranchant rectiligne et par l'un des bords : les copeaux sont alors libres d'un seul côté.

B. Tranchant courbe.

IV. Rabotage rectiligne agissant nécessairement sur un prisme dont la base est terminée par une ligne courbe suivant laquelle le copeau était d'abord relié au bloc : les copeaux ont alors une forme qui ne permet plus de dire s'ils sont engagés par un de leurs bords.

A. Tranchant rectiligne.

I. *Rabotage rectiligne sur toute l'épaisseur d'un solide. — Face agissante de l'outil, plane et perpendiculaire à la direction du mouvement.*

Le cas le plus simple, mais non le plus avantageux du rabotage, est celui dans lequel le tranchant de l'outil est rectiligne et sa face agissante formée d'un plan perpendiculaire à la direction du mouvement.

A mesure que le copeau se détache par la pression et le cisaillement produit par un outil de ce genre, il est obligé de s'enrouler sur lui-même, sous la forme d'un cylindre, en spires superposées et plus ou moins resserrées. Parmi les petits échantillons que nous avons obtenus, dans ces conditions, sur différents métaux, le plomb nous a fourni le meilleur type de ce mode d'action.

L'outil employé dans ces expériences était tout à fait primitif et se composait simplement d'une barre d'acier affûtée et délardée (fig. I, planche 497).

2 juin 1870. Rabotage du plomb sur une face rectangulaire de 12 millimètres de large et de 118 millimètres de long; $l = 118$; $m = 12$.

On a fait un grand nombre de passes successives sur le même bloc, en donnant chaque fois plus de prise à l'outil, et parmi lesquelles 27 copeaux numérotés ont été recueillis, fig. 1 et 2, planche 498.

Chacun de ces copeaux, reconnu bien complet, a été pesé, en rapportant toutes les longueurs au millimètre, savoir : la longueur l de la passe; m, sa largeur égale à l'épaisseur de la pièce; et e l'épaisseur du copeau avant sa déformation; si l'on désigne par d le poids du millimètre cube de plomb, et par p le poids de l'échantillon, on doit avoir

$$lme \times d = p$$

d'où

$$e = \frac{p}{lmd},$$

ce qui permettra de calculer l'épaisseur e de la passe, c'est-à-dire l'épaisseur de matière enlevée, estimée avant toute déformation. — Pour le plomb $d = 0^{gr},011352$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'un autre côté, on a pu mesurer la longueur l' du copeau redressé, ce qui a permis de calculer le coefficient de réduction $R = l' : l$, auquel nous conserverons cette dénomination dans la suite de ce mémoire, même dans les cas assez rares, où l' serait accidentellement plus grand que l.

Tous ces éléments numériques ont été réunis dans le tableau suivant, qui montre d'une manière nette, malgré quelques légères contradictions, que, quand l'épaisseur de la passe varie de $0^{mm},013$ à $1^{mm},503$, le coefficient R va toujours en augmentant, depuis 0,11 jusqu'à 0,29.

Pour les copeaux les plus minces, la longueur finale est à peu près réduite au dixième de la longueur primitive, et, par suite de la constance du produit $le = l' e'$, on voit que l'épaisseur e' du copeau doit être décuple de celle du solide que ce copeau représente dans le bloc.

Les copeaux les plus minces sont ceux dont l'épaisseur augmente le plus, ce qui s'explique d'une manière satisfaisante, en ce que l'écoulement dans le sens de l'épaisseur est alors plus facile.

2 juin 1870. — *Rabotage du plomb.* $l = 118$; $m = 12$.

NUMÉROS des échantillons.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	ÉPAISSEUR primitive e mill.
1	0,21	13	0,11	0,013
2	0,36	13	0,11	0,022
3	0,39	13	0,11	0,024
4	0,53	14	0,12	0,033
5	0,60	14	0,12	0,037
6	0,65	15,5	0,13	0,040
7	0,75	16	0,13	0,046
8	1,06	17	0,14	0,066
9	1,30	21	0,18	0,081
10	1,35	19	0,16	0,084
11	1,36	20	0,17	0,084
12	1,65	18,5	0,16	0,102
13	1,93	21	0,18	0,120
14	2,12	24	0,20	0,131
15	2,54	22	0,19	0,157
16	4,40	26	0,22	0,273
17	4,66	25	0,21	0,289
18	4,95	26	0,22	0,307
19	9,10	32	0,27	0,564
20	9,12	27	0,23	0,565
21	9,60	31	0,26	0,595
22	11,35	28	0,24	0,704
23	11,35	35	0,29	0,704
24	14,95	31	0,26	0,927
25	16,70	35	0,29	1,035
26	17,42	35	0,29	1,080
27	24,24	35	0,29	1,503

Les expériences dont nous venons de rendre compte devaient nécessairement fournir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les déformations les plus exagérées, puisqu'on avait, en quelque sorte, réuni toutes les conditions les plus défavorables à la facilité du rabotage : aussi les résultats sont-ils très-accusés.

Tous les échantillons sont sillonnés de rides transversales, qui augmentent avec l'épaisseur du copeau et qui deviennent de véritables vagues dans les derniers.

A partir du n° 15, les copeaux s'élargissent, par suite d'un écoulement latéral vers les bords, sur lesquels on remarque, en raison de cette circonstance, une diminution graduelle d'épaisseur, qui donne à la section transversale assez d'analogie avec celle d'une lentille plus convexe.

L'extrémité du copeau qui correspond à l'entrée de l'outil est relativement mince; celle de sortie est ridée, même dans la partie qui n'a pas été touchée par l'outil et qui s'est inclinée sur la surface générale par suite de l'allongement relatif de la face sur laquelle le tranchant de l'outil agissait.

Dans les derniers échantillons les bords ont entraîné une partie des bavures formées par la pression de l'outil sur le bloc de métal et qui restent adhérentes avec les copeaux.

2 *juin* 1870. — *Rabotage du plomb*, $l = 118$; $m = 9$. — Mêmes conditions, si ce n'est que la face rabotée est réduite à une largeur de 9 millimètres, fig. 3 et 4, planche 498.

La même règle se déduit de cette contre-épreuve, mais le coefficient R a varié seulement entre des limites plus restreintes, $R = 0{,}15$ et $R = 0{,}27$, sans doute parce que les épaisseurs ne sont pas descendues aussi bas que dans la série précédente.

Dans cette expérience, comme dans la première, on s'est servi du même outil adapté à l'étau limeur de Whitworth, appartenant au Conservatoire et fonctionnant avec moteur mécanique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2 juin 1870. — *Rabotage du plomb.* $l = 118$; $m = 9$.

NUMÉROS des échantillons.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	ÉPAISSEUR primitive e mill.
1	0,61	18	0,15	0,050
2	1,50	22	0,18	0,124
3	1,58	22	0,18	0,131
4	2,38	22	0,18	0,197
5	3,10	23	0,20	0,258
6	3,95	25	0,21	0,327
7	5,44	26	0,22	0,450
8	5,72	28	0,24	0,475
9	7,40	27	0,23	0,614
10	8,00	27	0,23	0,664
11	9,20	29	0,26	0,764
12	10,15	31	0,27	0,842
13	11,17	28	0,24	0,927
14	13,24	26	0,22	1,096
15	17,98	26	0,22	1,485

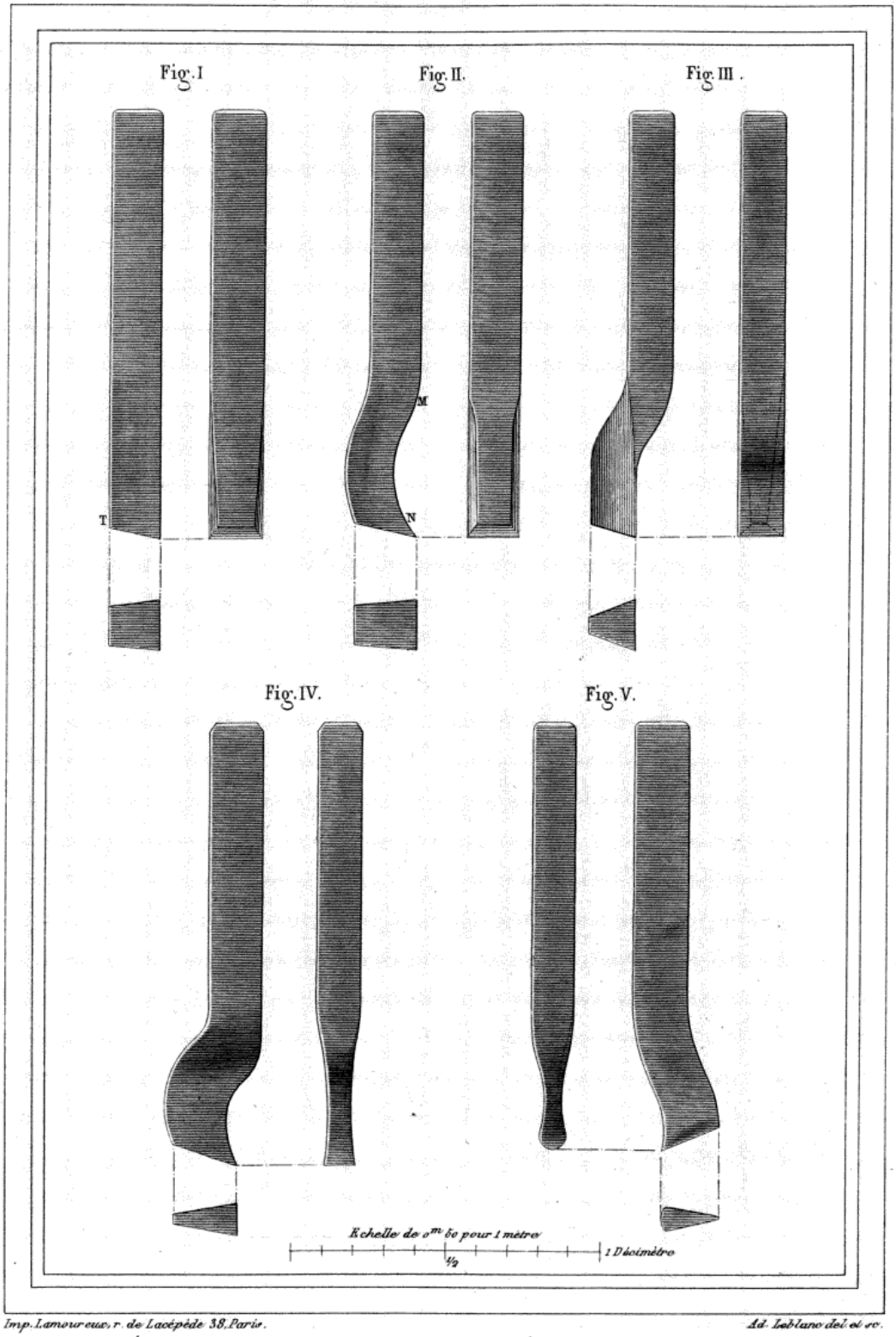
Observations communes aux deux séries d'expériences.

Les relations entre les épaisseurs des passes et les coefficients de réduction ayant été représentées par des courbes, on reconnaît une grande similitude entre les deux tracés qui établissent, d'ailleurs, l'augmentation du coefficient R avec l'épaisseur, jusqu'à une certaine limite que nous chercherons à déterminer avec plus d'exactitude.

Les copeaux des deux séries offrent certains caractères de similitude qu'il est bon de faire ressortir.

Tous les copeaux sont striés plus largement à mesure que l'épaisseur augmente; ils sont d'autant plus enroulés qu'ils sont plus minces; dans chaque série le coefficient de réduction augmente avec l'épaisseur. Quand celle-ci devient suffisamment grande, il se produit en même temps un écoulement latéral, par suite duquel les vagues qui remplacent les stries se prolongent jusqu'à la face coupée, toujours lisse, qui apparaît à l'extérieur pendant l'enroulement du copeau.

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

Enfin, pendant le cours de l'opération, on voit le copeau se mouler en quelque sorte sur la face de l'outil, au fur et à mesure qu'il avance, et glisser sur lui. Tous ces caractères, nous les retrouverons bientôt avec tous les autres métaux, et nous pouvons dire qu'ils représentent autant de lois générales que nous avons pour objet de déduire de l'ensemble des faits que nous avons successivement constatés.

Tranchant rectiligne. — Face agissante de l'outil cylindrique et perpendiculaire à la direction du mouvement.

Dans les expériences précédentes la face agissante de l'outil était plane et l'arête tranchante formée par l'intersection d'un plan vertical avec un plan incliné formant le talon de l'outil; l'angle de ces deux faces est ordinairement très-peu différent de 90 degrés; on le diminue seulement un peu pour que le talon T de l'outil (fig. I, pl. 497) ne frotte pas sur la partie rabotée, et dans celui dont nous nous sommes servi cet angle mesurait 70 degrés.

Tout en conservant cette même disposition du talon, l'arête deviendrait plus vive si la face agissante, au lieu d'être plane, était évidée et présentait la disposition d'un cylindre concave à génératrices horizontales, tel qu'on le voit en MN (fig. II, pl. 497), ainsi qu'on le fait généralement.

L'évidement ainsi obtenu par la concavité du cylindre est, d'un autre côté, favorable à l'échappement du copeau, qui en épouse la forme et se moule en quelque sorte sur lui. Il se casse ainsi moins fréquemment et il faut s'attendre à ce que, comme conséquence logique, le refoulement du copeau sur lui-même sera moins accusé.

27 *mars* 1870. — *Rabotage du plomb,* $l = 117$; $m = 10$. — Les copeaux les plus minces se sont enroulés, les plus épais sont restés beaucoup plus plans.

Les épaisseurs calculées e sont comprises entre $e = 0{,}004$, qui a donné $R = 0{,}11$, et $e = 0{,}704$ pour $R = 0{,}32$.

Le coefficient de réduction augmente assez régulièrement avec l'épaisseur, suivant une loi représentée par le tracé graphique sur lequel nous avons reporté les données numériques des cinquante et un copeaux recueillis, fig. 5 et 6, planche 498.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

27 mars 1870. — *Rabotage du plomb sur la machine Whitworth.* $l' = 117$; $m = 10$.

NUMÉROS des échantillons.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	ÉPAISSEUR primitive e mill.
1	0,006	13	0,111	0,004
2	0,006	13	0,111	0,004
3	0,010	15	0,128	0,007
4	0,012	16	0,137	0,009
5	0,013	16,5	0,141	0,010
6	0,015	16	0,137	0,011
7	0,022	18,5	0,158	0,017
8	0,025	18	0,154	0,019
9	0,028	18	0,154	0,021
10	0,029	20	0,171	0,022
11	0,031	19	0,162	0,023
12	0,035	18	0,154	0,026
13	0,035	20	0,171	0,026
14	0,041	19	0,162	0,031
15	0,045	19	0,162	0,034
16	0,045	19	0,162	0,034
17	0,049	19	0,162	0,037
18	0,050	19,5	0,167	0,038
19	0,050	22	0,188	0,038
20	0,060	20,5	0,175	0,045
21	0,062	23	0,196	0,047
22	0,071	23	0,196	0,053
23	0,071	22	0,188	0,053
24	0,072	23	0,196	0,054
25	0,076	22,5	0,192	0,057
26	0,077	21,5	0,184	0,058
27	0,085	25,5	0,218	0,064
28	0,086	23	0,196	0,065
29	0,180	34	0,290	0,135
30	0,181	32	0,273	0,136
31	0,210	32	0,273	0,158
32	0,226	30	0,256	0,166
33	0,231	30	0,256	0,174
34	0,233	33	0,282	0,175
35	0,245	32	0,273	0,184
36	0,270	31	0,264	0,203
37	0,280	32	0,273	0,211
38	0,282	28	0,239	0,212
39	0,282	34	0,291	0,212
40	0,283	33	0,282	0,213
41	0,296	29	0,247	0,223
42	0,305	31	0,264	0,230
43	0,320	32	0,273	0,241
44	0,330	31	0,264	0,248
45	0,330	34	0,291	0,248
46	0,350	29	0,247	0,264
47	0,355	31	0,264	0,267
48	0,368	34	0,291	0,277
49	0,704	41	0,342	0,530
50	0,873	37	0,316	0,657
51	0,939	38	0,325	0,707

31 *mars* 1870. — *Rabotage du plomb,* $l = 117$; $m = 5$. — Il était certain, *à priori,* que l'influence de l'acuité devait être grande sur le refoulement et, pour mettre cet élément en évidence, nous avons émoussé l'arête tranchante de l'outil pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cédent en la frottant légèrement sur une pierre à l'huile sous un angle suffisamment grand.

Les échantillons obtenus ont été rangés, fig. 7 et 8, planche 498, au nombre de 25, dans l'ordre de leurs épaisseurs, et ont ensuite donné lieu de constater que pour $e = 0{,}006$ la valeur du coefficient de réduction était descendue jusqu'à $R = 0{,}07$, pour ne s'élever qu'à $R = 0{,}26$ pour l'épaisseur $e = 0{,}114$. Ces résultats sont parfaitement conformes à ce que le raisonnement indiquait, et la perfection plus ou moins grande de l'affûtage de l'outil pouvant exercer une aussi grande influence sur les résultats, il ne sera le plus souvent possible de comparer utilement entre eux que les résultats des expériences faites presque simultanément.

31 mars 1870. — *Rabotage du plomb.* $l = 117$; $m = 5$.

NUMÉROS des échantillons.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	ÉPAISSEUR primitive e mill.
1	0,04	8	0,07	0,006
2	0,05	9	0,08	0,007
3	0,06	12	0,10	0,009
4	0,06	12	0,10	0,009
5	0,08	12	0,10	0,012
6	0,06	12	0,10	0,009
7	0,07	12	0,10	0,010
8	0,09	15	0,13	0,013
9	0,10	15	0,13	0,015
10	0,08	15	0,13	0,012
11	0,12	17	0,15	0,018
12	0,11	17	0,15	0,016
13	0,13	18	0,15	0,019
14	0,12	18	0,15	0,018
15	0,15	21	0,18	0,022
16	0,12	23	0,20	0,018
17	0,14	20	0,17	0,021
18	0,14	»	»	»
19	0,19	23	0,20	0,028
20	0,21	23	0,20	0,031
21	0,25	27	0,24	0,040
22	0,30	30	0,25	0,045
23	0,34	31	0,25	0,051
24	0,38	31	0,26	0,057
25	0,76	31	0,26	0,114

Observations communes aux deux séries d'expériences.

Les échantillons de ces deux séries ressemblent beaucoup à ceux de la série précédente; les surfaces de séparation sont parfaitement lisses; les faces opposées des copeaux sont striées d'autant plus fortement que le copeau est plus épais, et toutes les indications que nous avons consignées précédemment devraient être ici reproduites sans aucune modification.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toutefois la valeur du coefficient de réduction augmente beaucoup plus rapidement avec l'épaisseur de la passe et approche beaucoup de 0,30 pour une épaisseur de $0^{mm},15$, sans qu'il augmente ensuite d'une manière appréciable.

Les expériences suivantes sont faites avec le même outil dont le tranchant, tout en restant parallèle à la face rabotée, est incliné d'un angle α plus ou moins grand par rapport à sa position normale.

Tranchant rectiligne. — Face agissante de l'outil cylindrique et inclinée par rapport à la direction du mouvement.

La réunion des deux circonstances indiquées par ce titre, savoir : l'inclinaison du tranchant et la forme cylindrique de l'outil, facilitant le dégagement du copeau au moment de son enroulement, doit nécessairement rendre l'écoulement dans le sens de la profondeur moins nécessaire, et l'on devait s'attendre, par suite, à de plus grandes valeurs pour le coefficient R.

Trois séries d'expériences ont été faites le même jour sur un même bloc de plomb de 7 millimètres de largeur, en augmentant successivement l'épaisseur de la passe. L'angle α, qui formait l'arête tranchante de l'outil avec la perpendiculaire à la ligne moyenne de la face rabotée, a été fixé, dans ces diverses séries, à 22, 45 et 60 degrés.

31 *mars* 1870. — *Rabotage du plomb,* $l = 117$; $m = 7$; $\alpha = 22°,5$. — Une inclinaison de $22°,5$ suffit déjà pour que le copeau se dégage latéralement et prenne la forme de la face latérale d'une vis à filet carré, dont le pas va en augmentant avec l'épaisseur de la passe.

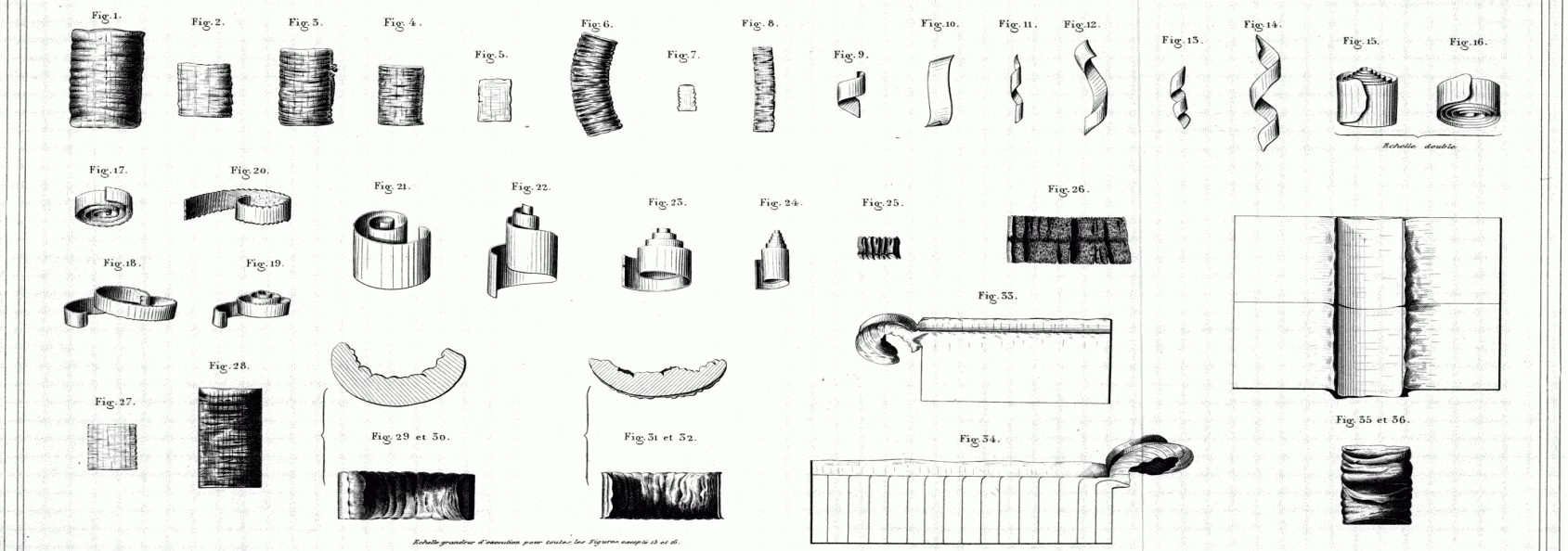
On reconnaît à la vue des échantillons, et surtout par la disposition des stries, que chaque génératrice du cylindre est formée par l'impression de l'une des génératrices de l'outil, fig. 9 et 10, planche 498.

Nous donnons ici les figures de deux des dix-sept copeaux obtenus, avec la longueur suivant l'axe du copeau enroulé et celle du copeau déroulé pour un certain nombre d'entre eux. Le bord d'entrée de l'outil est toujours concave, sans doute parce que la matière y est soumise à une pression plus grande sous l'action qui la refoule dans le sens de la largeur comme dans le sens de l'épaisseur. Ce bord concave est, en réalité, plus épais que l'autre.

L'épaisseur calculée ayant varié de 0,020 à 0,140, la valeur du coefficient R s'est élevée de 0,19 à 0,23 ; il y a, comme on le voit, une moindre différence que précédemment entre les coefficients extrêmes, mais les épaisseurs aussi ont été comprises dans des limites plus restreintes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Imp. Lamoureux, r. de Lacépède 38, Paris.

MÉMOIRE SUR LE RABOTAGE DES MÉTAUX, PAR M. TRESCA.

Lugeon del. et sc.

31 mars 1865. — *Rabotage du plomb.* $l = 117$; $m = 7$; $\alpha = 22°,5$.

NUMÉROS des expériences.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	ÉPAISSEUR finale e mill.
1	0,21	»	»	0,023
2	0,22	»	»	0,024
3	0,22	22	0,19	0,024
4	0,19	22	0,19	0,019
5	0,28	»	»	0,030
6	0,32	»	»	0,034
7	0,38	»	»	0,041
8	0,51	23	0,20	0,055
9	0,48	23	0,20	0,052
10	0,52	»	»	0,056
11	0,55	23	0,20	0,059
12	0,79	»	»	0,084
13	0,61	24	0,21	0,066
14	1,35	25	0,21	0,144
15	1,49	26	0,22	0,160
16	1,16	26	0,22	0,125
17	1,31	27	0,23	0,140

31 *mars* 1870. — *Rabotage du plomb,* $l = 117$; $m = 7$; $\alpha = 45$ degrés. — L'augmentation de l'angle α, qui atteint ici la valeur de 45 degrés, s'est traduite par un allongement considérable du pas de l'hélice du copeau, ainsi que l'indiquent suffisamment les figures 11 et 12, planche 498.

On a déroulé un certain nombre de copeaux qui sont compris, dans un tableau spécial, sous la désignation *a*, *b*....., et qui ont servi à déterminer le coefficient de réduction; pour ceux qui n'ont pas été déroulés, on a pu indiquer la valeur λ de l'axe du copeau enroulé; nous désignerons dorénavant cette distance λ sous le nom de longueur axiale.

De l'épaisseur 0,017 à l'épaisseur 0,233, le coefficient de réduction R s'est élevé de 0,29 à 0,34. Le refoulement a été beaucoup moindre et l'enroulement plus marqué.

Le bord d'entrée est resté concave comme dans l'expérience précédente et l'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aperçoit encore la petite surépaisseur déterminée plus spécialement sur ce bord par la pression immédiate de l'outil.

31 mars 1870. — *Rabotage du plomb.* $l = 117$; $m = 7$; $\alpha = 45°$.

NUMÉROS des échantillons.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	ÉPAISSEUR primitive e mill.
1	0,34	»	»	0,036
2	0,24	»	»	0,026
3	0,35	»	»	0,037
4	0,94	»	»	0,102
5	0,75	»	»	»
6	0,95	»	»	0,103
7	0,77	»	»	»
8	0,99	»	»	0,106
9	1,32	»	»	0,141
10	1,19	»	»	0,128
11	1,56	»	»	0,168
12	2,43	»	»	0,261
13	2,18	»	»	0,234
14	1,82	»	»	0,196
15	2,08	»	»	0,223
16	2,43	»	»	0,261
17	2,32	»	»	0,249
18	2,50	»	»	0,269
a	0,16	33	0,20	0,017
b	0,24	33	0,29	0,026
c	1,35	35	0,30	0,145
d	1,71	37	0,32	0,184
e	2,17	40	0,34	0,233

31 *mars* 1870. — *Rabotage du plomb,* $l = 117$; $m = 5$; $\alpha = 60$ degrés. — L'inclinaison de l'outil ayant été portée à $\alpha = 60$ degrés, le pas s'est allongé encore, mais d'une manière moins sensible, fig. 13 et 14, planche 498.

Les copeaux sont plus longs, plus effilés. Pour $e = 0{,}021$, on trouve, après le développement, $R = 0{,}27$; pour $e = 0{,}198$, $R = 0{,}39$. Ce sont là les chiffres extrêmes de la série de copeaux déroulés *a*, *b*, *c*....., comprise dans un tableau spécial.

Le refoulement étant moins considérable, il y a tout lieu de croire que le travail mécanique dépensé se trouve notablement réduit.

Le bord concave des ces copeaux, après leur redressement, est, d'ailleurs, moins creusé que dans les deux séries précédentes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

31 mars 1870. — *Rabotage du plomb.* $l = 117$; $m = 5$; $\alpha = 60°$.

NUMÉROS des échantillons.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	ÉPAISSEUR primitive e mill.	λ.
1	0,35	»	»	0,053	22
2	0,38	»	»	0,057	22
3	0,27	»	»	0,041	22
4	0,33	»	»	0,050	22
5	0,21	»	»	0,032	22
6	0,44	»	»	0,066	25
7	0,57	»	»	0,085	27
8	0,60	»	»	0,090	28
9	0,77	»	»	0,116	29
10	1,10	»	»	0,166	32
11	1,01	»	»	0,152	32
12	1,30	»	»	0,196	32
13	1,17	»	»	0,177	34
14	1,15	»	»	0,173	34
15	1,80	»	»	0,281	36
16	1,29	»	»	0,195	35
17	1,60	»	»	0,251	35
18	1,78	»	»	0,268	36
19	1,80	»	»	0,280	36
20	3,25	»	»	0,489	44
a	0,14	32	0,27	0,021	»
b	0,15	32	0,27	0,024	»
c	0,19	32	0,27	0,029	»
d	0,49	37	0,32	0,074	»
e	0,66	41	0,35	0,099	»
f	1,25	42	0,36	0,190	»
g	1,32	46	0,39	0,199	»

Observations communes aux trois séries d'expériences.

Les relations entre les épaisseurs et les coefficients de réduction étant, pour ces trois séries, représentées par des courbes, on voit nettement que le coefficient augmente avec l'angle α pour les petites épaisseurs.

Pour les angles de 45 et 60 degrés, le coefficient augmente bien moins lentement que pour $\alpha = 0$ et même $\alpha = 22$ degrés.

Les avantages que l'on obtiendrait pour les petits angles en inclinant la face agissante de l'outil ne sont, d'ailleurs, plus à considérer pour les épaisseurs de passe qui atteignent 0,1 à 0,2 millimètres.

Considérations géométriques sur les résultats du rabotage déterminé par un outil à tranchant incliné.

Les formes très-régulières des copeaux obtenus dans les conditions qui précèdent s'expliquent facilement par de très-simples considérations géométriques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Supposons d'abord que le tranchant MN, fig. C, s'avance en s'appuyant sur les directrices AD et BC, dans la direction de l'un de ces côtés du parallélogramme ABCD ; il doit enlever la tranche supérieure, sur un bloc de métal dont ce parallélogramme représente la section horizontale, et admettant pour un instant qu'il ne produise ni refoulement ni enroulement ; chaque élément NN′ de cette tranche étant successivement rabattu sur le plan de la figure en tournant autour d'une parallèle à AB, les points A et B seront successivement figurés sur les lignes AE et BE perpendiculaires à AB, et la ligne AB tout entière se trouvera rabattue, à un instant donné, en A′ B′. A ce moment, le tranchant sera en M′N′, et le parallélogramme MNM′N′ aura donné naissance au parallélogramme M′N′A′B′.

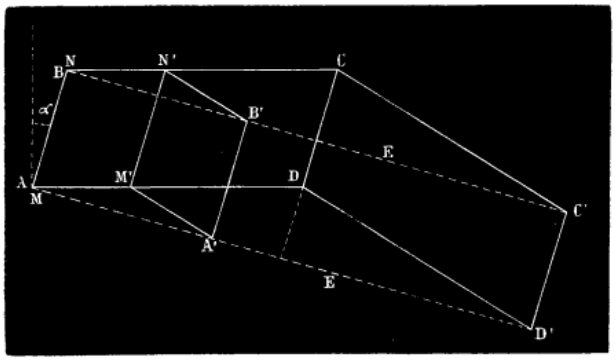


Fig. C.

L'opération étant ainsi prolongée jusqu'en CD, le parallélogramme ABCD se trouvera rabattu en CDC′D′, et, s'il n'y a pas eu de refoulement, c'est-à-dire si l'aire est restée la même, le nouveau parallélogramme sera le symétrique du premier, par rapport à l'arête commune CD.

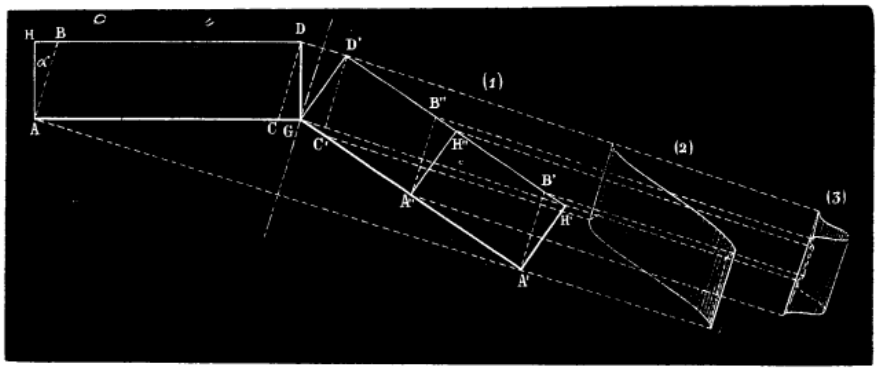


Fig. D.

Il suit de là que si le tranchant MN avait opéré sur le rectangle AGDH, fig. D, en conservant la même inclinaison, le rabattement se ferait encore en vraie grandeur ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en même temps, les positions AB et CD seraient venues se rabattre sur leurs parallèles C′D′,A′B′, et, si le tranchant laisse des traces de son action, ces traces devront aussi conserver cette même direction.

Si maintenant nous admettons qu'il puisse se produire une contraction proportionnelle dans la direction B′D′, qui était primitivement en BD, D′H′ sera représenté par D″H″ et la face tout entière en A″H″D′G.

Il ne nous reste qu'à signaler le résultat de l'enroulement qui s'effectuerait successivement autour des génératrices, telles que C′D′, de manière à former un cylindre dans lequel les côtés primitifs AG, HD seraient représentés par les hélices que nous avons reconnues sur les échantillons.

La longueur de chaque génératrice sera toujours égale à $AB\,\frac{b}{\sin\alpha}$ et chacun des côtés $HD = a$ aura pour projection $a\cos\alpha$, sans tenir compte de la contraction, ou en définitive $Ra\cos\alpha$, sa longueur réelle étant toujours mesurée par Ra comme pour les copeaux droits.

La longueur axiale du copeau devra être, d'après ces notations $\frac{b}{\sin\alpha} + R'a = \lambda$, et nous pourrions, d'après cette relation, déterminer la valeur de R′ dans tous les cas où le copeau ne saurait être déroulé.

Nous avons représenté sur la figure le copeau en hélice, sans contraction, dans l'hypothèse où l'enroulement serait tel que D′B′ formerait une demi-spire. Lorsque le copeau est continu, cette arête forme en réalité plusieurs spires, et celles du copeau se recouvrent ou ne se recouvrent pas, suivant que la valeur de l'angle α et celle de la hauteur b, sont plus ou moins grandes.

Pour $\alpha = o$, le recouvrement devrait être complet, ce qui se traduit par l'exacte superposition des différentes spires, forcées ainsi à prendre un diamètre qui va progressivement en augmentant; ce même effet est partiellement le résultat de tout recouvrement partiel.

Les tracés 2 et 3 de la fig. D représentent le copeau plus enroulé en tenant, dans le dernier cas, compte d'un coefficient de contraction $R = 0{,}50$. Les sommets G et H de la face primitive se montrent bien sur les échantillons de rabotage sous la même forme que sur le dessin.

Ajoutons, en terminant, que la matière est moins refoulée sur le bord vers lequel le tranchant effectue son mouvement relatif et qui ne permet pas à la matière d'échapper à l'action de l'outil, dès le premier contact; c'est là ce qui explique tout à la fois la concavité du bord intérieur, dans les copeaux plans, et la diminution comparative du rayon du cylindre auquel appartient ce même bord intérieur, dans les copeaux hélicoïdes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rabotage du fer.

Avant d'exprimer une opinion un peu générale sur les déplacements moléculaires déterminées par le rabotage, il était nécessaire de s'assurer si les faits déjà signalés se reproduisaient sur un métal moins mou et moins homogène que le plomb. Au point de vue pratique, le rabotage du fer constituant, d'ailleurs, le cas général, il était naturel de prendre ce métal pour type, et les indications qui suivent prouveront que, dans les points essentiels, les faits sont tout à fait du même ordre que les précédents, comme l'indique, d'ailleurs, la description déjà donnée d'un copeau conique des ateliers du chemin de fer du Midi.

Comme nous l'avons fait pour le plomb, nous nous occuperons d'abord des copeaux enlevés, d'une seule passe, sur toute l'étendue de la surface rabotée.

I. *Tranchant rectiligne.— Face agissante de l'outil cylindrique et perpendiculaire à la direction du mouvement.*

30 *septembre* 1866. — *Rabotage du fer,* $l = 245$; $m = 7$. — Les premières expériences de rabotage sur toute l'épaisseur d'une tôle de 7 millimètres d'épaisseur ont été faites au Conservatoire sur la petite machine à raboter de Whitworth, qui ne permettait d'obtenir avec ce métal que des passes de faible épaisseur.

Chacun des copeaux, dessiné à échelle double, fig. 15 et 16, planche 498, s'est présenté sous la forme d'un rouleau, à plusieurs spires, qu'il était impossible de mesurer directement, et, pour connaître la longueur l' de chacun d'eux, on en a recuit un certain nombre dans un bain de plomb, et l'on a ensuite réussi à les dérouler en bandes qu'il était facile de mesurer directement.

Les copeaux les plus minces ont formé les rouleaux les plus serrés, et composés du plus grand nombre de spires; de $e = 0{,}030$ à $e = 0{,}107$, on a trouvé que R augmentait de $R = 0{,}420$ à $R = 0{,}473$, l'outil étant d'ailleurs très-bien aiguisé.

Le tableau des expériences contient, outre les indications ordinaires, celles qui sont relatives au nombre des spires et au diamètre extérieur du rouleau. Le poids du millimètre cube de fer a été estimé à $0^{g},0078$.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

30 septembre 1866. — *Rabotage du fer.* $l = 245$; $m = 7$.

NUMÉROS des expériences.	POIDS en grammes.	LONGUEUR totale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	ÉPAISSEUR finale e mill.	NOMBRE des spires.	DIAMÈTRE des rouleaux.
4	0,40	103	0,420	0,030	11,6	4,6
8	0,40	104	0,425	0,030	10,8	4,9
13	0,42	106	0,433	0,031	10,5	4,9
18	0,42	108	0,441	0,031	10,3	5,0
23	0,44	112	0,457	0,033	10,5	5,0
28	0,46	111	0,453	0,034	10,0	4,9
33	0,46	111	0,453	0,034	10,2	5,1
38	0,47	113	0,461	0,036	9,0	4,8
43	0,58	117	0,477	0,043	9,4	5,5
48	0,61	111	0,453	0,045	9,2	5,9
53	0,68	113	0,461	0,050	8,0	6,1
58	0,70	114	0,465	0,052	8,0	6,3
63	0,74	115	0,469	0,055	7,3	6,5
68	0,81	115	0,469	0,060	7,3	6,7
73	0,83	111	0,453	0,061	7,8	6,8
78	0,86	114	0,465	0,064	6,4	7,2
83	0,89	115	0,469	0,066	6,6	7,9
88	1,05	115	0,469	0,078	5,6	8,5
92	1,18	116	0,473	0,087	5,0	9,3
93	1,45	116	0,473	0,107	5,0	10,6

3 *octobre* 1866. — *Rabotage du fer,* $l = 245$; $m = 7$. — Afin de reconnaître si la loi se continuait pour des épaisseurs plus grandes, nous avons opéré, sur la même tôle et avec le même outil, sur une machine à raboter de l'usine de M. Pihet.

Les copeaux étant plus épais et les spires plus isolées, fig. 17 et 18, planche 498, on a pu mesurer directement, par l'interposition d'une feuille de papier mince, le développement total de chaque copeau, ce qui a permis de reconnaître que, de $e = 0{,}116$ à $e = 0{,}311$, les valeurs de R ont atteint $R = 0{,}487$ et $R = 0{,}508$.

L'augmentation du coefficient de réduction est beaucoup moins rapide; nous approchons de l'ordonnée maximum de la courbe représentative.

Les copeaux ont, d'ailleurs, conservé toujours la même forme, celle d'un cylindre à base spirale, dont le nombre de spires et le diamètre extérieur sont inscrits dans le tableau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3 octobre 1866. — *Rabotage du fer.* $l = 245$; $m = 7$.

NUMÉROS des expériences.	POIDS en grammes.	LONGUEUR totale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	ÉPAISSEUR finale e mill.	NOMBRE des spires.	DIAMÈTRE des rouleaux.
1	1,10	105	0,428	0,084	8,0	7,8
2	1,65	118	0,487	0,116	5,0	10,5
3	1,80	113	0,467	0,127	6,2	10,4
4	1,96	120	0,496	0,138	4,2	12,5
5	2,05	120	0,496	0,145	4,1	12,5
6	2,21	114	0,465	0,156	6,3	12,5
7	2,39	123,5	0,510	0,169	4,0	13,5
8	2,98	121,7	0,503	0,211	3,2	15,0
9	3,13	117	0,483	0,221	3,1	16,5
10	3,50	124	0,512	0,276	3,3	19,0
11	4,41	123	0,508	0,311	2,2	21,0

Tranchant rectiligne. — Face agissante de l'outil cylindrique et inclinée par rapport à la direction du mouvement.

7 *octobre* 1870. — *Rabotage du fer,* $l = 245$; $m = 7$. — Pour obtenir une légère inclinaison du tranchant de l'outil, on l'a taillé un peu en biseau et dévié, dans le porte-outil, de manière à ramener l'arête à l'horizontalité (fig. III, pl. 497).

Les copeaux ont pris une disposition légèrement conique et le coefficient de réduction s'est élevé de 0,364 à 0,421, alors que l'épaisseur calculée passait de 0,047 à 0,133. Il y a ainsi, pour ces coefficients, une diminution notable par rapport à ceux de la première série, ainsi que déjà nous l'avions reconnu pour le plomb.

Les copeaux sont d'ailleurs moins enroulés, fig. 18 et 19, planche 498, et présentent un moins grand nombre de spires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

7 octobre 1870. — *Rabotage du fer.* $l = 245$; $m = 7$.

NUMÉROS des expériences.	POIDS en grammes.	LONGUEUR totale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	ÉPAISSEUR finale e mill.	NOMBRE de spires.
1	0,88	88,0	0,364	0,047	3,25
2	0,90	89,0	0,368	0,048	3,25
3	1,02	91,5	0,378	0,055	3,25
4	1,10	89,0	0,368	0,059	3,00
5	1,30	94,0	0,388	0,069	3,00
6	1,31	96,0	0,397	0,070	2,75
7	1,36	94,0	0,388	0,072	2,75
8	1,39	98,5	0,406	0,074	3,50
9	1,51	99,0	0,409	0,080	3,00
10	1,58	99,0	0,409	0,084	3,00
11	1,67	94,9	0,392	0,089	2,50
12	1,71	95,8	0,396	0,091	1,75
13	1,77	98,0	0,405	0,094	1,75
14	2,21	102,0	0,421	0,118	2,00
15	2,30	100,1	0,414	0,122	2,00
16	2,50	101,3	0,410	0,133	2,35

3 *octobre* 1866. — *Rabotage du fer,* $l = 242$; $m = 7$. — Influence de l'acuité de l'outil. Pour que la série de ces rabotages fût tout à fait analogue à celle des expériences faites sur le plomb, nous avons aussi, le 3 octobre 1866, employé un outil moins délicatement affûté, dans des conditions d'ailleurs identiques à celles de notre première expérience à la même date.

Le refoulement est devenu beaucoup plus considérable; tous les copeaux se sont présentés sous la forme du chiffre 9, par suite de la réduction du nombre des spires de 1,5 à 1,1. Ce résultat nous paraît d'un grand intérêt.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3 octobre 1866. — *Rabotage du fer.* $l = 242$; $m = 7$.

NUMÉROS des expériences.	POIDS en grammes.	LONGUEUR totale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	ÉPAISSEUR finale e mill.	NOMBRE de spires.
1	1,27	61,0	0,252	0,090	1,5
2	1,53	64,0	0,264	0,107	1,5
3	2,19	69,7	0,288	0,154	1,4
4	2,48	69,8	0,288	0,175	1,4
5	2,69	70,3	0,290	0,190	1,3
6	2,85	70,0	0,289	0,201	1,3
7	2,92	71,3	0,294	0,206	1,3
8	2,99	71,0	0,293	0,210	1,2
9	3,06	72,6	0,306	0,216	1,3
10	3,24	73,7	0,305	0,228	1,3
11	3,42	74,0	0,306	0,241	1,3
12	3,58	74,5	0,308	0,253	1,3
13	3,71	75,0	0,310	0,262	1,2
14	3,76	75,5	0,312	0,265	1,1

Observations communes aux quatre séries d'échantillons.

Les quatre séries d'échantillons qui, considérées individuellement, montrent bien que le refoulement et l'enroulement diminuent, à mesure que l'épaisseur augmente, sont également très-concordantes, au point de vue de leur comparaison entre elles, quant aux valeurs du coefficient de réduction ; sous le rapport de l'aspect général des copeaux, ils présentent certains caractères communs qu'il est nécessaire de décrire.

Tous les copeaux sont lisses sur la surface de séparation, abstraction faite des fissures que nous aurons à signaler bientôt sur les copeaux les plus épais ; mais, au contraire, plus ou moins rugueux sur la face opposée. Ces rugosités sont, en général, disposées transversalement et affectent, pour la plupart, une direction perpendiculaire aux rives ; cette disposition en stries parallèles, séparées par des vagues saillantes, se manifeste davantage sur les échantillons épais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les copeaux très-minces, les bords sont à peu près lisses et aigus; dans les copeaux épais, sur lesquels on remarque une légère augmentation de largeur, par rapport à celle de la pièce rabotée, les bords sont, au contraire, hérissés de pointes saillantes, formées par les prolongements des vagues déjà signalées, et qui sont manifestement le résultat d'une projection de la matière, à intervalles réguliers, tant dans le sens de l'épaisseur du copeau que vers ses bords.

C'est précisément lorsque ces dentelures apparaissent que des fissures plus ou moins longues se produisent; ces fissures ne sont alors autre chose que les lignes de séparation des différentes vagues, et elles ne se prolongent jamais jusqu'au milieu de la largeur, où la face de séparation reste complétement lisse.

Les vagues sont moins proéminentes sur les bords et, si l'on considère seulement la forme générale de la section transversale du copeau, on reconnaît, comme pour le plomb, que le rectangle qui la constituait avant le rabotage se transforme en un rectangle plus épais et un peu plus large, dont les angles extérieurs sont assez effacés pour que les côtés latéraux disparaissent presque entièrement et soient remplacés par des biseaux courbes.

Inutile d'ajouter que l'augmentation de section, ainsi réalisée, est compensée par le refoulement du copeau, dont la nouvelle longueur nous a fourni la valeur du coefficient de réduction dans chaque cas particulier.

Tous ces arrangements, assurément très-remarquables, ne se manifestent pas à première vue, mais ils ne sauraient donner lieu à aucune incertitude, lorsque leur caractère a été signalé et reconnu sur des échantillons de dimensions plus grandes.

A en juger par ces circonstances, la déformation produite par la pression de l'outil, au lieu d'être continue, est certainement intermittente, et l'outil lui-même doit être soumis à une sorte de vibrations correspondantes, très-sensibles, d'ailleurs, à la main de l'observateur, pendant le rabotage, sur toute la longueur de la portion libre de l'outil.

Quand la face agissante de l'outil est exactement perpendiculaire à l'axe de la pièce, le copeau est parfaitement cylindrique; mais il devient conique aussitôt que l'angle varie; on voit alors que la matière est déviée, par le tranchant et par cette face de l'outil, dans une direction à peu près perpendiculaire, l'enroulement conique donnant encore lieu à des observations absolument identiques à celles que nous avons déjà faites sur les copeaux de plomb.

Dans tous les échantillons, pourvu seulement qu'ils aient une épaisseur suffisante, on remarque, sur l'extrémité d'entrée de l'outil, que les premiers éléments sont d'une épaisseur notablement moindre et que l'extrémité de sortie porte les traces d'un écoulement longitudinal, plus marqué, à la surface de séparation, et par suite duquel la face primitive de sortie du solide s'est considérablement inclinée par rapport au plan de séparatio

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rabotage du cuivre.

29 *février* 1867. — *Rabotage du cuivre, l*=270; *m*=19. —Le cuivre se rabote moins facilement que le fer et nous n'avons opéré qu'avec un outil cylindrique dont les génératrices, parallèles à la face rabotée, sont légèrement inclinées par rapport à la ligne d'axe, en telle manière que tous les copeaux sont un peu déviés quoique les spires soient très-sensiblement cylindriques.

Dans un premier essai la barre de cuivre rabotée s'était faussée sous l'action de l'outil, qui y avait pénétré outre mesure, et le copeau s'est trouvé d'épaisseur croissante. Il a fallu assujettir la pièce avec le plus grand soin pour obtenir l'uniformité désirable.

Le 29 février 1867, on a obtenu, dans ces conditions, toute une série de copeaux, fig. 21 et 22, planche 498, pris sur une même barre de 19 millimètres de largeur et de 270 millimètres de longueur.

Ces échantillons ont été classés d'après leurs poids, et l'épaisseur de la passe a été calculée, comme précédemment, en estimant le poids du millimètre cube de cuivre à $0^{g},00878$.

Les rides transversales ne sont pas plus marquées que dans les copeaux les plus minces de plomb et de fer; leur régularité est plus grande, et la surface paraît plus veloutée, par suite de la répartition plus uniforme de toutes les aspérités.

Les coefficients de réduction, indiqués ci-après, sont, d'ailleurs, compris entre des limites plus rapprochées, de R=0,306 à R=0,430; mais il est à remarquer en même temps que les différences d'épaisseur sont beaucoup moins grandes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

29 février 1867. — *Rabotage du cuivre.* $l = 270$; $m = 19$.

NUMÉROS des expériences.	POIDS en grammes.	LONGUEUR en l'.	COEFFICIENT de réduction R.	ÉPAISSEUR finale e mill.
1	6,18	82,5	0,306	0,113
2	6,37	96,0	0,356	0,116
3	7,07	100,0	0,370	0,129
4	7,08	95,0	0,352	0,129
5	7,62	87,0	0,322	0,139
6	7,64	96,0	0,356	0,140
7	8,16	91,0	0,337	0,149
8	8,28	103,0	0,381	0,151
9	8,33	89,5	0,331	0,152
10	8,51	97,0	0,359	0,156
11	8,54	93,5	0,346	0,156
12	8,63	92,5	0,343	0,158
13	8,73	95,0	0,352	0,159
14	8,79	104,0	0,385	0,160
15	9,42	95,0	0,352	0,172
16	9,48	95,5	0,354	0,173
17	9,58	105,0	0,389	0,175
18	9,60	102,5	0,380	0,175
19	9,65	104,0	0,385	0,176
20	9,67	95,0	0,352	0,177
21	9,67	95,0	0,352	0,177
22	9,78	107,0	0,396	0,179
23	10,02	95,0	0,352	0,183
24	10,56	107,5	0,398	0,193
25	10,72	100,0	0,370	0,196
26	10,74	110,0	0,407	0,196
27	11,32	108,0	0,400	0,207
28	11,89	101,5	0,376	0,217
29	12,12	103,5	0,383	0,222
30	12,75	106,0	0,393	0,234
31	12,77	108,0	0,400	0,234
32	13,24	112,0	0,415	0,241
33	13,52	113,0	0,419	0,247
34	15,20	116,0	0,430	0,278

Rabotage du laiton.

29 *février* 1867. — *Rabotage du laiton,* $l = 255$; $m = 12$. — Le laiton, raboté par le même outil et sur la même machine, s'est comporté absolument de la même façon. Les copeaux les plus minces sont toujours les plus contournés; les stries et le velouté sont les mêmes; les bords portent une série de stries inclinées, parfaitement régulières, et nous n'avons plus, pour caractériser ces expériences, qu'à déterminer les épaisseurs et les coefficients de réduction correspondants.

Les dimensions du barreau raboté étaient notablement différentes de celles de la barre de cuivre rouge : $l = 255$, $m = 12$, et nous avons pris $d = 0{,}00885$.

Le défaut de superposition des différentes spires provient, comme pour le cuivre, de la petite inclinaison donnée à l'outil, inclinaison qui n'a pas été changée d'une expérience à l'autre, fig. 23 et 24, planche 498.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les différences entre les valeurs successives de l' sont ici trop faibles pour que les coefficients suivent rigoureusement la loi de décroissance indiquée par l'augmentation de l'épaisseur. Il y a quelques anomalies à cet égard, mais le résultat général est encore bien manifeste. Le coefficient moyen **0,514** est précisément la moyenne des coefficients extrêmes, relatifs à $e = 0{,}111$ et $e = 0{,}296$.

27 février 1867. — *Rabotage du laiton*; $l = 255$; $m = 12$.

NUMÉROS des expériences.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	ÉPAISSEUR finale e mill.
1	3,21	134	0,525	0,111
2	3,44	133	0,521	0,119
3	3,54	127	0,498	0,123
4	4,48	131	0,513	0,155
5	4,68	136	0,533	»
6	4,76	126	0,494	0,165
7	5,04	127,5	0,500	0,175
8	5,23	136	0,533	0,181
9	5,30	130,5	0,510	0,184
10	5,54	126	0,494	0,192
11	5,85	129	0,506	0,203
12	5,91	131	0,515	0,205
13	6,33	134	0,525	0,219
14	6,47	131	0,515	0,224
15	7,90	136,5	0,535	0,274
16	8,23	132	0,517	0,285
17	8,55	129,5	0,508	0,296
			0,514	

(*La suite prochainement.*)

CHIMIE AGRICOLE.

SUR LA RÉPARTITION DE LA POTASSE ET DE LA SOUDE DANS LES VÉGÉTAUX, PAR M. EUG. PELIGOT.

« Je me propose de soumettre à l'Académie la suite de mes études sur le rôle des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

alcalis, la potasse et la soude, dans la production des végétaux. J'ai montré, dans des communications antérieures (1), dont la première remonte à l'année 1867, que, contrairement aux déductions qu'on peut tirer de l'analyse des cendres fournies par un grand nombre de plantes cultivées, ces cendres, riches en potasse, sont exemptes de soude. L'absence de cet alcali ne peut être attribuée à l'absence des sels de soude, notamment du sel marin, dans le sol et dans les engrais; car, à côté de ces plantes, il s'en développe d'autres qui renferment de la soude en notable quantité.

« Ces faits, à la vérité, ont été d'abord contestés. On a objecté que, si certaines plantes cultivées ne contiennent pas de soude, il en est autrement pour ces mêmes plantes lorsqu'elles végètent dans les terrains salés, situés à proximité de la mer. Je crois avoir établi que le sel qu'on a trouvé dans les cendres de ces plantes vient, non du terrain, mais de l'air qui les environne; il se fixe à la surface de la plante, par suite d'un transport purement mécanique. Les terrains conquis sur la mer, comme les polders de la baie de Bourgneuf, ne deviennent eux-mêmes propres à la culture qu'autant qu'ils ont été préalablement dessalés par l'eau pluviale; de sorte que, à partir du moment où la récolte devient productive, ils ne contiennent pas plus de sels de soude que les terres arables situées à une grande distance de la mer.

« Une autre objection m'a été faite : quelques chimistes ont pensé que, si la soude fait défaut dans les produits que j'ai étudiés, ce résultat doit être attribué à la volatilisation du sel marin pendant l'incinération des plantes.

« Je croyais avoir répondu à cette critique, lorsque j'ai insisté maintes fois sur la nécessité de pratiquer cette incinération à une température aussi basse que possible, sauf à obtenir des cendres noires ou grises, contenant, par conséquent, une certaine quantité de charbon non brûlé; néanmoins, comme c'est là une question de mesure et comme il est parfaitement exact qu'en chauffant fortement les cendres on peut en chasser complétement les chlorures qu'elles renferment, je demande la permission d'indiquer ici le résultat d'une expérience synthétique ayant pour objet de fixer la part d'erreur qu'on peut attribuer à cette disparition des chlorures alcalins.

« On a mouillé, avec de l'eau contenant $0^{g},1$ de sel marin, 10 grammes de feuilles de mûrier séchées à l'air et on les a incinérées après une nouvelle dessiccation; leur cendre, lessivée, traitée par l'acide azotique et l'azotate d'argent, a fourni $0^{g},260$ de chlorure d'argent.

« D'autre part, on a déterminé le chlore préexistant sous forme de chlorure de potassium dans 10 grammes des mêmes feuilles; on a obtenu $0^{g},013$ de chlorure d'argent, qu'on a soustraits du poids indiqué ci-dessus. Or, $0^{g},247$ de chlorure d'argent équivalent à $0^{g},100$ de sel marin; ils représentent, par conséquent, exactement le poids du sel marin que j'avais ajouté aux feuilles.

« D'autres expériences, instituées dans le même but, ont donné les mêmes résultats.

« Les expériences que j'ai maintenant à faire connaître à l'Académie ont pour objet de résoudre cette question : une plante arrosée périodiquement pendant tout le temps

(1) Voy. *Bulletin* de 1871, 2e série, t. XVIII, p. 500.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nécessaire à son développement avec de l'eau tenant en dissolution du sel marin ou de l'azotate de soude absorbe-t-elle une certaine quantité de soude et emprunte-t-elle au sol d'autres éléments que des plantes de la même espèce, cultivées dans des conditions identiques, arrosées les unes avec de l'eau ordinaire, les autres avec des solutions renfermant des sels de potasse ou de magnésie?

« Pour résoudre cette question, on a semé, au mois de juillet dernier, un nombre égal de haricots dans douze pots à fleurs en terre poreuse, d'assez grande dimension; la capacité de ces vases était de 13 à 15 litres; ils contenaient 20 à 23 kilogrammes de terre. Celle-ci avait été rendue homogène autant que possible par le pelletage : une analyse sommaire faite sur cette terre préalablement desséchée lui assigne la composition suivante :

Matières organiques.	8,2
Carbonate de chaux et de magnésie.	11,6
Argile.	20,0
Sable.	60,2
	100,0

« La terre contenait, en outre, en quantités convenables les éléments fertilisants, la potasse, l'acide phosphorique, l'oxyde de fer, etc., qu'on rencontre dans une terre de jardin de qualité ordinaire.

« Chaque expérience a été faite en double; les pots numérotés 1 et 2 ont reçu chacun 10 litres d'eau de Seine; nos 3 et 4, 5 litres de la même eau contenant 1 gramme de sel marin par litre, et plus tard 5 autres litres contenant 2 grammes; nos 5 et 6, 15 grammes de chlorure de potassium; nos 7 et 8, 15 grammes d'azotate de soude; nos 9 et 10, 15 grammes d'azotate de potasse; nos 11 et 12, 15 grammes de sulfate de magnésie et d'ammoniaque, ces divers sels étant dissous dans les quantités d'eau indiquées ci-dessus.

« Dès le début, il a été facile de constater l'effet pernicieux du sel marin sur la végétation, alors même qu'on l'emploie à si faible dose : les plants soumis à son action étaient beaucoup plus chétifs que les autres; les feuilles étaient jaunes et contrastaient avec la coloration vert foncé des autres lots : la floraison s'est accomplie tardivement et une des tiges a péri. Après la récolte, chaque lot (tiges, feuilles et graines) pesait 75 à 100 grammes après dessiccation; le poids de celui qui avait reçu le chlorure de sodium n'était que de 55 grammes (1).

« Après la levée des graines, on a conservé dans chaque pot quatre tiges. Les pots étaient placés les uns à la suite des autres, en plein air, sans abri, reposant sur une longue planche en bois. A partir du 28 juillet jusqu'au 14 septembre, ils ont été arrosés simultanément avec la même quantité d'eau soit pure, soit tenant en dissolution les diverses substances salines à des doses déterminées; les arrosages étaient plus ou moins rapprochés selon les besoins de la plante en raison de la sécheresse ou de la pluie; du 28 juillet au 23 août, chaque lot a reçu cinq fois 1 litre d'eau contenant 1 gramme du sel employé; puis, à partir de cette époque, les plantes étant assez vigoureuses pour supporter sans inconvénient des doses plus fortes, on a employé 2 grammes du même

(1) Dans une autre série d'expériences, des haricots arrosés avec de l'eau contenant 1 millième de sel marin n'ont pas germé, même après le déplacement de l'eau salée par de l'eau ordinaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sel pour la même quantité d'eau (soit de l'eau contenant deux millièmes) pour les cinq derniers arrosages. Le 14 septembre, les graines étant mûres, on a mis fin à l'expérience.

« Après la dessiccation de chacun des lots à l'air et à l'étuve, l'incinération en a été faite à une température très-ménagée. Le poids des cendres a varié entre 10 et 14 pour 100 de matière sèche.

« En les lessivant, on en a séparé les produits solubles d'avec les produits insolubles, qui sont, comme on sait, la silice, les carbonates et les phosphates de chaux et de magnésie, les oxydes de fer et de manganèse et le charbon non brûlé. La lessive étant évaporée, on obtient le *salin* qui contient les sels de potasse, quelquefois aussi les sels de soude, sous forme de carbonates, de sulfates et de chlorures.

« Le tableau qui suit donne la composition de ces cendres :

Composition des cendres des haricots arrosés avec diverses dissolutions salines.

	N°s 1 et 2. Eau (de Seine) sans addition.	N°s 3 et 4. Chlorure de sodium.	N°s 5 et 6. Chlorure de potassium.	N°s 7 et 8. Azotate de soude.	N°s 9 et 10. Azotate de potasse.	N°s 11 et 12. Sulfate de magnésie et d'ammoniaque.
Silice.	7,2	15,2	13,6	10,4	12,1	13,0
Chaux.	29,6	26,5	22,7	21,8	18,5	24,9
Phosphate de magnésie.	11,2	9,5	8,5	9,2	8,2	11,2
Magnésie.	2,0	2,4	1,6	1,5	0,9	2,0
Acide carbonique. . . .	9,0	6,1	11,8	17,1	17,8	6,9
Matières insolubles. . .	59,0	59,7	58,2	60,0	57,5	58,0
Carbonate de potasse. .	33,0	6,6	4,5	28,3	28,2	23,8
Chlorure de potassium.	0,6	26,5	27,2	3,4	4,7	4,7
Sulfate de potasse. . . .	7,4	7,2	10,1	8,3	9,6	13,5
Matières solubles. . . .	41,0	40,3	41,8	40,0	42,5	42,0

« En comparant les nombres fournis par ces analyses, on voit que le rapport qui existe entre les produits solubles et le résidu non soluble a peu varié; il est compris entre 40 et 42,5 de salin contenus dans 100 de cendres.

« La même remarque peut être faite à l'égard des diverses substances qui composent le produit que l'eau ne dissout pas; les différences ne sont pas assez marquées pour qu'il soit permis d'en tirer quelque déduction sur l'influence que les divers sels employés ont exercée sur la nature et sur la quantité des produits conservés par la plante. Pour faire utilement cette comparaison, il eût fallu incinérer séparément chacune des parties du végétal, les cendres des graines comparées aux cendres des tiges ou des feuilles présentant des différences bien autrement considérables que celles qui sont indiquées dans ce tableau. Ce n'était pas le but que je me proposais d'atteindre dans cette recherche.

« Il convient, néanmoins, de constater que l'emploi du sulfate de magnésie ammoniacal n'a pas déterminé l'absorption d'une proportion de magnésie plus considérable

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que celle qui se rencontre dans les autres lots : celui qui n'a reçu que de l'eau pure en renferme exactement la même proportion (1).

« L'étude des produits solubles présente, au contraire, un grand intérêt. J'avais à y rechercher la soude introduite dans le sol sous forme de chlorure ou d'azotate, en quantité relativement considérable, à peu près égale au poids total des matières minérales que les plantes avaient absorbées; en raison de la surface des pots, la dose de ces sels ajoutée à la terre représente environ 3000 kilogrammes à l'hectare. A aucun moment, les radicelles de la plante n'ont pu être soustraites, par la pluie ou par l'arrosage, au contact de ces dissolutions qui s'accumulaient dans le sol au fur et à mesure des progrès de la végétation. Cependant on voit, en jetant les yeux sur ce tableau, que le sel marin, l'azotate de soude ont été absolument délaissés par la plante; *aucune des cendres ne renferme de la soude.*

« Ce résultat m'a tellement surpris que j'ai d'abord hésité à le publier, bien que les conditions dans lesquelles il a été obtenu fussent de nature à m'inspirer quelque confiance : toutes les opérations, le dosage des dissolutions, leur emploi, la récolte, l'incinération, l'analyse des cendres, sont le produit d'un travail exclusivement personnel. En supposant que je me sois trompé en étiquetant les plantes ou leurs cendres, les conclusions resteraient les mêmes; dans ces expériences, qui ont été faites en double, toutes les cendres ont été analysées et la soude ne s'est rencontrée dans aucune d'elles.

« Ainsi, une plante qu'on arrose pendant quarante-cinq jours avec des dissolutions de sel marin ou d'azotate de soude emprunte au terrain dans lequel elle se développe les sels de potasse qu'elle y rencontre; elle y laisse les sels de soude qu'on a mis à sa discrétion. En comparant l'analyse des salins fournis par les différents lots, on serait porté à admettre, en ce qui concerne les cendres des plantes soumises au régime de l'azotate de soude, que ce sel est resté intact et sans emploi dans le sol, puisque ces cendres ont la même composition que celles qui ont été fournies par les autres plants; mais cette supposition ne saurait être admise : on ne peut contester les propriétés fertilisantes de

---

(1) Le phosphate de magnésie ($2\,Mg\,O, Ph\,O^5$) provient de la calcination du phosphate ammoniaco-magnésien qu'on sépare au moyen de l'ammoniaque, après que la silice et la chaux ont été dosées par les méthodes ordinaires; la magnésie qui reste dans la liqueur ammoniacale, à la suite de la séparation par le filtre du sel magnésien, est obtenue par l'addition du phosphate de soude. Il est digne de remarque que, dans ces plantes, l'acide phosphorique et la magnésie se trouvent à très-peu près dans les mêmes rapports que dans le phosphate ammoniaco-magnésien; ce résultat vient à l'appui de l'opinion de M. Boussingault sur le rôle que ce dernier sel exerce sur le développement des végétaux. Les oxydes de fer et de manganèse, que ces cendres ne renferment qu'en très-petite quantité, n'ont pas été dosés séparément; ils sont précipités avec le phosphate de magnésie ammoniacal, ce qui explique peut-être l'excès de magnésie par rapport à l'acide phosphorique que ces analyses ont fourni.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce sel, qui n'agit, par conséquent, que par l'acide qu'il renferme, et qui, probablement, se combine, par double décomposition, avec une autre base, la potasse ou la chaux.

« Cette double décomposition est rendue évidente par la nature du salin fourni par les plantes arrosées avec le chlorure de sodium ; car, si ce métal ne s'y trouve pas, le chlore s'y rencontre en très-grande proportion ; en effet, ce salin ne renferme pas moins de 65,7 pour 100 de chlorure de potassium. Cette quantité est sensiblement la même pour les plantes arrosées avec ce dernier sel ; les autres n'en contiennent que des quantités beaucoup plus faibles : 1,4 pour 100 pour celles qui n'ont reçu que de l'eau et 11 pour 100 environ pour les autres.

« Il convient, en outre, de faire remarquer que l'addition de sels de potasse pour les lots 5-6 et 9-10 n'a pas augmenté sensiblement la proportion de cet alcali dans les cendres : pour les plantes, comme pour les animaux, la faculté d'assimilation se trouve probablement resserrée dans des limites très-étroites ; aux unes comme aux autres, on ne fait pas absorber au delà de ce qui est nécessaire à leur existence et à leur développement. Ainsi, dans ces expériences, le terrain étant suffisamment pourvu de la potasse, de la chaux, de la magnésie, des acides phosphorique et sulfurique, du fer, etc., nécessaires à la végétation, les plantes n'ont rien emprunté aux dissolutions. Si le chlore, qui se trouve en quantité si considérable dans les plantes arrosées avec les chlorures alcalins, semble faire exception, ce résultat peut provenir de ce que ce terrain n'en contenait pas au début de l'expérience une quantité qui fût en rapport avec le pouvoir absorbant de la plante. Aussi, contrairement aux conséqnences qu'on peut tirer d'analyses de cendres plus ou moins bien exécutées, je suis disposé à admettre que, si les engrais ont la faculté d'accroître, au point de vue du poids de la récolte, la production agricole, ils modifient bien peu la nature et la quantité des produits minéraux qui s'accumulent dans la plante considérée comme individu. Les opinions de M. Chevreul sur les engrais complémentaires sont conformes à cette manière de voir, avec réserve toutefois que, pour la plupart des plantes cultivées, la soude doit être retranchée désormais de la liste de ces engrais.

« Pour compléter l'exposé des résultats que je viens de faire connaître à l'Académie, je dois indiquer les méthodes que j'ai suivies pour les obtenir, afin que chacun puisse apprécier les garanties d'exactitude qu'elles peuvent offrir. On sait qu'il n'y a aucune relation à chercher entre la nature d'une cendre et l'état dans lequel les éléments minéraux qui la constituent se trouvaient dans la plante vivante. Il en est de même, une fois l'incinération de la plante effectuée, des différents produits qu'on en retire ; ainsi le traitement par l'eau donne lieu à des doubles décompositions desquelles il résulte que les corps qu'on sépare successivement sont, même dans la cendre, engagés dans des combinaisons fort différentes de celles dont on sépare les élements.

« Pour rechercher la soude, la partie soluble des cendres a été traitée par l'eau de baryte en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

excès et soumise à un traitement que j'ai décrit précédemment avec détail; ou bien le salin est transformé en sulfate; on ajoute à la dissolution de l'acétate de baryte; la liqueur, après séparation par le filtre du sulfate de baryte, est évaporée à siccité et le résidu est chauffé au rouge naissant; on le reprend par l'eau qui ne dissout que les carbonates alcalins : ceux-ci sont transformés en chlorures.

« Le produit qui provient du traitement, par l'un ou l'autre de ces procédés, du salin des haricots soumis à l'action du sel marin ou de l'azotate de soude, a été analysé de la manière suivante : on ajoute à la dissolution d'un poids connu du chlorure ou des chlorures à analyser un léger excès de chlorure de platine; le mélange, contenu dans une petite capsule de porcelaine, est évaporé au bain-marie. On le délaye dans de l'alcool absolu, contenant le cinquième de son volume d'éther; après un repos de douze heures, on décante la liqueur qui surnage et qui est absolument limpide; on lave à plusieurs reprises, *par décantation*, avec le même liquide alcoolique, le chlorure double de platine et de potassium; après dessiccation, on pèse ce sel dans la capsule; comme il est très-dense, il se prête très-bien à ces lavages (1).

« En traitant ainsi le salin des plantes arrosées avec le sel marin, j'ai obtenu les résultats suivants :

« 0^{g},235 de chlorure ont donné 0^{g},765 de sel de platine contenant 0^{g},2336 de chlorure de potassium. C'est, à moins de 2 milligrammes près, la quantité de matière employée : cette matière est donc du chlorure de potassium pur.

« Pour le salin des plantes soumises à l'action de l'azotate de soude, on a pris 0^{g},350 de chlorure et l'on a obtenu 1^{g},138 de sel de platine qui représentent 0^{g},3475 de chlorure de potassium. La conclusion à tirer de cette analyse est la même que pour celle qui précède : c'est du chlorure de potassium pur.

« Mais comment ces résultats doivent-ils être interprétés? Quels sont les phénomènes qui se produisent quand une plante, arrosée avec le sel, retient le chlore, tandis que la soude n'est pas absorbée? La question est complexe et les éléments pour la résoudre sont bien insuffisants. Ce n'est donc qu'avec beaucoup de réserve qu'on peut hasarder quelques hypothèses.

« Au point de vue purement chimique, il faudrait d'abord savoir dans quel état se trouvent les différents éléments solubles qu'on met en contact avec un liquide qui les dissout : ainsi, de l'eau salée rencontre dans la terre des sels solubles de potasse, de chaux, de magnésie, avec lesquels elle se trouve mélangée, et qui donnent lieu à des décompositions dont la constatation par des procédés directs nous échappe absolument; néanmoins, dans l'expérience faite avec le chlorure de sodium, il est permis de supposer qu'en présence du sulfate de chaux il se fait du sulfate de soude que la plante délaisse et du chlorure de calcium qu'elle absorbe. Rien ne prouve, jusqu'à

---

(1) Les liqueurs décantées contiennent le chlorure de sodium mélangé avec le chlorure de platine employé en excès; le résidu qu'elles fournissent par l'évaporation, étant légèrement calciné, permet d'obtenir le chlorure de sodium.

Voici une expérience synthétique qui montre le degré d'approximation que donne ce procédé : on a pris 0^{g},300 de chlorure de potassium et 0^{g},062 de sel marin; on a obtenu 0^{g},967 de chloroplatinate de potasse qui contiennent 0^{g},295 de chlorure de potassium.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

présent, que le chlorure de calcium ne joue pas un rôle utile dans la production végétale, au moins dans les conditions un peu exceptionnelles que présente un terrain riche en sel marin et néanmoins propre à fournir des récoltes. Je dois rappeler, d'ailleurs, que l'existence du chlorure de calcium dans les sols salés et calcaires a été démontrée récemment, d'une manière très-nette, par M. Schlœsing, dans des expériences instituées dans une direction toute différente (1).

« Cette manière d'expliquer les faits observés ne repose que sur des faits purement chimiques : peut être conviendrait-il de faire intervenir d'autres éléments, tels que la décomposition possible du calcaire sous l'influence simultanée du sel marin et des radicelles de la plante, la formation lente et incessante des azotates dans une terre calcaire et peu salée, etc.; mais, pour aborder utilement la solution expérimentale de ces questions complexes et difficiles, il faudrait suivre et étudier la production des végétaux dans des terrains artificiels, parfaitement connus et titrés : ces recherches seraient longues et dispendieuses, et je ne suis pas en mesure de les entreprendre.

« En dehors des expériences qui font l'objet de ce travail, j'en ai fait d'autres en même temps, dans les mêmes conditions, sur la betterave, plante qui possède la faculté d'emprunter le sel marin au sol ou aux engrais. Je demanderai à l'Académie la permission de les lui soumettre dans une prochaine séance (2). »

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

ALLOCUTION

FAITE DANS LA SÉANCE DU 29 MAI 1873 DE LA SOCIÉTÉ DE SECOURS DES AMIS DES SCIENCES, PAR M. DUMAS,

Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences.

Messieurs, la Société des Amis des sciences, qui tient aujourd'hui sa quatorzième

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 1326.

(2) Au sujet du mémoire de M. Peligot, M. Thénard rend compte du fait suivant qui s'est produit dans ses cultures.

Ayant, dit-il, substitué à l'acide sulfurique, dans la défécation des betteraves pour distillerie, une part importante de sel marin, les fumiers qui dérivèrent des pulpes ainsi traitées furent portés sur un champ argileux de bonne qualité. La récolte qui suivit (année 1865) fut de 74 tonnes de betteraves à l'hectare, chiffre anormal et très-forcé, eu égard au climat et à la nature du sol. Depuis, ce champ n'a plus donné de bonnes récoltes.

D'après les expériences de M. Peligot, ne faut-il pas croire que le sel marin a pressé l'assimilation de la majeure partie de la potasse assimilable à bref délai, en sorte que, cette potasse ayant passé dans la première récolte et fait, par suite, défaut dans les suivantes, celles-ci, de ce fait, ont manqué? Cette explication paraît d'autant plus probable que des apports de cendres, opérés en divers points du champ, y ont produit un effet favorable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

séance générale, a été fondée en 1857 par le baron Thénard, qui a consacré les derniers mois de sa vie avec une ardente activité à cette noble création.

Placé par sa grande renommée et par la confiance universelle à la tête du corps enseignant de la France, l'illustre chimiste avait constaté dans le cours de sa longue carrière, et souvent avec douleur, combien étaient insuffisants les procédés mis à la disposition de l'État pour récompenser les services rendus au pays par les savants et pour reconnaître les bienfaits produits par leurs découvertes.

Obligés d'emprunter leurs moyens d'existence au professorat, et n'y trouvant pendant leur vie qu'une rémunération étroite, ceux que la fatigue épuise et qui sont enlevés à leurs travaux avant l'heure n'ont pu réaliser encore aucune épargne et laissent, sans droits à la retraite, leurs familles dans une situation précaire, ou même dans une pénurie cruelle. M. le baron Thénard a voulu que les dernières heures de ces hommes utiles fussent adoucies, et qu'au moment de quitter ce monde, si peu reconnaissant, votre association, du moins, leur apparût, dans une vision suprême, comme prête à recueillir tout ce qu'ils avaient aimé, à venir en aide à leurs veuves, à prendre la tutelle de leurs enfants, et à étendre au besoin ses bienfaits sur leurs vieux parents.

La Société Thénard, accueillie comme une heureuse fortune par les hommes voués aux travaux de la science, a été soutenue jusqu'ici par les dons pieux des âmes les plus nobles et par la propagande active des esprits les plus prévoyants. Les détails que notre digne secrétaire fera passer sous vos yeux montreront qu'il n'est pas permis à leur zèle de se refroidir encore.

Sans doute, c'est un admirable spectacle que celui que nous offre le mouvement scientifique du temps présent. Lorsqu'on s'est élevé par l'étude au niveau des conquêtes de notre époque féconde, on trouve une source infinie de jouissances dans les aspects inattendus sous lesquels la nature se révèle à la science pure, et une satisfaction nouvelle dans chacune des conséquences pratiques que la science appliquée en déduit. Jamais il n'a été donné à l'homme de saisir, par une conception plus nette, les lois auxquelles obéissent les forces et les conditions auxquelles la matière est soumise. Le géomètre, le physicien, le chimiste, d'accord pour caractériser l'éther qui remplit l'espace infini et les atomes insaisissables dont les corps sont formés, ne le sont pas moins pour analyser avec certitude les forces qui guident et les matières qui constituent tous ces astres lointains dont l'univers visible est peuplé.

Naguère la lumière du soleil engendrait la photographie ; l'électricité donnait la galvanoplastie et la télégraphie électrique ; la chaleur fournissait la vapeur et les chemins de fer, elle imprimait même le mouvement à ces navires rapides qui désormais se passent du vent et de la voile. Mais n'en était-il pas de ces conquêtes pacifiques de la théorie ou de la pratique exercées sur la nature par l'intelligence, comme de celles que l'homme fait sur l'homme par la voie brutale des armes ? Ces combats de la science ne s'effectuent ni sans souffrances ni sans victimes. Hélas ! tandis que le monde applaudit aux vainqueurs ; qu'il couronne Niepce et Daguerre ; Ampère, Faraday,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Wheatstone et Jacobi; Papin, Watt, Fulton, Stephenson et Seguin, vous qui vous êtes constitués les infirmiers de la science, vous savez qu'il vous reste une autre mission à remplir.

Sur ce chemin du succès et de la gloire n'y a-t-il pas, en effet, à panser des blessés, à relever des morts? Après avoir fermé les yeux de ceux qui tombent les mains tendues vers les couronnes qui leur échappent, ne faut-il pas qu'un ami vienne accepter l'héritage de leur misère et la charge de leurs affections? C'est là votre rôle.

Le champ de la science s'étend, le nombre des hommes voués à sa culture s'accroît, ses récoltes s'enrichissent, mais vos devoirs se multiplient aussi, car le nombre des victimes augmente également.

Répandre l'enseignement scientifique, créer des chaires et des centres universitaires, instituer des laboratoires de recherches, susciter des travaux et des découvertes qui sont l'honneur de notre temps et la consolation de notre pays, c'est bien! mais n'est-ce pas aussi vous obliger à réclamer plus vivement encore le concours des amis de la science? Parmi ces jeunes hommes qu'on attire plus nombreux dans la carrière, combien tomberont en route vaincus par la fatigue ou même épuisés par la privation!

Car, dans tout savant, il y a quelque germe de cet esprit de sacrifice qui poussait Bernard Palissy à livrer au feu de ses fours jusqu'aux meubles de son ménage pour achever la cuisson de ses premières faïences. Pénétrez dans la demeure modeste où se cache quelqu'un de ces jeunes hommes dont le nom retentira peut-être un jour avec éclat, et vous verrez à quelles privations on se condamne pour acquérir l'instrument, le matériel, le livre même dont on a besoin.

Puisse une meilleure organisation de l'Enseignement supérieur en France assurer désormais aux savants des débuts moins pénibles! Puisse leur rang dans le monde, s'élevant au niveau de leurs services, leur garantir, avec la juste considération due au mérite, la sécurité matérielle nécessaire à la poursuite des idées neuves et à l'accomplissement des grandes œuvres!

Dans notre ancien état social, la science avait sa place marquée parmi les heureux du monde: Descartes, Réaumur, Buffon, Lavoisier n'auraient pas donné la mesure de leur génie, s'ils avaient été privés des ressources qu'exigeait le repos de leurs méditations ou la mise en œuvre matérielle de leurs pensées. L'aristocratie fournissait alors son contingent à l'armée de la science et n'entendait pas déroger pour cela. Il est encore des pays où les familles riches croient s'ennoblir en s'alliant à un professeur et ne pensent pas s'appauvrir en ne lui demandant pour dot que son savoir et son titre; elles font un sage calcul, croyez-le bien. L'étude de la nature a tant d'attraits, la recherche de la vérité élève si haut les âmes, et la coupe de l'invention recèle tant de poésie, que rien n'est plus sage pour la mère de famille que de tourner vers la science la passion de ceux qu'elle veut préserver des dangers de l'oisiveté ou des tentations des plaisirs faciles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais il n'appartient qu'aux mœurs d'un pays et aux habitudes de son état social de maintenir le prestige de la science et de créer en sa faveur ce budget volontaire ; en attendant, il faut suppléer à son absence. Pour réclamer votre concours énergique, je ne dirai pas qu'il s'agit de relever la science française de sa déchéance, et qu'il est nécessaire de ranimer dans notre pays l'esprit d'invention épuisé. Laissons à la haine ou à l'intérêt qui proclament de telles erreurs la responsabilité de ces étranges affirmations. Jamais la France n'a été plus féconde en travaux scientifiques, et nous pouvons, nous dont le temps est passé, saluer avec joie les glorieux représentants du temps présent et enregistrer avec fierté leurs découvertes.

Non ! la science française n'est pas en décadence ; elle n'a pas subi d'éclipse. Seulement depuis cinquante ans, ses méthodes ayant été importées dans les autres pays, elles y ont produit leurs fruits. Aujourd'hui, ces pays marchent de pair avec nous ; mais ce n'est pas la France qui s'est abaissée, ce sont les nations rivales qui ont rehaussé leur ancien niveau. Ce n'est pas notre flambeau qui a pâli, ce sont ceux de nos voisins qui, rallumés à sa flamme, en partagent aujourd'hui l'éclat.

Ne nous amoindrissons donc pas et n'exaltons pas tant les autres. Mais, avertis par l'importance qu'on semble attacher ailleurs à prouver que nous sommes déchus, apprenons à honorer davantage la science, à encourager plus efficacement l'esprit scientifique, à soutenir, à protéger hautement les savants. La science n'est-elle pas, d'ailleurs, la vie et la force des sociétés modernes? L'armée, la marine, l'agriculture, l'industrie, le commerce, tout ce qui se meut, n'est-ce pas la science même en action ? L'homme est partout son esclave ; il est sans cesse son obligé : le vêtement qui le couvre, la maison qui l'abrite, le pain qui le nourrit, le foyer qui l'échauffe, la flamme qui l'éclaire, le véhicule qui le transporte, l'arme qui le défend, il doit tout à la science.

Mais la science envisagée au point de vue économique offre deux aspects : dans le laboratoire de l'inventeur elle coûte ; dans l'atelier de l'industriel elle rapporte. Pourquoi ne demanderions-nous pas à celui que la science enrichit de se souvenir que c'est à son profit qu'un autre s'est appauvri ? Pourquoi les chefs et les administrateurs des grandes compagnies et des établissements industriels n'imiteraient-ils pas, tous, l'exemple que beaucoup d'entre eux qui figurent sur nos listes de souscription leur ont depuis longtemps donné ? O vous qui vivez de la science, n'oubliez pas qu'il en est qui en meurent !

L'un des membres de votre Conseil, dont nous déplorons la perte, M. Guimet, inventeur de l'outremer artificiel, dont la découverte avait été pour lui la source d'une fortune considérable, en avait jugé ainsi dans la droiture de son cœur. Il avait toujours en réserve une bonne partie de ses gains annuels, pour aider les entreprises généreuses, les savants laborieux, les industriels hardis. Aux dons du génie qui sait discerner les rapports nouveaux des choses, il joignait les rares qualités de l'administrateur qui font le grand industriel, et la noblesse de l'âme qui produit l'homme de bien.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Guimet, sorti de l'École polytechnique, appartenait à ces promotions qui, avec le courage du désespoir, tiraient en 1814 les derniers coups de canon pour la défense de Paris, en avant de la barrière du Trône. Parmi d'autres personnages devenus célèbres, on trouve inscrits dans ces promotions, qui apparemment n'étaient pas encore en décadence, les généraux Marey-Monge et Mengin-Lecreulx, dont l'armée honore les longs services ; l'illustre ingénieur Talabot; sept membres de l'Académie des sciences : Duhamel, Babinet, le général Piobert, le général Morin, à qui le Conservatoire des arts et métiers doit une vie nouvelle, M. Bussy, qui rend le même service à l'École de pharmacie, l'illustre géomètre assis près de moi, M. Chasles, que nos vœux appelaient à la présidence de cette assemblée, et qui n'a pas permis au Conseil de le désigner à vos suffrages, M. Barré de Saint-Venant enfin, en qui survit l'ardeur de Cauchy. Ajoutez à ces noms ceux de Boisgiraud, de Montferrand, d'Avogadro, et celui d'un vrai génie, Sadi Carnot, dont la gloire posthume grandit chaque jour, et vous comprendrez dans quel milieu de science élevée et de patriotisme ardent M. Guimet avait puisé ses généreux sentiments.

La même libéralité de vues animait M. Schattenmann, directeur des mines de Bouxwiller, que le Conseil a perdu depuis votre dernière assemblée générale, et à qui il prêtait le plus solide appui en toute occasion. Son esprit flexible traitait avec supériorité toutes les questions. Le rouleau-compresseur employé pour écraser les chaussées empierrées lui doit ses principaux perfectionnements et, pour ainsi dire, sa dernière forme. Il a éclairé la culture de la vigne, amélioré celle du tabac, et mis en évidence le rôle utile de l'ammoniaque dans les phénomènes de la végétation. Aux regrets que fait éprouver à tous ceux qui l'ont connu la perte de cet admirable vieillard, d'un cœur si droit, d'une raison si ferme, d'une âme si généreuse, pourquoi n'ajouterions-nous pas que nous ne visiterions plus, sans avoir le cœur doublement serré, ces belles usines qu'il dirigeait, qui étaient sa création, et qui, ayant suivi les destinées de l'Alsace, ont, en ce moment, cessé d'appartenir à la France ?

Nous trouvions le même dévouement à l'œuvre de Thénard dans un autre membre du Conseil, l'un des plus brillants élèves de l'École polytechnique, dont la mort prématurée a été un deuil public, M. Sauvage, directeur du chemin de fer de l'Est et député de Paris. Dès son passage à l'École polytechnique, ses merveilleuses facultés et sa rare puissance de travail lui avaient acquis les sympathies de ses maîtres. Chacun aurait voulu se l'attacher, et personne ne fut surpris, lorsqu'on le vit plus tard, dans le laboratoire, témoigner des plus délicats instincts du chimiste, se montrer sur le terrain géologue consommé, guider avec sûreté la métallurgie dans des voies nouvelles et déployer enfin dans la construction ou la direction d'un vaste réseau de chemins de fer les qualités de l'administrateur accompli.

C'est qu'il y avait dans M. Sauvage l'union très rare de la science acquise, de l'intelligence pénétrante et du caractère. Il voyait vite et bien. Il se décidait pour le vrai

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans hésiter. C'est ainsi qu'en 1848 il calmait en deux journées la grève menaçante des mineurs du Creusot, qu'à la même époque il sauvait le chemin de fer d'Orléans placé sous son séquestre; c'est ainsi, enfin, qu'en 1870, pendant la lutte suprême où il usa sa vie, ses patriotiques efforts pour le salut de nos soldats lui ont mérité la reconnaissance de l'armée et assignent une place d'honneur à son nom parmi ceux des défenseurs de la patrie.

Il y a quelques jours à peine, votre Conseil était frappé douloureusement par une perte imprévue et nouvelle. M. Lavallée, l'un des fondateurs de l'École centrale et son directeur pendant les trente-quatre premières années de son existence, succombait après de vives souffrances et laissait après lui les souvenirs les plus profonds. Sa libéralité avait assuré l'existence indépendante de l'École centrale. Ses longs rapports avec les principales familles industrielles de la France, l'influence paternelle qu'il avait exercée sur les élèves nombreux qu'elle a formés et qui dirigent aujourd'hui presque toutes les usines du pays, lui avaient conquis l'estime universelle, gagné de sincères affections, et ont fait éclater de toutes parts l'expression des regrets unanimes de l'industrie française.

Votre Conseil, où ses grandes qualités lui avaient acquis de vives sympathies, s'est uni de cœur à la pensée des professeurs et des élèves de l'importante institution à laquelle demeure attaché son nom.

L'École polytechnique, à qui nous devions MM. Guimet et Sauvage, avait également donné à notre association celui qui a si longtemps et si dignement occupé, au milieu d'elle, le fauteuil de la présidence, et qui a voulu en être l'un des principaux bienfaiteurs après sa mort, M. le maréchal Vaillant.

Le souvenir qu'il laissera parmi nous n'avait pas besoin de cette libéralité pour durer autant que notre association elle-même. Nos ressources sont souvent, hélas ! au-dessous de nos besoins; nos statuts nous lient parfois les mains, en présence de détresses sérieuses et pressantes. En pareil cas, notre illustre président, pendant les seize années qu'il a passées à votre tête, s'inspirant de l'âme de Thénard et consolidant son œuvre, savait toujours découvrir, dans son propre ministère ou dans celui de ses collègues, des moyens auxiliaires pour combler les déficits de notre caisse épuisée. Ne promettant jamais, agissant toujours, sans avoir laissé paraître sa main et sans avoir fait montre de son influence, par ses soins discrets et réservés, il arrivait que les veuves avaient trouvé quelque emploi, les enfants obtenu des bourses, les vieillards un asile.

La patience de M. le maréchel Vaillant à la recherche de ces petites combinaisons était inépuisable, et l'on aurait pu croire, à voir le soin qu'il y portait et le détail dans lequel il entrait pour en assurer le succès, qu'il n'avait pas d'autre affaire à poursuivre.

Cependant, combien sa vie était remplie ! avec quel profond dévouement au pays il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en accomplissait toutes les obligations ! Le nom du maréchal Vaillant appartient dès longtemps à l'histoire. A peine sorti de l'École de Metz, il se signalait pendant la campagne de Russie et méritait d'être mis à l'ordre du jour de l'armée ; il se distinguait à Lagny et à Waterloo ; il décidait la capitulation d'Alger en faisant sauter le fort de l'Empereur ; à Anvers il marquait son rang en Europe parmi les premiers officiers de l'arme du génie ; pendant la paix, il couvrait l'Algérie de blockhaus, et, revenu en France, il dirigeait les travaux des fortifications de Paris pour toute la rive droite de la Seine. Un seul trait résume sa vie.

Rappelé par les événements sur le théâtre de la guerre, il conduisit le siége de Rome en 1849.

Profondément pénétré des devoirs et des responsabilités d'un général en chef devant ses contemporains et devant l'histoire, pour soustraire les monuments de la Ville éternelle à la plus légère insulte, il s'écarta, sans hésiter, des règles ordinaires de son art. Parmi les moyens de réduire la place, il choisit, non le plus commode, mais celui qui en respectait le plus sûrement les souvenirs et les richesses, ce bien commun de toutes les nations, ce patrimoine de tous les esprits éclairés.

Mais, avant d'arrêter son plan d'attaque, il voulut opérer, de sa personne et seul, une reconnaissance hardie et chevaleresque, exposant sa vie à un péril certain, inévitable, auquel il n'échappa que par miracle, et c'est à ce prix seulement qu'il lui fut permis d'épargner, à la fois, les monuments de Rome et le sang des soldats de la France.

Non ! nous ne sommes pas un peuple en décadence, et tant que les chefs de nos armées se montreront, comme M. le maréchal Vaillant, les interprètes courageux et fidèles des sentiments généreux du pays, des devoirs supérieurs de la civilisation et des droits sacrés de l'art, il nous sera permis d'affirmer, même devant le succès passager de la force matérielle, que la France a gardé cette élévation morale qui seule mérite le respect, et dont cette réunion n'est, elle-même, qu'une heureuse et touchante expression.

NOTICES INDUSTRIELLES

EXTRAITES DES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Encre portative par M. Bœttger. — A une réunion récente de l'Association polytechnique de Francfort, M. le professeur Bœttger a montré une nouvelle espèce d'encre qu'il prépare en vue d'en rendre le transport facile pour les voyages. Voici son mode de préparation :

Il prend plusieurs feuilles de papier buvard blanc et les sature de noir d'aniline,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puis il les réunit et les presse l'une sur l'autre de manière à former un tout compacte facile à empaqueter pour le voyage.

Lorsqu'on a besoin d'écrire, on arrache un morceau de ce papier et, en le trempant dans une petite quantité d'eau, on a immédiatement de l'encre à sa disposition. Avec un seul pouce carré de papier (6,50 centim. carrés), on a de quoi faire de l'encre pour une longue correspondance.

Pour un voyage d'exploration, il suffirait de préparer plusieurs paquets de feuilles, et l'on serait sûr de n'être jamais forcé, pour travailler, de recourir au crayon.

(M.)

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 27 juin 1873.

Présidence de M. *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE. — M. *Grison* (Th.), teinturier et minotier, à Lisieux (Calvados), soumet à l'examen de la Société divers procédés pour la teinture, l'impression sur étoffes et pour la préparation d'un nouveau tissu de drap; il joint à son envoi une série d'échantillons des applications de ces procédés. (Arts chimiques.)

M. *de Laval* (E.), ingénieur, rue Caumartin, 26, demande à la Société d'appuyer une pétition qu'il a adressée au Conseil municipal de la Seine, et à laquelle 905 médecins ont adhéré; dans cette pétition il demande que l'emploi des tuyaux de plomb soit interdit pour la conduite et la distribution des eaux destinées aux usages alimentaires. (Arts chimiques.)

M. *Clément* (A.), vétérinaire des fermes de la compagnie générale des omnibus de Paris, présente à la Société un ajusteur mécanique de la ferrure des chevaux qui met les moyens de ferrer les chevaux à la portée de tout le monde, pour peu qu'on soit habile dans le maniement de certains outils usuels, et sans exiger l'intervention des maréchaux ferrrants, qui deviennent tous les jours plus rares dans la campagne. (Comité d'agriculture.)

M. *de Bouyn* (Édouard), façade de l'Esplanade, 36, à Lille (Nord), envoie un prospectus détaillé d'un ouvrage qu'il publie sous le titre : Description de l'invention d'une voiture et d'un convoi roulants sur des rails mobiles tournants et parcourant toutes les routes, les champs, etc. Cet envoi est le complément des communications que l'auteur a faites antérieurement à la Société sur le même sujet. (Comité des arts mécaniques.)

MM. *Vigier* (P.), pharmacien, rue du Bac, 60, et *Arragon* (A.), propriétaire, au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bourg-d'Oisans (Isère), présentent un mémoire sur l'emploi du talc pour empêcher les incrustations dans les chaudières à vapeur.

Cette communication est accompagnée de pièces constatant que le chemin de fer de Lyon à la Méditerranée fait un très-grand usage de ce procédé dans le service de ses machines et en obtient de très-bons résultats. La quantité de talc à introduire dans une chaudière est environ le dixième du poids du dépôt qui se produit entre deux lavages consécutifs, et non-seulement les incrustations sont supprimées, mais celles qui auraient été formées antérieurement se détachent peu à peu et sont entraînées dans les lavages successifs. C'est un emploi intéressant d'une matière minérale très-abondante et de peu de valeur, qui est douée de propriétés physiques et chimiques intéressantes, mais qui n'a reçu, jusqu'à présent, que très-peu d'applications. On commence cependant à l'employer mélangée avec la paraffine et avec des matières fibreuses, pour faire des garnitures pour machines à vapeur qui paraissent présenter des avantages spéciaux. (Comités des arts chimiques et des arts économiques.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Art du dessin, ombres.* — M. *de la Gournerie* fait, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur l'atlas de dessins ombrés qui a été présenté par M. *Cotillon*, dessinateur, à Romanèche.

Le rapporteur propose de remercier M. *Cotillon* de son intéressante communication, et d'insérer dans le *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu.

Ces conclusions sont approuvées par le Conseil. (Voir plus haut, p. 576.)

COMMUNICATIONS. — M. *Violette* (Henri), ancien commissaire des poudres et salpêtres, membre de la Société, expose les résultats obtenus par la Compagnie immobilière de Lille pour la construction de maisons d'ouvriers, et les bases sur lesquelles cette utile association a été établie.

Cette Compagnie a eu pour but de construire des maisons salubres et commodes pour les ouvriers et de remplacer les logements qu'ils occupent dans les *courettes* de Lille, qui ont acquis une triste célébrité par leur insalubrité, et où sur quatre enfants nouveau-nés trois meurent avant d'avoir atteint l'âge d'un an.

Elle a été organisée par l'initiative de M. *Violette*, secondé par MM. *Delacroix*, banquier, *Dequoy*, manufacturier, et *Marteau*, architecte, et sous le patronage sympathique du Conseil municipal de Lille, qui a garanti aux bailleurs de fonds un intérêt de 5 pour 100, jusqu'à concurrence d'un capital de 2 millions. Sa constitution définitive date du 2 mai 1867, époque de la nomination des dix membres de son conseil d'administration.

Après un concours public pour obtenir le meilleur projet de ces constructions, elle a fait construire jusqu'à ce jour 233 maisons qui ont coûté une somme de 714 741^{f},73. Sur ce nombre, 200 sont simples (un étage et rez-de-chaussée) et valent 2700 francs; 9 sont dans le même système, mais plus chères et valent de 4200 à 5000 francs; enfin, 24 sont à deux étages et valent de 8000 à 8700 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Compagnie ne veut faire aucun bénéfice et son but est entièrement philanthropique. Elle a institué pour chaque groupe de maison un régisseur et un surveillant; elle loue ses maisons au plus bas prix possible, et surtout elle s'occupe de les vendre à prix coûtant à des ouvriers présentant toutes les garanties désirables de bonne conduite. Une maison de 2700 francs est louée 17f,50 par mois, et la même maison est cédée en toute propriété, moyennant un premier versement d'une importance modérée et un loyer de 21 francs par mois pendant 13 ans environ.

A la fin de 1872, sur les 233 maisons, 52 avaient été vendues, 173 étaient louées et 8 seulement étaient disponibles. Elles donnent des logements sains et commodes à 1200 personnes dont 450 hommes et femmes mariés et 750 enfants. Depuis quatre ans que ces maisons sont occupées par des ouvriers, aucun n'a voulu changer sa demeure; c'est le plus bel éloge qu'on puisse décerner à la compagnie.

M. le *Président* remercie M. *Violette* de cette intéressante communication, et il charge le comité du commerce d'en faire l'objet d'un rapport.

Après la séance, le Conseil se forme en comité secret.

Séance du 11 *juillet* 1873.

Présidence de M. *Balard,* vice-président.

CORRESPONDANCE. — MM. *Sergent* (H. H.), rue des Francs-Bourgeois, 6, et *Chantrien* (L. D.), boulevard de Magenta, 111, à Paris, demandent que la Société fasse examiner les sourdines en tôle, en bois ou en fonte qu'ils ont inventées pour isoler les machines à coudre et s'opposer aux vibrations et au bruit qu'elles causent dans les maisons. (Arts mécaniques.)

M. *Giron*, artiste en yeux artificiels, à Aurec (Haute-Loire), demande le concours de la Société pour exécuter un appareil aérien qu'il a inventé, et qui doit, suivant lui, produire des effets très-remarquables. (Arts mécaniques.)

M. *Dobelle* (Alexandre), entrepreneur de transport, à Amiens (Somme), représenté par MM. *Armengaud jeune et fils*, boulevard de Strasbourg, 23, présente à la Société un système nouveau pour le nettoyage, le triage et l'aplatissement des grains en général et spécialement de l'avoine. (Agriculture.)

M. *Blancoud* (J.), place Dauphine, 17, à Paris, envoie à la Société un projet de barrage en travers de la Manche pour relier l'Angleterre au continent. (Arts mécaniques.)

M. *Tranié* (H.), conducteur des ponts et chaussées, faisant fonctions d'ingénieur, rue Roquelaine, 14, à Toulouse, fait présenter à la Société, par M. *Mangon*, membre du comité de l'agriculture, un exemplaire de sa brochure sur le calcul des mouvements de terre dans les travaux publics.

Madame veuve *Durup-Ador*, rue de Saussure, 56, aux Batignolles-Paris, envoie à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la Société une notice sur les travaux et les inventions de chimie appliquée de M. *Ador* (Ambroise).

M. *Faucon* (Louis), à Graveson (Bouches-du-Rhône), envoie plusieurs exemplaires d'une nouvelle note sur la submersion des vignes atteintes par le phylloxera. (Agriculture.)

M. *Melsens*, membre de l'Académie royale de Belgique, adresse à la Société un exemplaire de son mémoire sur les effets des boissons alcooliques glacées portées à des températures très-basses. De l'eau-de-vie refroidie à — 20 degrés centigrades et même à 30 et 35 degrés peut être avalée sans inconvénient, ce qui ne pourrait pas avoir lieu sans danger pour de l'eau ; elle paraît même plus agréable, plus fine que la même eau-de-vie à la température ordinaire. A — 40 et — 50 degrés, l'eau-de-vie prise avec une cuiller en bois en guise de sorbet glacé fond sur la langue en paraissant moins froide que les glaces ordinaires ; il faut aller jusqu'à — 60 degrés pour qu'on trouve la sensation marquée du *froid*, et à — 71 la sensation est désagréable et analogue à une cuillerée de soupe *trop chaude*. M. *Melsens* termine son mémoire par des considérations sur l'emploi du froid pour l'amélioration des vins et des bières.

MM. les *Secrétaires* signalent dans la partie imprimée de la correspondance :

M. *Tarnier* (E. A.), Éléments de géométrie pratique à l'usage des écoles primaires et des divers établissements scolaires, Paris, 1872 ; un vol. in-8°, avec un atlas in-folio de 8 planches, et deux grands tableaux pour appliques, l'un concernant le système métrique et le deuxième résumant l'arithmétique et la géométrie pratique.

MM. *Schutzenberger* (P.) et *de Lalande* (F.), procédé nouveau de teinture et d'impression au moyen de l'indigo.

Dans ce procédé l'indigo est réduit par l'hydrosulfite de soude qui, mélangé avec l'indigo broyé et les doses de chaux ou de soude nécessaires pour dissoudre l'indigo réduit, donne une solution jaune, limpide ; on peut obtenir ainsi, si l'on veut, une cuve très-concentrée contenant jusqu'à 1 kilogramme d'indigo dans 10 à 15 litres. La teinture se fait à froid pour le coton et à une douce température pour la laine.

Cette teinture, pour le coton, se distingue par la facilité et la rapidité du travail, et, pour la laine, elle a l'avantage d'éviter tout risque de *coulage*.

Cette dissolution de l'indigo, épaissie convenablement, se prête parfaitement à l'impression et constitue un procédé facile et sûr pour cette préparation des étoffes où le bleu peut être imprimé simultanément avec les autres couleurs.

M. *Callon* (J.), inspecteur général des mines et membre du comité des arts mécaniques, fait présenter en son nom, par M. *Laboulaye*, un exemplaire du premier volume du cours de mécanique qu'il professe à l'École des mines.

Chaque partie de cet ouvrage se composera de plusieurs volumes. Celui qui vient de paraître est le premier du cours de machines, et forme un in-8°, avec atlas de 34 planches doubles in-4°. L'auteur y traite successivement des moteurs animés, de l'hydraulique et des moteurs hydrauliques, de la pneumatique ou de l'écoulement et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'emploi de l'air comme moteur, de la chaleur considérée comme force motrice (ce qui lui donne occasion d'exposer la théorie mécanique de la chaleur), et enfin des propriétés mécaniques des vapeurs. M. *Laboulaye* fait remarquer, dans les différents chapitres de cet ouvrage, les parties qui sont les plus nouvelles, et les nombreux passages qui sont dignes de toute l'attention des lecteurs.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Enveloppes de machines à vapeur.* — M. *Farcot* père, membre du comité des arts mécaniques, fait, au nom de ce comité, un rapport sur les enveloppes de liége que M. *Chevallier* (Ludovic), manufacturier, à Orléans, a employées pour diminuer le refroidissement des cylindres et des autres parties de ses machines à vapeur.

Le comité propose de remercier M. *Chevallier* (L.) de sa communication et d'insérer au *Bulletin* le rapport qui y est relatif.

Ces conclusions sont adoptées par le Conseil. (Voir plus haut, p. 573.)

COMMUNICATIONS. — *Exposition universelle de Vienne.* — M. *Block* (M.), membre du comité de commerce, qui est de retour, depuis quelques jours, de Vienne où il est allé visiter l'Exposition universelle, entretient la Société de l'impression générale qu'il a rapportée de cette visite. Il n'a pas l'intention de donner aujourd'hui des détails sur les parties assez nombreuses de cette Exposition qui sont dignes d'intérêt ; mais il désire en faire connaître l'ensemble et indiquer sommairement les parties qui lui paraissent les plus importantes au point de vue du commerce et de l'industrie de la France.

Le premier aspect de l'Exposition universelle de Vienne est d'un très-grand effet. Un vaste édifice principal se développe en longue galerie dans un parc admirable, et tous les objets qui l'entourent font valoir son importance et la grandeur de ses lignes architecturales. Quand on passe ensuite, de la première impression produite par ce monument, à l'étude détaillée de la disposition adoptée pour les diverses parties de l'Exposition, on trouve bientôt qu'il est résulté, du plan général simple et majestueux au premier abord, des inconvénients assez sérieux qui nuisent à l'examen de l'Exposition elle-même.

Le bâtiment principal forme une longue galerie au milieu de laquelle est le dôme, et perpendiculairement à laquelle sont des galeries transversales numérotées et désignées par la lettre A, 1, 2, 3, etc., pour la partie située sur la façade du sud, et par la lettre B, 1, 2, 3, etc., pour la façade du nord. Chaque nation a reçu pour son exposition une ou plusieurs de ces galeries transversales et la portion correspondante de la grande galerie avec le terrain situé entre les galeries transversales ; de plus, comme l'espace accordé à chaque nation a rarement suffi, les intéressés ont fait couvrir et vitrer ces cours, qui sont devenues ainsi une annexe à leur exposition. Ils ont encore fait construire, dans le parc, des pavillons isolés qui ne sont pas toujours à proximité de l'exposition principale de la nation à laquelle ils appartiennent. C'est la couverture légère d'une des cours françaises qui a été détruite par un orage, dont la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soudaine explosion a causé de si grands désastres dans l'Exposition lyonnaise; car les bâtiments de l'Exposition étaient assez solides pour n'avoir presque rien à craindre de cette trombe.

Ces dispositions, et l'absence d'un catalogue qui n'a paru que très-tard, rendent les recherches et les comparaisons très-difficiles. L'ordre dans lequel les diverses catégories d'objets ont été placées est, d'ailleurs, très-différent quand on passe d'une nation à une autre, ce qui augmente encore les obstacles qu'on a à surmonter pour étudier l'Exposition, et le visiteur a la plus grande peine à atteindre le but que se propose tout industriel, qui est surtout de faire des comparaisons, des rapprochements entre les produits d'une même industrie chez les diverses nations.

On voit donc qu'il y a lieu de regretter que l'ordre rationnel sur lequel avait été basée l'installation de l'Exposition universelle de 1867 n'ait pas été observé à Vienne. Là, en effet, le classement reposait sur le principe des tables à double entrée, et on pouvait, à volonté, soit en marchant dans un sens, parcourir tout ce que les diverses nations avaient présenté et mis en parallèle dans une même industrie, soit en cheminant dans un sens différent, voir l'exhibition entière des industries variées d'une même nation. La proportion variable du développement donné à une même industrie chez les divers peuples avait bien causé quelques difficultés dans le classement; mais ces très-légères différences n'ont pas altéré l'effet résultant de l'adoption du principe général, et cet effet était excellent. Son abandon à Vienne a été un recul et non pas un progrès, et il a causé les inconvénients qu'on vient de signaler.

Cette réserve faite, on doit reconnaître que l'Exposition universelle de Vienne est grandiose et fort belle. L'espace sur lequel elle est développée est très-considérable, et le nombre des exposants est très-grand. Si les débuts de l'installation ont été longs et ont présenté des retards fâcheux, elle est maintenant terminée, et elle offre au visiteur une grande quantité d'objets très-dignes d'intérêt.

On doit dire, néanmoins, que, à part l'Autriche qui s'est réservé la moitié de l'espace total et qui en a fait un très-bon emploi, et de l'Allemagne qui est aussi représentée en nombre, la plupart des autres nations ont plutôt restreint qu'augmenté le nombre et l'importance de leurs envois. La France, en particulier, mérite surtout ce reproche. Elle ne figure à Vienne, ni comme nombre, ni comme quantité, de manière à donner une idée juste de ses arts et de son commerce. Quelques industries de luxe, les bronzes, l'orfévrerie et la joaillerie, les beaux-arts, les objets d'ornement et de spécialités riches, et en partie les articles de mode et les nouveautés parisiennes ou lyonnaises, sont développés convenablement et ont été très-appréciés, on peut dire admirés; des achats très-nombreux ont été faits aussitôt après leur apparition, et notamment les bronzes, les tapis, les soieries de Lyon ont obtenu un très-grand succès. Mais on regrettait que notre agriculture, notre industrie courante, les produits bruts, les matières premières, les produits de nos mines et de nos établissements métallurgiques, les toiles, les tissus, les fils, ne fussent représentés que d'une manière tout à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fait incomplète ; pour la filature, M. *Block* n'a remarqué que l'exposition d'une seule maison de Lille, et l'industrie textile, justement célèbre, d'un grand nombre de localités ne se faisait remarquer que par l'absence de toute exposition de leur part. Malgré ces observations, on doit dire que l'Exposition française était toujours pleine de monde et l'objet d'une vogue toute spéciale.

L'Angleterre mérite le même reproche d'abstention qu'on vient de faire à notre patriotisme. Son exposition est tout à fait incomplète et ne donne nullement une idée de son immense industrie. Les autres nations, l'Italie, la Suède, le Danemark, etc., ont fait des envois d'une importance à peu près égale à ce qu'elles avaient fait pour l'Exposition parisienne de 1867. Le Japon seul se fait remarquer par l'abondance, la variété et l'originalité des produits de son industrie, qui est très-bien représentée.

L'exposition de l'Autriche est celle qui est la plus étendue, comme on devait s'y attendre ; c'est aussi celle qui présente le plus d'intérêt. Son ébénisterie, son orfévrerie offrent des progrès importants et montrent des objets d'une grande valeur ; elles rivalisent souvent par leur richesse, sinon par le goût artistique, avec les parties similaires de l'Exposition française.

M. *Block* fait remarquer, en terminant, que le zèle des exposants a été un peu refroidi par le grand nombre d'expositions universelles qui se sont succédé à peu de distance pendant les dernières années. A Londres même, l'Exposition universelle est en permanence, et l'Exposition de Vienne se ressent un peu de cette satiété. L'étendue de l'espace sur lequel elle est développée rend moins apparentes la foule des visiteurs et l'importance des exposants. Le désir d'être universel en tout a entraîné aussi à faire des particularisations tellement multiples qu'il est impossible de satisfaire les justes exigences des visiteurs. Il en résulte, pour ces derniers, de fréquentes déceptions, et, bien qu'il ne s'agisse que d'objets d'ordre secondaire, ces petites causes de mécontentement n'en nuisent pas moins à l'effet d'ensemble. On croit qu'à l'avenir il faudra être un peu plus sobre de ces accessoires ; car, en matière d'expositions aussi, quelque *universelles* qu'elles soient, qui trop embrasse mal étreint.

M. le *Président* remercie, au nom du Conseil, M. *Block* de l'intéressant exposé qu'il vient de faire à la Société, et il le prie d'en faire l'objet d'une note qui sera imprimée dans le *Bulletin*.

NOMINATION DE MEMBRES. — MM. *Dunod et Bougleux*, manufacturiers, à Paris, sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil.

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

72e ANNÉE. DEUXIÈME SÉRIE. TOME XX. — Décembre 1873.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

MARÉCHALERIE.

RAPPORT *fait par* M. HERVÉ MANGON, *au nom du comité d'agriculture, sur la* FORGE A DOUZE FEUX, *pour maréchaux ferrants, établie par la Compagnie générale des voitures de Paris.*

Messieurs, la Compagnie générale des voitures de Paris a fait établir dans son dépôt du boulevard de la Villette, qui compte un effectif de 1 400 chevaux, une forge à douze feux qui donne d'excellents résultats.

Votre rapporteur ne saurait mieux vous faire connaître cette belle installation d'un grand atelier de maréchal ferrant qu'en transcrivant ici la note qui vous a été présentée par M. Génissieu, ancien élève de l'École polytechnique, qui dirige d'une manière si remarquable, comme administrateur délégué, l'installation des vastes ateliers de la Compagnie.

« La forge à douze feux, dit M. Génissieu, est alimentée par un ventilateur mû « par une petite machine à vapeur verticale de la force de 1 cheval-vapeur.

« La forge circulaire est établie en maçonnerie d'un diamètre de 4m,20 sur une « hauteur de 0m,900 au-dessus du sol ; chaque foyer est muni d'une tuyère latérale, « dont le vent est commandé par une vanne à la disposition de l'ouvrier.

« Au centre se trouve une fosse circulaire concentrique, d'un diamètre de 2 mètres,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« pour recevoir le mâchefer; on y accède par un passage établi sous un des douze « secteurs.

« Le trou à charbon se trouve au-dessous de chaque foyer.

« La forge entière est recouverte d'une hotte conique en tôle, dont le grand dia- « mètre inférieur est de 5 mètres; la cheminée a 10 mètres de haut au-dessus de la « naissance de la hotte; son diamètre, de $0^m,800$ en bas, se réduit à $0^m,450$ à la hau- « teur de $1^m,760$; elle est couronnée d'un chapeau de $1^m,200$.

« La hotte est soutenue par six fers à cornière verticaux, reliés au massif de la « maçonnerie, recourbés intérieurement et boulonnés sur la tôle. Elle est, d'ailleurs, « consolidée par quatre fers à cornière verticaux reliés par trois fers à cornière horizon- « taux et circulaires, placés, l'un au bas de la fosse, l'autre au niveau de la forge, et « le troisième à l'extérieur au niveau de l'un des boulons.

« Le vent est donné par un ventilateur de $0^m,650$ de diamètre faisant 2 500 tours « par minute; la conduite est en poterie sous le sol de l'atelier et se termine par un « tuyau vertical en fonte qui supporte, au centre de la forge, un réservoir d'air « de $0^m,600$ de diamètre sur $0^m,800$ de hauteur.

« Douze conduites horizontales boulonnées sur le réservoir desservent les « tuyères.

« Les chevaux, à raison de quatre par maréchal, sont attachés le long des murs de « la maréchalerie.

« Cette forge à douze feux a été étudiée et exécutée, sous la direction de M. Génis- « sieu, par M. Bézy, inspecteur général des ateliers de la Compagnie, ancien élève de « l'École des arts et métiers d'Angers.

« Mise en service depuis plus d'un an, elle a permis de réaliser une économie « d'au moins 10 pour 100 sur la fabrication des fers à cheval et une réduction « de 25 pour 100 sur le temps du travail, au grand profit des chevaux qui restent « ainsi moins longtemps à la forge hors de l'écurie. »

Les dispositions adoptées par M. Génissieu peuvent être appliquées avec bénéfice dans les établissements où se trouvent réunis un grand nombre de chevaux. La communication de M. Génissieu présente, en outre, une utilité véritable en établissant, d'une manière précise, les bons effets de l'application des ventilateurs mécaniques aux forges de maréchal et les avantages du groupement des foyers, en nombre plus ou moins considérable, dans les ateliers importants.

En conséquence, votre comité d'agriculture a l'honneur de vous proposer,

1° De remercier M. Génissieu de sa communication;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1.

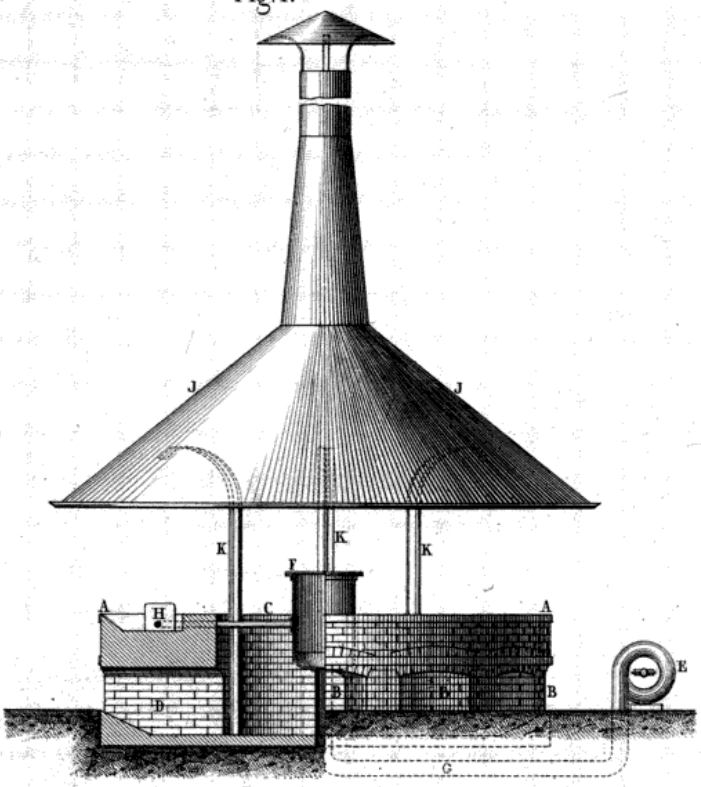
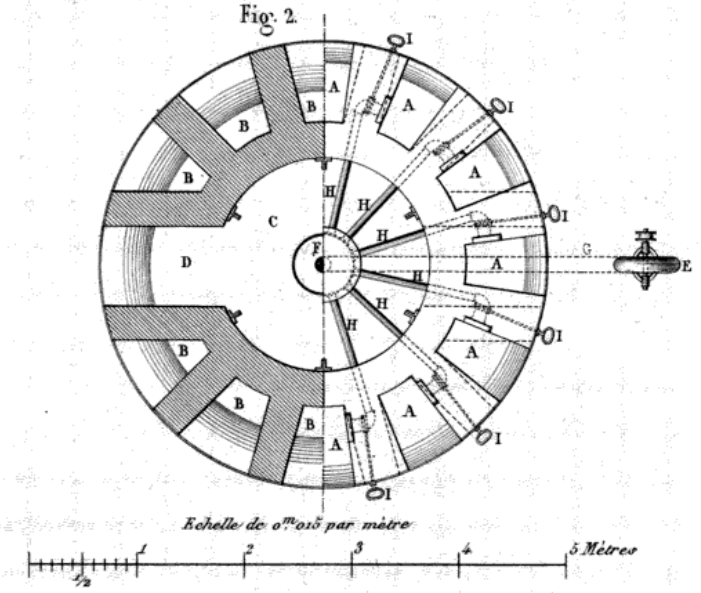


Fig. 2.



Echelle de $0^{m}015$ par mètre

1/2 1 2 3 4 5 Mètres

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

FORGE MARÉCHALE A DOUZE FEUX.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° D'insérer le présent rapport dans votre *Bulletin*, avec le dessin de la forge à douze feux.

Signé HERVÉ MANGON, *rapporteur.*

Approuvé en séance, le 13 *juin* 1873.

LÉGENDE DE LA PLANCHE 499 REPRÉSENTANT LA FORGE MARÉCHALE A DOUZE FEUX DE LA COMPAGNIE GÉNÉRALE DES VOITURES DE PARIS.

Fig. 1. Vue de la forge mi-partie en coupe et mi-partie en élévation, sauf la hotte qui est en élévation complète.

Fig. 2. Autre vue de la même, mi-partie en section horizontale et mi-partie en plan.

A, foyers, au nombre de douze, disposés en secteurs dans une même circonférence.

B, trous à charbon placés sous chaque foyer.

C, fosse circulaire concentrique aux foyers, et destinée à recevoir le mâchefer.

D, passage établi sous un des foyers et donnant accès à la fosse C.

E, ventilateur, dont l'axe horizontal porte la poulie sur laquelle passe la courroie de transmission.

F, réservoir d'air placé au centre de la forge et alimenté par le ventilateur E.

G, conduite horizontale, en poterie, placée sous le sol de l'atelier et réunie, par des tuyaux verticaux de fonte, d'une part au ventilateur et d'autre part au réservoir d'air.

H, tubes, au nombre de douze, boulonnés sur le réservoir d'air et desservant les tuyères de chaque foyer.

I, tiges de manœuvre pour donner ou arrêter le vent.

J, hotte en tôle surmontée d'une cheminée à chapeau.

K, fers à cornière supportant la hotte. (M.)

AGRICULTURE.

LES PRODUCTIONS AGRICOLES DE LA FRANCE, PAR M. HEUZÉ,

Membre du Conseil (1).

« Les hommes étrangers à l'agriculture se rendent difficilement compte des

---

(1) Communication faite dans la séance du 27 décembre 1872.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

différences qu'on observe dans les diverses pratiques de l'agriculture française. Le plus généralement, ils ignorent encore pourquoi chaque contrée a, pour ainsi dire, un système de culture déterminé par la nature du climat et du terrain, et les circonstances économiques au milieu desquelles on se trouve placé. Ces différences sont plus grandes qu'on ne le suppose. Je vais tâcher d'en fournir la preuve en esquissant très-rapidement un tableau des productions de notre agriculture. Puisse cette relation très-sommaire faire voir le danger auquel on s'expose lorsqu'on adopte un nouveau mode de culture sans l'avoir longtemps examiné, discuté et comparé!

« La première région qui se présente aux regards de l'homme qui pénètre en France par le Midi s'étend, d'une part, de Perpignan à Nice, et, de l'autre, de Toulon à Valence.

« Cette contrée, à laquelle on a donné le nom de *région des oliviers*, a pour limites, à l'Est, les Alpes; au Sud, la Méditerranée; au Nord-Ouest, la chaîne des Cévennes; et, à l'Ouest, les étages inférieurs des montagnes pyrénéennes. Elle présente un sol accidenté et varié, des contrées arides et dénudées ou boisées, des vallées fertiles et des cultures très-diverses. On y trouve réunies les plantes du Nord à celles du Sud de l'Europe, productions précieuses qui forment l'admirable spectacle que la nature offre sans cesse au voyageur agricole.

« Rien de plus brillant, rien de plus majestueux, en effet, que le coloris dont se revêt le paysage, que toutes les richesses et les beautés que présentent la Provence, le comtat d'Avignon, le Dauphiné, le Vivarais et le Roussillon! Quelle belle campagne! Comme on aime à y contempler tous les accidents dont la nature l'a parée! Comme on est heureux lorsqu'on admire ces hautes montagnes qui disparaissent sous leurs draperies de verdure et de fleurs, les bords si riches, si accidentés du Rhône et de la Durance, les riches plaines du Vaucluse, les fertiles vallées de la basse Provence et du Dauphiné!

« Quel ciel pur! le soleil n'y sait point pâlir, le jour y conserve toujours son éclat et les plantes y sont sans cesse odorantes. Enfin, les étés y sont longs et chauds, et c'est à peine si les rigueurs de l'hiver s'y font sentir et suspendent à Ollioules, à Hyères, à Cannes, à Nice, etc., la végétation de l'*oranger*, de la *violette de Parme*, de l'*eucalyptus* et du *dattier* qui y croissent en pleine terre. Aussi a-t-on eu mille fois raison de dire : ***Le climat du Midi n'est qu'un long et interminable printemps***.

« Ici l'agriculteur vit au milieu des bois, d'immenses plaines de vignes, des moissons et des fleurs de toute espèce, tantôt comme suspendues dans les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

airs, tantôt végétant sur des gradins de rochers ou sur une série d'élévations en amphithéâtre. Là, les chênes-liége, aux formes les plus variées, aux branches pendantes se mêlant à l'éclatante verdure des *caroubiers* ou des *jujubiers*, au feuillage vert sombre des *orangers* ou des *citronniers*, ou aux pâles *oliviers* croissant par groupes. Plus loin, vers le sommet de la montagne, chaque massif d'arbre est parsemé de cistes blancs à larges fleurs et la vigne en hautains jette ses pampres luisants du sommet des saules ou des érables, ou pend en guirlandes festonnées au flanc des rochers ou des ravins. Ailleurs, des collines entières sont couvertes d'arbustes aromatiques, de *pin d'Alep*, de *chêne-liége* et de *lentisques ;* des coteaux, jadis arides, disparaissent sous les nombreux vignobles ou amandiers qui les enrichissent.

« En Provence, la vigne fournit les *vins de la Gaude*, les *vins blancs de Cassis*, les *vins muscats de Roquevaire*, les *vins rouges de la Malgue* ou les anciens vins fumeux de la Gaule; les amandiers, les *amandes princesse* et les *amandes à la dame*; les noisetiers, les *avelines de la Cadière*; les pruniers, les *pistoles* et les *pruneaux fleuris de Brignoles*. Dans le bas Languedoc, on récolte le *vin de Maraussan*, le *vin de Saint-Georges*, la *blanquette de Limoux*, le *vin de Pomerols*, le *vin de Florensac*, le *vin de Langlade*, le *vin de Frontignan*, le *picardan*, le *vin de Lunel*, si renommé par son parfum et sa douceur, et le *vin de Tavel*. Dans le Roussillon, la vigne fournit le *vin de Rancio*, qui rappelle le vin d'Alicante; le *muscat de Rivesaltes*, qui se rapproche, en vieillissant, du vin de Malvoisie; le *vin de Grenache*, que l'on compare souvent aux vins de Rota et de Chypre. Dans le Comtat, on cite avec orgueil les *vins de Châteauneuf-du-Pape ;* dans le Vivarais, les *vins rouges et corsés de Cornas* et les *vins blancs de Saint-Peray*. Enfin, le Dauphiné fournit le *vin blanc de la côte Saint-André*, le *vin de l'Hermitage*, le *vin de paille de Tain* dont la couleur rappelle celle de l'or, et la *clairette de Die!*

« Toutes ces productions sont soutenues par des *tourteaux*, parce que les fumiers sont rares dans la région du Midi; elles ont pour complément, sur les mêmes terroirs, l'éducation des vers à soie, soutenue par de nombreuses plantations de mûriers, l'une des principales richesses, depuis Henri IV et Olivier de Serres, de l'Ardèche, du Vaucluse, du Gard et de la Drôme.

« Les vallées sont non moins agréables et productives. Celles que l'on rencontre dans les Alpes, les Pyrénées orientales, les Cévennes, le Vivarais et le Dauphiné sont remarquables par le coup d'œil qu'elles présentent. Ici, elles sont décorées par l'olivier, le figuier et une foule d'arbrisseaux indigènes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

remarquables par la beauté et l'élégance de leur feuillage, par le riche coloris et le suave parfum de leurs fleurs; ailleurs, elles s'effacent sous les tranquilles ombrages des *lauriers-roses*, des *grenadiers*, des *jujubiers* et des *figuiers*. Plus loin, elles s'élargissent, deviennent de véritables plaines soumises à l'assolement biennal, *froment*, *pois chiches* et *gesse cultivée*, ou à des rotations plus longues et comprenant des cultures industrielles très-lucratives. C'est ainsi qu'à Tarascon et à Saint-Rémy on cultive la *cardère;* aux environs d'Avignon, d'Orange, de Montueux, de Lorgues, etc., la *garance*; et, à Carpentras, le *safran*.

« Si nous quittons les bords de la Méditerranée, si nous nous éloignons des jardins abrités d'Hyères, de Nice et de Menton, des cultures de *jasmin*, de *violette*, de *rose* et de *tubéreuse* qui ont rendu célèbres Grasse et Cannes; des marais de Fréjus et de Cogolin, où l'on cultive le *roseau-canne*; de Bandol et de la Ciotat où l'on pratique en grand la culture de l'*immortelle d'Orient*; de la plaine de Cujes et des coteaux de Roquevaire, localités qui cultivent depuis longtemps le *câprier*; si, dis-je, nous abandonnons la Provence et ses cultures arbustives fruitières, pour nous diriger vers les provinces de l'Est, nous n'admirerons plus ces arbres si remarquables dans leur port, nous ne respirerons plus un air aussi pur, nous ne verrons plus l'atmosphère remplie de cette poussière parfumée qui a fait dire si justement de l'air du Midi qu'il se voit et se sent tout ensemble; mais nous nous rappellerons l'immense *plaine aride et caillouteuse de la Crau* et les 400 000 bêtes à laine qu'elle nourrit annuellement pendant l'hiver; les *marais de la Camargue*, situés dans le delta du Rhône, avec sa *race bovine* indomptée et ses *chevaux à demi sauvages* qu'on emploie pendant l'été au dépiquage des céréales; nous nous rappellerons aussi l'*araire provençal* qui sert à labourer toutes les terres accessibles à la charrue, les *ouillères* de la basse Provence, les *vignes courantes* du bas Languedoc et de l'ancienne Narbonnaise; les vins communs et les vins de Chaudières que produit le département de l'Hérault, et qui servent à la fabrication des trois-six de Montpellier; le *miel de Narbonne* qu'on récolte sur les Corbières; les remarquables *cultures horticoles* de Cavaillon, de Saint-Rémy, d'Hyères, de Perpignan et de Pézenas, les *marrons de Luc* et *des Cévennes*, la fertile vallée du Grésivaudan et ses magnifiques *chanvres*, les *marais desséchés de Bourgoin*, les *truffières* des montagnes du Dauphiné et les *fromages de Sassenage* et du Bourg-d'Oisans; enfin, nous ne pourrons oublier que c'est dans cette belle région que le cultivateur comprend l'inappréciable avantage des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

luzernières et surtout des *irrigations*, arrosements qui lui permettent de tempérer très-heureusement les effets désastreux d'une chaleur trop élevée.

« La haute Provence et le haut Dauphiné sont très-accidentés et très-pittoresques. Il faut parcourir le Gapençais, l'Embrunois, le Briançonnais, la Vallonèse, le Champsour, le Valgodemar, le Dévoluy, etc., pour se rendre compte de leur configuration. Il faut pénétrer dans les vallées profondes qui les divisent, gravir les pentes escarpées, couvertes de sapin, de mélèzes ou de hêtres, parcourir les pelouses qui décorent leurs parties supérieures et qui se distinguent des prairies situées dans les vallons par l'éclat et la beauté des fleurs qui y végètent, parvenir jusqu'aux sommets battus des vents sur lesquels a lieu, pendant l'été, la transhumance des troupeaux de la Provence, ou à la base des neiges éternelles ou des glaciers, pour se faire une idée de leurs beautés.

« Ces montagnes offrent, en effet, tout ce qu'il y a de plus varié et de plus monotone, de plus riche et de plus pauvre, de plus riant et de plus triste. Les glaciers qui terminent l'horizon, les ravages causés par les torrents, le vent gris des régions alpestres, les voûtes sombres des forêts d'épicéa, les arbres qui dominent les vallées et ombragent les prairies, les fleurs si éclatantes qui ornent le flanc des collines, le grondement des torrents, le bruit de cascades argentées, la luxuriante verdure des vallées permettent de contempler, à chaque pas, des scènes grandioses et une magnificence sauvage inconnues à l'agriculteur du nord de la France.

« En quittant les rives accidentées du Rhône, le Vivarais et ses *mûriers* et ses magnifiques *châtaigniers*, les vignobles qui produisent les *vins de Côte-Rôtie*, vins dont parlent Pline et Plutarque, et qui étaient autrefois très-recherchés à Rome, en s'éloignant de Valence point extrême de la région de l'olivier, pour se diriger vers Nancy, on traverse la Dombe et ses *étangs insalubres*; on laisse, à gauche, le Lyonnais et ses montagnes, ses *marrons*, ses *chèvres* et ses *fromages du mont Dor*; à droite, la Bresse et ses *volailles renommées* et sa *race bovine laitière*, et on distingue au loin la Savoie, le berceau de la *race bovine tarentaise*; le Bugey et la Franche-Comté avec leurs terres arables accidentées, leurs chariots comme véhicules agricoles, leurs montagnes couvertes de pâturages ou de bois feuillus, ou de magnifiques forêts de sapin.

« Si, après avoir visité ces belles et riantes contrées, leurs pâturages montueux et les chalets qui les décorent et dans lesquels on fabrique les *fromages de Gruyères et de Septmoncel*; après avoir admiré les travaux entrepris dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le but d'assainir la Dombe et de la transformer en un pays riche et salubre; après avoir parcouru les coteaux qui fournissent les *vins pétillants d'Arbois et de Poligny* et le *vin blanc de Château-Châlons*, et les vallées verdoyantes de la Saône et de l'Ognon, rivières sur les bords desquelles vivent deux races bovines comtoises importantes, la *femeline* et la *tourrache*, on contemple les riches vignobles de la haute Bourgogne, on distinguera aisément dans le Mâconnais les vignes qui produisent le *Moulin-à-vent*, les *Thorins*, le *Romanêche*, le *Musigny*, le *vin blanc de Pouilly*, les *vins fins de la Romanée-Conti*, le *Chambertin*, le *Clos-Vougeot*, le *Saint-Georges*, le *Nuits*, le *Volnay* et le *Pomard*. Tous les vignobles qui fournissent ces grands vins, ainsi que les *vins de Mâcon* et les *vins de Beaune*, sont échalassés et reposent sur des terrains un peu accidentés, de bonne qualité et plus ou moins calcaires et pierreux.

« La Bourgogne et ses belles cultures de *maïs*, ses riches vignobles et ses magnifiques *troupeaux mérinos*, ne forment qu'une faible partie de la région de l'Est, qui comprend aussi la Franche-Comté, l'Alsace et la Lorraine. Dans les parties montagneuses, on ne connaît, pour ainsi dire, que l'hiver et l'été; c'est à peine si le cultivateur s'aperçoit du printemps et de l'automne. Durant l'été, la température y est régulière; mais, pendant l'hiver, les froids y sont rigoureux et accompagnés de neiges épaisses qui séjournent sur la terre durant plusieurs mois. Les pluies n'y sont ni très-abondantes, ni continuelles; mais les orages y sont fréquents, ainsi que la grêle.

« Il serait triste de penser que ces contrées si pittoresques ne sont pas de véritables localités agricoles. La nature ne s'abandonne pas toujours à ses caprices, et sous la main du Vosgien et de l'Alsacien intelligent tout fleurit et s'épanouit. C'est que la lutte qui s'établit entre l'homme des champs et la nature n'est pas si ardue, que le cultivateur ne puisse espérer de son labeur quelques résultats utiles. La crainte ne peut dominer la pensée de l'agriculteur de l'Est que lorsque le mal vient d'une manière tout à fait inattendue, et il y aurait une inconséquence très-grave à regarder les frimas comme un mal. Loin de là, le froid de l'hiver est toujours, pour l'habitant de l'Alsace, des Vosges et de la Lorraine, un heureux présage.

« Quoi qu'il en soit, la région de l'Est est riche en beautés de toute espèce. Les bords riants de la Meuse et de la Moselle rivalisent avec les rives du Rhône et de la Loire; la vallée du Rhin présente une scène continuelle de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

richesse infinie; elle offre de magnifiques productions de *tabac*, de *chanvre* et de *maïs*, qui se marient très-agréablement aux cultures de garance et de houblon.

« Les plaines calcaires de Nancy et de Lunéville sont florissantes et fertiles; on y récolte du *blé*, du *maïs*, du *colza* et du *houblon;* les coteaux des environs de Saint-Dié, d'Épinal et de Remiremont sont très-verdoyants, grâce aux effets *d'irrigations* parfaitement entendues; les environs de Rambervilliers présentent de belles *houblonnières*, et les parties inférieures des montagnes de l'Alsace, des Vosges et du Jura sont couvertes de *merisiers* dont les fruits servent à fabriquer le *kirsch-wasser*. On rencontre aussi, dans les Vosges, de nombreuses féculeries et scieries.

« Mais ces divers produits ne sont pas les seuls que récolte l'agriculteur de l'Est. A côté de ces importantes productions se rangent les *choux pommés*, avec lesquels on fabrique la *choucroute*; le *topinambour*, qui remplace la pomme de terre dans les terres sablonneuses des environs de Brumath; le *fromage de Gérardmer*, si curieux par son mode de préparation et la graine qui sert à l'aromatiser; les *prunes couetches*, que l'on convertit en *pruneaux de Lorraine*; les intéressantes *cultures horticoles* de Metz et de Pont-à-Mousson; enfin, les hautes vignes échalassées qui fournissent, en Alsace, les vins secs du Rhin, le *Molsheim*, le *Wolxheim*, les *vins gentils de Guebwiller et de Riquewhir* et les *vins paille de Colmar*. Les vignes très-rapprochées les unes des autres qu'on rencontre dans la Lorraine produisent des vins qui n'ont ni l'arome, ni le moelleux, ni le corps des vins de Bourgogne; le plus recherché est le vin de Thiaucourt.

« Lorsque le voyageur s'éloigne des sites si riches et si pittoresques de la Franche-Comté, des Vosges et de l'Alsace, que la nature a jetés à pleines mains dans les vallées, sur les coteaux et sur les sommets escarpés, où l'on admire de magnifiques forêts résineuses et des pelouses verdoyantes, et qu'il se dirige vers les rives de la Manche, il traverse deux anciennes provinces très-importantes, laissant à droite, au loin, les Ardennes et leurs terres schisteuses, leurs petits moutons et leurs chevaux bien connus pour leur agilité et leur énergie; alors, il ne constate plus les mêmes lieux, ni la même température, ni les mêmes instruments et machines, ni les mêmes procédés et systèmes de culture. Ici, tout est changé; la terre n'est plus la même; les productions sont plus sévères et les plantes ne développent plus ces odeurs qui parfument à l'envi la verdure du Midi.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Nonobstant, la nature n'a pas traité la région du Nord en marâtre; elle a composé ses draperies de couleurs non moins agréables, si elles sont moins éclatantes et moins variées. La plupart des plaines et des vallées offrent les sites les plus harmonieux. Vivifiée par de nombreuses rivières, des sources et des canaux, par des engrais liquides appliqués en temps utile et à des doses rationnelles, la végétation s'y développe avec une vigueur remarquable et se couvre d'une belle verdure dans les vallons fertiles du Soissonnais, du Laonnais, de la Picardie.

« Là, dans l'Artois ou la Flandre, la plaine apparaît ornée de remarquables cultures de *colza*, de *pavot-œillette*, de *lin*, de *tabac*, de belles récoltes de *betteraves* destinées à alimenter de nombreuses sucreries, et de brillantes cultures de *blé* qui poudroient pendant l'été sous l'influence d'un ciel bleu pâle et calme. Plus loin, plus au Nord-Ouest, les haies vives divisent et subdivisent la terre couverte de riches et gras pâturages, de verdoyantes et épaisses prairies dans lesquelles errent, nuit et jour, de nombreux et beaux animaux appartenant aux espèces bovine et chevaline.

« La Flandre et la Picardie n'ont pas de vignobles, mais elles produisent du *cidre* ou possèdent des *houblonnières* dont les produits servent à fabriquer de la *bière*, et renferment des *tourbières* ayant ensemble une grande surface. Ajoutons que la Picardie produit aussi du lin et du chanvre, qu'elle possède de nombreuses mines de *marne* et de *cendres pyriteuses* avec lesquelles les cultivateurs assurent la réussite et la productivité de la luzerne, du trèfle et du sainfoin, qu'elle opère de profonds labours avec la *double brabant*, qu'elle produit, comme le Boulonnais et la Flandre, des *chevaux de trait* qui ont leur utilité, et qu'elle élève, aux environs de Saint-Valery, des moutons dits de *prés salés*. Ces bêtes à laine, bien moins fortes que les *moutons artésiens*, que l'on allie aujourd'hui de plus en plus avec la *race dishley*, sont recherchées par la boucherie de Paris. Ajoutons encore que les prairies des environs de Lille et de Hazebrouck nourrissent, chaque année, un grand nombre de têtes appartenant à la *race bovine flamande* ou à la *race hollandaise* qui sont douées de grandes facultés laitières. Disons, enfin, que le voyageur ne cesse d'admirer, en Flandre, la simplicité de la *charrue brabançonne*, le mode de récolte et d'emploi des engrais liquides, la culture des céréales semées en lignes, les opérations à l'aide desquelles on a pu dessécher *les petites et les grandes moères*, qui s'étendent de Dunkerque à Furnes, et y obtenir de belles récoltes de blé, de fèves, de colza et de trèfle, et les moyens que l'on emploie pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

utiliser les dunes que la mer ne cesse de former chaque fois qu'elle déferle sur la plage sablonneuse de Calais à Ostende.

« La *culture flamande*, si remarquable sous tous les rapports et qu'on peut opposer à bon droit aux procédés agricoles les plus parfaits de l'Angleterre, doit sa perfection à l'activité et à l'intelligence des populations qui l'exercent, ainsi qu'au climat sous lequel elles l'opèrent. Les plantes qu'elle fait naître, et qui frappent les regards de tous par leur végétation luxuriante, sont affranchies des chaleurs intenses si nuisibles à l'agriculture du Midi et de l'Ouest, et le laboureur n'y est point oppressé par des rayons ardents. Si les froids à l'intérieur des terres sont longs et rigoureux, et les automnes et les printemps parfois très-pluvieux, l'atmosphère sur les côtes est plus humide et les gelées sont moins intenses. C'est à cet excès d'humidité dû au voisinage de la Manche et de la mer du Nord, et surtout aux vents d'Ouest, qu'il faut attribuer les orages violents, les pluies parfois continuelles qui tantôt favorisent la verdure des belles campagnes de la Flandre, du Boulonnais et de la Picardie, et tantôt portent la désolation au sein des familles qui habitent les plaines granifères et industrielles.

« La Normandie jouit des avantages que présentent le Boulonnais et le Ponthieu. La vallée de Neufchâtel où l'on observe de belles *vaches normandes*, de grandes laiteries dans lesquelles on fabrique le *beurre de Gournay* et le *fromage de Neufchâtel*; les vallées de Corbon, de Pont-l'Évêque, d'Auge et de la Touque où l'on engraisse annuellement des milliers de bœufs achetés dans le Maine, l'Anjou et la Bretagne; les *vallées d'Isigny* si connues par le beurre spécial qu'on y obtient; les vallées de la Dive et de la Vire, où de magnifiques *vaches cotentines* vivent une grande partie de l'année; les vallées d'Orbec, de Bernay, de Serquigny, dans lesquelles les irrigations rivalisent avec celles adoptées par les Vosgiens, sont intéressantes à visiter. Toutes ces vallées sont couvertes de riches herbages, de verdoyantes prairies naturelles. C'est dans celles qui aboutissent à la plaine de Caen, qu'on fabrique les *fromages de Livarot*, de *Pont-l'Évêque* et de *Camembert*.

« Toutes les terres de la Normandie ne sont pas convertes de gras pâturages ou de verdoyants herbages. On observe sur les plateaux des terres labourables qu'on façonne en planches ou billons plus ou moins larges, avec de grandes charrues à roues traînées par des chevaux ou des bœufs, et auxquelles on demande annuellement ou des récoltes alimentaires, ou des récoltes industrielles. La plaine de Caen avec son assolement quadriennal est remar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quable à plus d'un titre et forme un agréable tableau. Les riches champs de trèfle et de sainfoin qu'on y admire sont consommés sur place par des chevaux fixés à des piquets. Ce pâturage spécial est aussi suivi dans le pays de Caux et dans le Cotentin.

« Non loin de cette belle contrée, de ces lieux où la nature est toujours vivante, où l'éducation du cheval anglo-normand est parfaitement comprise, où les bâtiments d'exploitation sont disséminés dans un pâturage garni de pommiers, et qu'on appelle une *cour de ferme*, où le cultivateur récolte d'excellent *cidre* ou du *poiré* de première qualité, où les abeilles, après avoir butiné les *sainfoins* des plaines calcaires, produisent le beau *miel d'Argence*, où l'on conserve avec soin les excellentes *volailles de Crèvecœur*, où le jardinier apprend à cultiver en pleine terre le *melon brodé de Honfleur*; non loin encore des terres à la fois bocagères et herbifères du Cotentin et de l'Avranchin, s'étend, sur les rives de l'océan Atlantique, une région bien triste et bien sombre. On a le cœur serré quand on quitte le Cotentin et ses terres schisteuses bien cultivées et fertilisées avec la *tangue*, lorsqu'on abandonne le Mellerault, si renommé à bon droit par ses excellents chevaux, quand on a parcouru les départements de la Sarthe et de la Mayenne, dans le but d'admirer les *volailles de la Flèche*, la facilité avec laquelle on engraisse les poulardes dans les environs du Mans, la rapidité avec laquelle se propagent sa *race durham* et ses dérivés quand elle a été croisée avec la *race mancelle*, dans le but aussi de transcrire un des nouveaux contrats du métayage, d'avoir une idée de l'énorme quantité de *chaux* livrée annuellement à l'agriculture, de bien se rendre compte des modifications éprouvées par la *race porcine craonnaise*, lorsqu'elle est croisée avec les races anglaises, on a le cœur serré, dis-je, de passer, sans transition, de ces riches contrées à des campagnes presque solitaires. Ce ne sont plus la fraîcheur des plaines de Caen et d'Alençon et la splendeur des campagnes vertes et riches de la Normandie; le voyageur, au sein de la Bretagne, n'a sous les yeux, pour ainsi dire, que des *bruyères* et des *ajoncs*, et encore des bruyères produites, comme à regret, par une nature languissante. Le sol, parsemé de roches, de tertres arides et brunis, n'offre souvent qu'une terre noire brûlée par le soleil durant l'été, saturée d'eau pendant l'hiver et le printemps par des pluies abondantes. Au milieu de cette aridité, de cette terre ingrate, de ce sol qui se laisse difficilement dompter par le travail d'une charrue, il coule quelques ruisseaux, mais ce ne sont plus, comme dans les Alpes, les Vosges et les Pyrénées, des sources limpides et joyeuses;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces ruisseaux mouillent, en fuyant, de leurs eaux rares et troubles, de nombreuses touffes de joncs.

« Mais la région de l'Ouest n'est pas partout aussi sombre; ses immenses steppes de bruyères et d'ajoncs n'enveloppent pas toujours complétement la superficie qu'elle présente, comme ses brouillards souvent très-humides et malsains. Dans les lieux abrités des vents de l'Ouest, dans les localités où la terre schisteuse ou granitique est suffisamment profonde, où le *noir animal* a permis de défricher et de fertiliser les meilleures terres de landes, la nature présente un aspect enchanteur que l'art ne saurait imiter. Ici, des milliers d'arbres entourant les terres labourables et les prairies jettent une teinte sombre et mélancolique sur toute une contrée. Là, le voyageur est enseveli dans des chemins creux, dont les rayons du soleil atteignent très-difficilement les nombreuses sinuosités. Plus loin, le chant motone du laboureur, conduisant une ou deux paires de bœufs attelés au joug pour disposer la terre arable en petits billons, se mêle au chant des oiseaux qui égayent aussi ses travaux et ses rêveries. Là, le genêt, à l'ombre duquel paissent de jeunes bêtes à cornes et des moutons, épanouit ses belles fleurs couleur d'or; le *blé noir* ou *sarrasin*, dont le grain, suivant Michelet, ralentit l'intelligence de l'homme, enveloppe la terre d'un linceul remarquable par son éclatante blancheur. Ici, la terre des *marais de Dol* produit du *tabac*, les vallées de la basse Bretagne se couvrent de *lin*, et l'habitant des rives de l'océan Atlantique n'oublie pas qu'il peut disputer à la mer, à chaque heure du jour, de précieux engrais minéraux et végétaux ayant une action remarquable sur la culture des céréales et des légumineuses et sur les *cultures horticoles de Roscoff*; enfin, là bas, dans un vallon paisible ou sur le flanc d'un coteau, l'air est embaumé par le parfum que versent à grands flots l'aubépine, l'églantine et le chèvrefeuille.

« La Bretagne a des productions spéciales; elle fournit des *moutons à laine noire,* pour lesquels la lande est la grande pourvoyeuse en hiver comme en été; ces bêtes à laine, dont la chair est parfumée, sont d'une petitesse extrême dans les localités où la terre ne produit que de la bruyère. Cette contrée possède aussi une *race bovine* très-remarquable par son aptitude à vivre sur les terres pauvres, et l'excellent beurre qu'elle fournit a été justement apprécié par M^me^ de Sévigné dans les charmantes *Lettres* qu'elle nous a laissées; enfin, la basse Bretagne produit des *chevaux*, qu'elle nourrit avec l'*ajonc*, le *panais* et l'*avoine d'hiver,* animaux de trait qui n'ont pas d'analogue quant à leur énergie et leur rusticité; la haute Bre-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tagne récolte des vins blancs qui ont du bouquet, du cidre dont la qualité est très-appréciée, et du *miel*, qui est grossier, il est vrai, mais qui est accompagné d'une *cire* ayant la propriété de blanchir avec une extrême facilité.

« Il importe, si l'on veut avoir une idée exacte de la Bretagne, où le métayage existe dans toute sa pureté, comme dans le Berry, le Limousin, le Bourbonnais, etc., où le système pastoral mixte est toujours en usage, où les céréales sont ordinairement battues en plein air après la récolte, de distinguer le climat du littoral du climat de l'intérieur des terres. Sur les rives de l'Océan et jusqu'à Rennes et à Angers, on rencontre en pleine terre, non sans quelque étonnement, le *chêne vert*, le *magnolia*, le *camélia*, le *laurier-tin*, le *thé*, et parmi les plantes sauvages, on distingue la *phalangère bicolore amaryllis jaune*, qu'on rencontre à Montpellier et à Turin, l'*amaranthe couchée*, qui est spéciale à l'Italie, et beaucoup d'autres végétaux qui sont communs en Espagne et à la Jamaïque.

« Le voyageur qui s'éloigne de la région des pommiers pour pénétrer dans la région des vignes arrive dans le bocage de la Vendée, contrée dans laquelle le genêt seconde encore la multiplication des bêtes bovines par le pâturage qu'il protége ou abrite, et où les choux et les navets jouent, comme dans l'Anjou et la Mayenne, un rôle important dans l'engraissement des *bœufs parthenais* ou des *bœufs nantais* qu'on y pratique, chaque année, très en grand pendant l'hiver. Alors, il laisse à gauche l'Anjou et ses *blondes filasses de chanvre*, la *riche et belle vallée de la Loire*, la *fertile vallée de l'Authion*, et le Saumurois et ses *vins blancs petillants;* et, à droite, les marais desséchés du bas Poitou, de l'Aunis et de la Saintonge, marais formant une étendue considérable de terre argileuse conquise sur la mer il y a plus de quatre cents ans, et dans laquelle le fumier est employé comme combustible, tant la couche arable est riche et productive.

« Après le bocage de la Vendée, où la culture pastorale mixte existe dans toute sa pureté, vient la plaine calcaire du Poitou, où l'on suit la culture triennale en usage dans les plaines granifères et dans laquelle on multiplie avec succès l'*espèce asine*, l'*espèce mulassière* et la *race ovine du Poitou*. Les *juments poitevines* que l'on emploie dans la production mulassière sont élevées dans les pâturages de Luçon et de Fontenay, etc., où vit aussi la *grande race bovine* dite *race maraîchine*, où l'on a conservé pure la *race ovine hollandaise*, où les terres, assainies par de nombreux canaux, labourées avec la *charrue flamande*, ne produisent que du blé et des fèves.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« La culture des céréales ne se continue pas très en grand jusque vers les rives de la Dordogne; elle est, en partie, remplacée dans la Saintonge et l'Angoumois par de nombreux vignobles, dont les vins sont convertis en eaux-de-vie, qui prennent le nom d'*eaux-de-vie de Cognac*. C'est dans la contrée appelée *Champagne* qu'on récolte les meilleures eaux-de-vie. Ces produits, et les *truffes du Périgord*, ont rendu cette partie de la France très-célèbre. Les *eaux-de-vie de bois* sont les moins estimées.

« C'est, après la Saintonge, contrée dans laquelle se termine, à l'Ouest, la région du maïs, que commence le vignoble qui jouit, par la qualité des vins qu'il produit, de la plus grande renommée. Le Bordelais mérite, en effet, tous les éloges qu'on se plaît, chaque jour, à lui donner. Il n'en existe aucun en Europe qu'on puisse lui opposer; à lui seul appartient de fournir les grands vins connus sous les noms de *Château-Margaux*, *Château-Laffitte*, *Château-Latour*, *Haut-Brion*, *Saint-Julien*, etc., vins très-remarquables par leur couleur vive et brillante, leur agréable bouquet, leur finesse extrême et leur saveur joyeuse. Ces vins de premiers crus sont produits par les vignobles situés sur la rive gauche de la Garonne, dans la contrée silicéo-graveleuse appelée le *Médoc*. On ne peut les confondre avec les *vins de Palus* ou de marais, avec les *entre-deux-mers*, les *Saint-Émilion* et les *vins des côtes du Blaisois et du Fronsadais*. Les vignes qui les fournissent sont en treilles basses. Les vins blancs de *Barsac*, de *Preignac* et de *Sauterne* sont produits par les vignes échalassées ou en treilles hautes qu'on cultive dans les *Graves*, vignobles situés au sud de Bordeaux.

« Le vignoble du Bordelais s'étend jusqu'à Saint-Émilion et il termine, le long des rives de l'océan Atlantique, la partie de la région du Sud-Ouest où le séjour est attrayant pour le cultivateur. A partir de la limite méridionale jusqu'aux bords de l'Adour ou de la Chalosse, ancienne partie de la Guienne qui sépare les grandes Landes du Béarn et de la Navarre, on rencontre une plaine sablonneuse, à sous-sol très-souvent imperméable, remarquable par son étendue et son aspect triste et sauvage. Cette vaste plaine, où l'œil n'aperçoit souvent que la bruyère et le ciel, que des massifs de *pins maritimes* ou des *bergers landais* montés sur des échasses, afin de pouvoir éviter les flaques d'eau qu'on observe çà et là et mieux surveiller les animaux qu'on leur a confiés, est limitée, à l'Ouest, depuis la Gironde jusqu'à l'Adour, par des *dunes* ou *montagnes sablonneuses*, que Brémontier est parvenu à fixer en établissant de nombreux *pignadas*. C'est dans ces forêts de *pins maritimes* que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vivent les chevaux appartenant à la *race landaise*, et qu'on extrait des produits divers et nombreux de la séve résineuse qui s'épanche des entailles pratiquées annuellement. Ces pins, qui se marient, au delà de Marancin, au chêne-liége, constituent aujourd'hui une véritable richesse forestière. Sans eux les dunes eussent continué leur marche envahissante et compromis inévitablement la capitale de l'ancienne Guienne.

« La plaine sablonneuse et aride des Landes, dans laquelle on ne cultive souvent que du *seigle*, du *millet*, du *maïs* et des *pommes de terre*, a pour limite, au Nord-Est, la vallée traversée par la Garonne, et qui s'étend de Bordeaux à Toulouse. Cette vallée, d'une richesse incomparable, et dans laquelle on cultive du *tabac*, du *sorgho*, avec lequel on fait des balais blancs, du *chanvre*, du *colza* et de l'*osier*, est bordée, du côté du Quercy, par des coteaux couverts d'*abricotiers*, dont les fruits s'expédient à Paris et en Angleterre, et de *pruniers*, qui fournissent les prunes qu'on transforme en *pruneaux d'Agen*, *prune d'ente* ou *prune de Bordeaux*. Ces collines rappellent, par leur configuration, les versants sur lesquels existent, dans le Lot, les vignobles qui produisent les *vins noirs* et les *vins cuits de Cahors*. Elles ont aussi quelque rapport avec des coteaux du Périgord où végète très-bien le noyer. C'est aussi sur des collines qu'on cultive, dans le Tarn-et-Garonne, le chasselas de Montauban.

« La vallée de la Garonne, où l'on admire, chaque année, au mois de mai, de magnifiques productions de *trèfle incarnat*, de très-belles cultures de *lupin blanc* destiné, après avoir été enfoui à l'état vert, à maintenir la fertilité du sol, présente aussi des prairies verdoyantes. C'est sur ces herbages qu'on élève et qu'on engraisse la race *bovine garonnaise*, si remarquable par son développement, et qu'on multiplie la belle race *bovine agenaise*.

« Cette riche et riante vallée touche le département du Gers, dont les vignobles fournissent les eaux-de-vie connues sous le nom d'*eaux-de-vie d'Armagnac*, et dans lequel on spécule très en grand sur l'élevage de l'*oie de Toulouse* et des *poules de Caussade*, et elle est voisine du Béarn, ancienne province bien connue par le vin, de si populaire mémoire, qu'on récolte à une faible distance des coteaux de Jurançon.

« Le voyageur ne peut quitter les terres traversées par le gave de Pau sans parcourir les fertiles et riantes vallées de Tarbes et de Bagnères, et admirer les chevaux de la race bigourdane qu'on y élève, mais qui n'ont pas la souplesse et l'élégance que possédait l'ancienne race navarrine, et les belles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vaches appartenant à la *race béarnaise*, réputées pour leurs propriétés laitières.

« La vallée de Bagnères, comme tant d'autres, conduit aux Pyrénées, où l'homme contemple toujours une nature à la fois plus sévère et plus majestueuse. C'est, en effet, un spectacle bien imposant que ces montagnes qui semblent lutter sans cesse contre les éléments pour conserver leur forme, leur élévation et leur parure. Malheureusement la nature paraît avare de sa lumière dans cette région comme dans les montagnes alpines, et c'est à peine si toutes les vallées, si tous les versants des montagnes peuvent recevoir les rayons du même soleil. Il semble que Dieu a dit à l'agriculteur de ces belles contrées : « Tu seras solitaire et silencieux au sein de ces montagnes, et tu rachèteras la jouissance que tu éprouveras au péril de ton existence ! » C'est, en vérité, une vie bien pénible que celle qui s'écoule dans les montagnes. Si l'homme, pendant les beaux jours de l'année, se complaît à la vue des *rhododendrons* qui décorent la cime des monts, des *silènes*, des *narcisses*, des *gentianes*, du *thym*, de la *lavande* et d'autres plantes, qui répandent, nuit et jour, des parfums délicieux dans les régions élevées; s'il aime à parcourir les riantes vallées limitées par des colosses terrestres se perdant dans les nuages; enfin, s'il éprouve un bonheur indéfinissable à fouler l'herbe la plus riche, le gazon le plus touffu qui tapisse ces lieux, il frissonne d'épouvante lorsque le ciel s'assombrit, et que le soleil a perdu une partie de son éclat. C'est qu'il redoute, dans ces belles contrées comme dans les montagnes Noires, les vents impétueux, les neiges abondantes, les gelées de printemps et d'automne, et surtout les brouillards intenses qui répandent dans son âme une involontaire émotion de rêveries et surtout de terreur !

« Les agriculteurs de la plaine de Toulouse jouissent d'un spectacle moins grandiose, mais plus riant, à tous les moments de l'année, que les habitants des régions alpine et pyrénéenne. A côté de la vigne, ils cultivent le *froment* et le *maïs*. Les agriculteurs du Tarn multiplient, outre ces plantes, le *pastel*, l'*anis* et la *coriandre*.

« Les habitants qui vivent sur les coteaux ou dans les vallées étroites du Rouergue, du Gévaudan et de l'Auvergne sont bien moins favorisés; ils sont exposés à des transitions très-brusques de température qui limitent les spéculations agricoles auxquelles ils peuvent se livrer. Ici, comme sur les *Ségalas* des Cévennes, la culture du *seigle* et du *sainfoin*, alliée à la multiplication ou à l'entretien des bêtes à laine, forme le seul système qu'on puisse suivre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec profit. Là, la nature des terres oblige à spéculer de préférence sur l'élevage de la *race bovine d'Aubrac*. Ailleurs, enfin, on ne peut entretenir que des vaches et fabriquer, dans les burons, du *fromage du Cantal* ou d'Auvergne, ou uniquement des *brebis du Larzac*, dans le but d'entreprendre la fabrication du *fromage de Roquefort*.

« Il faut habiter une des fermes qu'on rencontre sur les côtes de l'Aveyron ou résider sur les plateaux volcaniques de la Planèze ou de Polignac pour pouvoir cultiver le froment. La culture de la *lentille verte d'Auvergne* n'est possible que sur les terres volcaniques du Velay.

« Le Velay est très-pittoresque; il est hérissé de hautes montagnes abruptes couvertes de noirs rochers, produits de volcans éteints qui le soir, au soleil couchant, semblent encore alimentés par le feu central. Du sommet du mont Mezenc, on admire un panorama unique; on domine des horizons grandioses, des anciens cratères, des lacs, des gorges profondes; puis la vue s'étend sur de riants pâturages, sur des collines ornées de vignobles ou de forêts d'épicéa, des vallées dans lesquelles les céréales se marient agréablement aux prairies qui assurent l'existence de la *race bovine du Mezenc*.

« L'Auvergne est plus pittoresque encore; quiconque n'a pas visité les vallées de la Cère, de la Jordane, etc., se rend difficilement compte de l'aspect que présentent les paysages au moment de coucher du soleil. Ici, les parcs à troupeaux et les ravines rocheuses sont éclairés par des tons vermeils les plus curieux; là, les vapeurs grisâtres couvrent le fond des vallées et ensevelissent les villages, la verdure, les fleurs des prairies, et les fruits des jardins et des vergers; plus loin, les riches teintes de l'aurore éclairent les sommets des montagnes et réveillent les animaux confinés dans les parcs. C'est à cette heure que les buroniers et les bergers s'appellent et se saluent de montagnes en montagnes, comme s'ils avaient besoin de s'assurer qu'ils ne vivent pas seuls dans ces lieux solitaires.

« Les montagnes du Centre ne renferment pas de glaciers, mais elles sont exposées à des vents très-violents, à des rafales terribles qui amoncellent la neige dans les vallées et rendent inhabitables, durant l'hiver, toutes les hauteurs cantaliennes.

« La multiplication de l'espèce bovine dans les montagnes de l'Auvergne est une industrie dont les conséquences ont une grande importance; c'est elle qui alimente annuellement de jeunes animaux appartenant à la *race de Salers* et à la *race du Limousin*, les contrées qui emploient le bœuf comme animal de travail.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette industrie est d'autant plus lucrative pour celui qui l'adopte, qu'elle est basée sur l'existence de bons pâturages ou de prairies irriguées. Cette spéculation est aussi en usage dans le Quercy, le Limousin et les Marches, où l'on observe, à côté de terres accidentées et incultes, des vallées arrosées avec soin, où l'on remarque, non loin de magnifiques châtaigniers, des cultures de sarrasin et des champs de navets destinés à assurer l'engraissement des bêtes bovines pendant l'hiver.

« L'Auvergne n'est pas seulement intéressante par la beauté des sites qu'on y admire, par les spéculations agricoles qu'elle a adoptées dans le but d'utiliser les pâturages qui couvrent ses élévations volcaniques; elle se distingue des autres localités qui l'environnent par la fertile vallée de la Limagne. Cette vallée, dans laquelle on observe les plus riches cultures et de nombreux pommiers, noyers, cerisiers, abricotiers, dont les fruits alimentent Paris, aboutit au Bourbonnais et est peu éloignée du Lyonnais, du Charolais et du Nivernais. Ces deux dernières provinces ont à peu près le même aspect. Ainsi, partout, les haies divisent et subdivisent les héritages, et les herbages qu'on y remarque servent à l'entretien de la belle *race charolaise*, cette race rivale de la race durham.

« Le Morvan avec ses belles forêts et sa race bovine très-travailleuse, mais moins docile que la *race de Salers* et la *race nivernaise*, est une contrée agricole secondaire. Il en est de même de la Sologne et du Berry, considérés sous un point de vue général. L'une et l'autre présentent encore d'immenses étendues de terres incultes et de nombreux étangs qui les rendent peu salubres. Toutefois, le sol du Berry n'est pas partout rebelle à l'intelligence et aux capitaux du cultivateur. En dehors des Brandes et de la Brenne et sur les confins du Nivernais, du Bourbonnais et des Marches, on observe des parties calcaires qui rivalisent, par leur fécondité, avec les bonnes parties de la plaine orléanaise. Le Sancerre est connu depuis longtemps par la bonne qualité de ses terres arables. C'est là qu'on rencontre les meilleurs *moutons du Berry*; c'est là aussi que commencent les vignes qui s'étendent jusque dans le Blaisois, et qui fournissent les *vins du Cher* si remarquables par leur couleur foncée.

« Les vins blancs qu'on récolte à Chavignol n'ont ni le bouquet des *vins de Pouilly* qu'on récolte dans le Nivernais, ni le moelleux des *vins blancs de Vouvray*. Ces derniers vins, d'un goût très-agréable, ont autant d'importance que les *pruneaux de Tours* et les *chanvres de la Loire*; ils complètent heureu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sement les productions agricoles de la Touraine, ce véritable jardin de la France.

« L'Orléanais a des vignobles comme le Blaisois et le Vendômois; mais ses vins, quoique d'une belle couleur et d'un goût agréable et franc, ont, pour beaucoup de personnes, moins de valeur que le *vinaigre d'Orléans*, le *vin de Beaugency*, l'excellent *fromage* qu'on fabrique à Olivet, et ils sont moins recherchés que la chair exquise et parfumée des *petits moutons solognots*. C'est près de Vendôme qu'est situé le clos qui fournissait à Henri IV *le vin de Suresnes !*

« L'Orléanais, comme la Touraine et l'Anjou, est traversé par la Loire et présente une des plus riches vallées. Le *val de la Loire* est, en effet, réputé pour sa productivité et la manière dont il est cultivé. Il rivalise, sous tous les rapports, avec les grandes vallées du Rhin, du Rhône et de la Garonne. Mais, si ces belles vallées sont les localités agricoles les plus productives et de véritables séjours de bonheur pour ceux qui les cultivent, elles ont parfois de graves inconvénients. Ici, la grêle et l'orage, dont le voisinage des hautes montagnes ou des grandes étendues forestières détermine la formation, anéantissent parfois, en quelques minutes, des richesses obtenues à l'aide d'un travail rude et opiniâtre. Là, les pluies ravinent les coteaux, entraînent des masses énormes de terre sur les cultures et les prairies qui font l'ornement de ces vallées. Plus loin, des pluies abondantes ont grossi les ruisseaux; ceux-ci ont forcé les fleuves à rompre les digues qui les retiennent, à épancher leurs eaux rugissantes dans la vallée et sur des plaines étendues. Bientôt, il est vrai, cette mer éphémère rentre dans ses limites, mais hélas! les eaux ont laissé des traces profondes de leur rapide passage et de leur crue intempestive! Elles ont occasionné d'immenses calamités en déracinant les arbres, en détruisant les habitations, en couvrant les terres arables de sable pur et de graviers, en transformant, enfin, ces vallées naguère si fleuries en une contrée stérile!

« La région qui comprend toutes les provinces du centre est favorisée quant au climat. Elle est exempte des extrêmes d'humidité si favorables à la Normandie et si nuisibles à la Bretagne, des extrêmes de chaleur dont la région du Nord est si avide et que celle du Sud redoute, des extrêmes de froid si pernicieux à la région de l'olivier et si utiles à celle de l'Est. Hélas! pourquoi faut-il qu'en face de tous ces avantages son sol manque de calcaires sur de grandes surfaces et qu'on n'y observe pas cà et là les canaux d'irrigation qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ornent et enrichissent tout à la fois le Dauphiné, la Provence, le Roussillon et le Béarn, les marnières qui sont si utiles à la Puysaie, à la Picardie et à la Beauce; les faluns à l'aide desquels les Tourangeaux augmentent la puissance des terres qu'ils exploitent! L'absence de tous ces moyens de fertilisation permet de dire, malgré les semis considérables de pins maritimes qu'on fait chaque année, que la bruyère, la sombre couleur des landes, le vert foncé des ajoncs donnent à la région des plaines du centre des teintes qui s'effaceront très-lentement de sa surface malgré l'intelligence et le dévouement des hommes qui se sont imposé la noble mission de la rendre riche et fertile.

« L'Auxerrois, très-voisin de la Puysaie, n'est pas, à proprement dire, une contrée agricole ; mais il produit des vins renommés à juste titre, quoique ces vins soient moins pourvus de spiritueux et de bouquet que ceux de la haute Bourgogne. Les *vins rouges de la Chaînette*, de *Coulange-la-Vineuse*, de la *grande côte d'Auxerre*, sont corsés et ont beaucoup de finesse. Les *vins blancs de Chablis* sont aussi très-estimés; mais ils ont une moindre réputation que les *grands vins mousseux de Champagne* qu'on récolte à Sillery, Aix, Cramant et Avize. Ces vins, plutôt aimables que généreux, et les *vins rouges de Bouzy* si remarquables par leur délicatesse et leur bouquet, ont rendu célèbre la Champagne dans toutes les parties du monde.

« Mais cette ancienne province n'est pas connue seulement par les vins mousseux qu'elle produit; on sait partout qu'elle existe en France et qu'elle présente, entre Sezanne, Châlons et Troyes, une immense surface de terres crayeuses arides et incultes, à laquelle on a donné le nom de *Champagne pouilleuse*. Cette vaste plaine semble appelée à une destination nouvelle. Le pin d'Écosse et le pin noir d'Autriche qu'on y plante, le sainfoin qu'on y cultive doivent modifier ses propriétés physiques, accroître la fécondité et permettre d'y quadrupler le nombre de bêtes à laine qu'on y élève ou qu'on y entretient. Ces animaux sont les seuls qu'il soit possible d'y avoir. Déjà plusieurs agriculteurs ont des troupeaux dignes de figurer dans les bergeries du Châtillonnais, localité où la race ovine mérinos s'est conservée avec toutes les qualités originelles.

« La Brie, si renommée autrefois pour ses troupeaux, et dans laquelle naquit le berger Jehan, qui devint ministre de Charles V, touche à la Champagne; mais son agriculture y est plus productive. Il devait en être ainsi pour deux motifs : d'abord les terres de cette ancienne province sont de bonne qualité; ensuite les fermiers qui les exploitent peuvent y consacrer de grands

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

capitaux. La culture qu'on y suit constitue le système que l'on a appelé *agriculture libre,* et qui consiste à accorder une plus ou moins grande extension à la culture du blé ou du colza, suivant le prix de vente des graines qu'ils fournissent. La Brie est aussi renommée pour ses *fromages*, et pour la surface qu'elle a assainie à l'aide du *drainage*.

« La Beauce possède de beaux et nombreux troupeaux, mais elle a fait peu de progrès depuis un demi-siècle, parce qu'elle persiste à conserver l'assolement triennal soutenu uniquement par des prairies artificielles à longue durée; il en est de même du Gâtinais, province renommée par le *safran* qu'elle produit et le *miel blanc* qu'y fournissent les abeilles. Ces localités, comme la Brie et la Picardie, présentent de vastes plaines, dans lesquelles le voyageur ne distingue souvent, en été, que l'azur du ciel et les vagues d'or des céréales, signe certain d'une grande richesse, d'une contrée heureuse et prospère. Ces belles plaines granifères confinent le Perche, où l'on élève le *cheval percheron*, et l'Ile-de-France, où l'on multiplie la *poule de Houdan*.

« L'Ile-de-France renferme aussi des vignobles; mais les vins qu'on y récolte n'ont plus les qualités qu'ils possédaient au XIIIe siècle, et qui ont permis à Henri d'Andely de les placer au-dessus des vins de l'Orléanais et de la Bourgogne. Toutefois, si les vignes des coteaux de Suresnes, d'Argenteuil, etc., produisent des vins acides, les vignes de Thomery, de Conflans-Sainte-Honorine fournissent de très-beaux raisins, que l'on vend en France et à l'étranger sous le nom de *chasselas de Fontainebleau*.

« La petite culture des environs de Paris est très-prospère; elle fournit des légumes qui sont moins précoces, mais qui ont plus de fraîcheur que les produits des cultures horticoles de la Picardie, de l'Anjou, de la basse Bretagne, du Bordelais et du Roussillon. Les *fraises* récoltées à Clamart, Fontenay-aux-Roses ont certainement autant de parfum que celles qu'on expédie de Bordeaux ou de la plaine d'Hyères. La culture du *cresson de fontaine* occupe de grandes surfaces sur les confins de la Picardie.

« Les plaines de la Brie, de la Beauce et de l'Ile-de-France, véritables greniers d'abondance, sont sans contredit les localités où l'agriculture rapporte le plus de profit à celui qui s'y adonne. Ce succès, dont personne ne peut nier la véracité, prouve qu'on peut faire de l'argent avec l'agriculture quand on sait coordonner un système de culture avec la position dans laquelle on est placé. Peu de cultivateurs, dans les départements qui avoisinent Paris, échouent dans leurs entreprises; c'est qu'ils réfléchissent toujours avant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'adopter une spéculation, un procédé agricole ; c'est qu'ils se tiennent au courant des découvertes faites par la science agricole ; c'est qu'ils ont, enfin, des rapports fréquents avec les hommes qui étudient et comparent les faits pour en déduire des conséquences pratiques.

« Certes, avec le concours et les lumières de la science, l'agriculture continuera inévitablement de progresser dans toutes les régions. Alors notre pays n'aura rien à envier aux autres puissances ; alors aussi nous pourrons répéter cette maxime déjà ancienne, mais vraie : la France est bien le plus beau royaume après celui du ciel ! »

ARTS MÉCANIQUES.

MÉMOIRE SUR LE RABOTAGE DES MÉTAUX, PAR M. TRESCA,

Membre du Conseil.

(*Suite*) (1).

II. *Copeaux engagés par les deux côtés.*

Le mode d'action que nous avons examiné jusqu'à ce moment n'est pas celui qui est le plus ordinairement réalisé dans l'industrie, où la plupart des copeaux sont détachés d'un bloc auquel ils adhèrent, non pas par une seule face plane, mais par une surface courbe, continue, qui se prolonge latéralement. On comprend que cette liaison latérale puisse exercer une influence sur le résultat du rabotage, et, pour mieux nous en rendre compte, nous avons pensé d'abord à rendre cette influence symétrique, en cherchant à enlever le copeau à l'aide d'un outil qui formerait rainure dans le métal, l'étude de ce mode de rabotage devant nous servir ensuite à expliquer les effets observés sur un copeau n'ayant plus qu'une attache latérale au lieu de deux.

Plus tard nous avons formé le bloc à raboter par la juxtaposition de deux pièces, en contact par une face plane, de manière à obtenir ainsi un copeau en deux fragments, dont l'étude nous sera fort utile dans nos appréciations ; mais nous commencerons par décrire les expériences les plus simples.

---

(1) Voy. cahier de novembre 1873, p. 584. Voy. également les planches 497 et 498 de ce cahier, dont il est encore question dans la suite de cet article.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Face agissante de l'outil plane et perpendiculaire à la direction du mouvement.

Nous n'avons opéré directement que sur peu de substances, bien que nous ayons pu recueillir, dans les ateliers, un certain nombre d'exemples d'opérations analogues, faites avec d'autres métaux.

8 *juin* 1870. — *Rabotage du plomb,* $l = 117$; $m = 16$. — Six passes ont été faites successivement, avec un outil de 16 millimètres de largeur, dans un bloc de plomb de 117 de longueur. Les six copeaux, figures 29 et 30, planche 498, obtenus sur toute cette longueur ont donné lieu aux constatations suivantes :

8 juin 1870. — *Rabotage du plomb,* $l = 117$; $m = 16$.

NUMÉROS des expériences.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	ÉPAISSEUR primitive e mill.
1	5,05	29	0,248	0,237
2	18,75	45	0,385	0,881
3	40,15	58	0,495	1,887
4	53,35	61	0,522	2,507
5	68,00	64	0,547	3,196
6	99,00	64	0,547	4,691

Ils se sont tous recourbés sous la pression de l'outil, et il est nécessaire de les figurer pour en donner une idée exacte.

La face extérieure est sillonnée transversalement; les bords sont cisaillés; l'extrémité du côté de l'entrée est plus évidée que l'autre, qui se fait remarquer dans les gros copeaux par une partie plate, arrachée à la face d'aval du bloc.

Le coefficient R, faible d'abord, augmente rapidement avec l'épaisseur, mais il n'est pas sensiblement moindre, à épaisseur égale, que pour les copeaux entièrement libres, et cette circonstance nous aidera à expliquer bientôt les déformations particulières qu'éprouvent les copeaux qui ne sont engagés que d'un seul côté.

L'épaisseur du dernier échantillon sort évidemment des conditions de la pratique, et il aurait été, d'ailleurs, impossible de la dépasser sur la machine dont nous disposions.

On a coupé le dernier copeau suivant le plan de symétrie, ce qui a permis de constater qu'il est, sur la plus grande partie de sa longueur, d'une épaisseur à peu près

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

constante, si ce n'est aux extrémités, où les caractères généraux, déjà indiqués, sont encore plus manifestes.

L'avant-dernier copeau a entraîné, à son extrémité, sous forme de bavure très-régulière, une partie du métal sous-jacent qui avait formé à chacune des passes précédentes une sorte de bec, dont la saillie atteignait plus de 5 millimètres au moment de la séparation.

2 *juin* 1870. — *Rabotage du plomb*, $l = 118$; $m = 16$. — Expérience tout à fait analogue à la précédente.

Neuf échantillons, figures 27 et 28, planche 498, conduisent aux résultats suivants, pour des épaisseurs moindres :

2 juin 1870. — *Rabotage du plomb*, $l = 118$; $m = 16$.

NUMÉROS des expériences.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	ÉPAISSEUR primitive e mill.
1	0,85	16	0,137	0,040
2	2,20	23	0,197	0,102
3	5,45	28	0,239	0,254
4	9,95	31	0,265	0,463
5	10,90	32	0,274	0,508
6	12,30	35	0,299	0,573
7	12,82	35	0,299	0,600
8	15,70	38	0,324	0,732
9	20,00	38	0,324	0,932

Les valeurs de R concordent parfaitement avec les précédentes et ont l'avantage de se rapporter à des échantillons dont l'épaisseur se rapproche davantage de celle des copeaux entièrement libres. Ils sont tous très-réguliers, et les stries sont de plus en plus accentuées à mesure que l'épaisseur augmente.

13 *juin* 1870. — *Rabotage du plomb*, $l = 115$; $m = 16$. — Même expérience pour deux copeaux, figures 31 et 32, planche 498; seulement la mesure des épaisseurs a été obtenue directement par le nombre de tours de la vis du porte-outil, qui détermine l'avancement; et c'est pour cela que nous l'avons désignée par une nouvelle notation e'.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉROS des échantillons.	LONGUEUR finale *l*.	COEFFICIENT de réduction R.	ÉPAISSEUR primitive *e'* mill.
1	45	0,391	1,8
2	48	0,417	2,7

L'épaisseur de ces échantillons, comme celle des essais suivants, a été exagérée outre mesure pour faire apparaître les faits les plus saillants.

Le second copeau a été coupé suivant son axe pour connaître son profil longitudinal, qui offre quatre mamelons très-saillants, de longueurs à peu près égales.

Les autres essais ont eu aussi pour objet de rendre l'étude des copeaux plus complète, et nous nous bornerons à indiquer les points principaux qui les caractérisent.

13 *juin* 1870. — ***Rabotage du plomb, $l=62$; $m=16$.*** — Les expériences précédentes ayant accusé, sur les bords, le mode de plissement du copeau, nous avons cherché à manifester cette déformation d'une manière plus complète en composant le bloc de deux parties ajustées suivant une face plane, perpendiculaire à l'axe du copeau. Le résultat a été très-net, figures 35 et 36, planche 498, en ce sens que la base inférieure du copeau d'amont passe sous le copeau d'aval en formant une sorte d'avant-bec cylindrique, qui montre comment la matière est refoulée devant l'outil, jusqu'à la distance de plus de 10 millimètres. Des déplacements de même genre, mais beaucoup plus limités ont été réalisés dans la partie restante des blocs, près de la surface de séparation.

La surface de glissement, ainsi ménagée, paraît n'avoir pas été favorable au raccourcissement, ou tout au moins ne l'avoir pas influencé d'une manière notable.

NUMÉROS des échantillons.	LONGUEUR finale *l*.	COEFFICIENT de réduction R.	ÉPAISSEUR primitive *e'* mill.
1	32	0,516	3,6
2	40	0,645	5,4

15 *juin* 1870. — ***Rabotage du plomb, $l=48$; $m=16$.*** — Le bloc est formé de deux parties juxtaposées suivant le plan de symétrie du copeau, de manière que celui-ci soit formé de deux bandes séparables suivant le plan moyen, et dans la vue d'étudier plus facilement la forme de sa section moyenne; en fait, ce moyen de contrôle nous a complétement fait défaut, les deux parties ayant, dès le commencement, divergé l'une par rapport à l'autre, et ayant ainsi formé deux copeaux distincts et symétriques, figure 33, planche 498, mamelonnés à l'extérieur et moins raccourcis; cette séparation très-régulière a été constatée dans les expériences suivantes et suffit pour démontrer qu'à la faveur de la séparation en deux bandes le refoulement est plus grand pour la partie qui est tranchée sur les bords que pour le milieu de la pièce, où il n'y avait, dès l'abord, qu'un simple contact entre les deux lèvres raccordées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une première passe dans laquelle l'outil s'est mal engagé a été interrompue; la seconde, seule dessinée, a donné les résultats suivants :

NUMÉROS des échantillons.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l'_1 à l'extérieur.	LONGUEUR finale l'_2 à l'intérieur.	COEFFICIENT de réduction R, à l'extérieur.	COEFFICIENT de réduction R, à l'intérieur.	ÉPAISSEUR primitive e' mill.
2	x	32	29	0,67	0,60	3,6

Les deux parties de ce copeau étant, d'ailleurs, restées adhérentes aux blocs, leur poids n'a pu être déterminé.

15 *juin* 1870. — *Rabotage du plomb*, $l = 79$; $m = 16$. — Mêmes dispositions. Le copeau s'est de même séparé en deux cornes distinctes, mais elles sont plus longues et, par suite du tracé fait à l'avance, sur le bloc, d'une suite d'ordonnées verticales, équidistantes, de 5 millimètres en 5 millimètres, sur la face de séparation, on suit mieux encore le mode de déformation, soit dans le copeau, soit même sur le bloc auquel ce copeau est resté adhérent. La figure 34, planche 498, reproduit toutes les dispositions de l'échantillon. Les deux moitiés du copeau sont, d'ailleurs, parfaitement symétriques.

NUMÉROS des échantillons.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l'_1 à l'extérieur.	LONGUEUR finale l'_2 à l'intérieur.	COEFFICIENT de réduction R, à l'extérieur.	COEFFICIENT de réduction R, à l'intérieur.	ÉPAISSEUR primitive e' mill.
1	x	41	60	0,52	0,76	3,6

Les lignes verticales, tracées sur la face de séparation, sont déviées dans le bloc jusqu'à une profondeur de 3 à 4 millimètres au-dessous du plan de rabotage, et la dernière est entraînée horizontalement, en avant du bloc, dans toute l'épaisseur du copeau. Les lignes transversales, tracées également à la surface supérieure, sont aussi déviées, mais d'une manière un peu moins sensible.

17 *juin* 1870. — *Rabotage du plomb*, $l = 79$; $m = 16$. — Mêmes dispositions; on avait préalablement tracé, sur la face supérieure et sur la face d'assemblage des deux parties du bloc, une série de lignes longitudinales, de millimètre en millimètre; on les retrouve dans le copeau avec lequel elles se sont déviées; elles sont à peu près restées équidistantes entre elles, mais cette équidistance est maintenant différente, et leur écartement peut être estimé à environ 3 millimètres. C'est la première fois que nous pouvons constater directement l'augmentation d'épaisseur dans le copeau lui-même, et l'examen des lignes, sur le copeau non détaché, montre bien dans quelle phase de l'opération cet écartement se produit, figure 1, planche 500.

Le copeau n'étant pas détaché de son support, aucune constatation n'a pu être utilement faite sur la valeur du coefficient de contraction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

21 *juin* 1870. — *Rabotage du plomb*, $l = 320$; $m = 10$. — Mêmes dispositions. En nous servant, pour cette expérience, de l'une des machines de l'atelier de M. Pihet, nous avons pu enlever une épaisseur de matière de $8^{mm},94$. Le copeau a pris une forme de vrille beaucoup plus prononcée, et il n'a pas été possible d'en mesurer la longueur par suite de l'adhérence que nous voulions lui laisser avec le bloc.

21 *juin* 1870. — *Rabotage de l'étain*, $l = 100$; $m = 10$. — A titre de rapprochement avec les faits qui précèdent, nous avons opéré un rabotage analogue sur un bloc d'étain, préalablement bien dressé. La résistance plus grande de ce métal a exigé que nous transportions notre même outil sur une machine plus puissante. On verra, par les chiffres du tableau, que le coefficient de réduction augmente avec l'épaisseur, depuis $R = 0,52$ jusqu'à $R = 0,69$.

Le plus gros échantillon présente un intérêt tout particulier, en ce que le mamelonnage observé sur le plomb, pour ces épaisseurs exagérées, se traduit ici par des saillies plus régulières, disposées comme les dents d'un rochet, et rappelant les facettes de glissement du zinc, qui s'expliqueront très-facilement par quelques considérations géométriques.

L'étain, à cause de son inoxydabilité, serait préférable au plomb pour la préparation d'échantillons bien définis, figures 2 et 3, planche 500, que l'on voudrait conserver dans leur état primitif.

21 juin 1870. — *Rabotage de l'étain*; $l = 100$; $m = 10$.

NUMÉROS des expériences.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	ÉPAISSEUR primitive e mill.
1	1,18	52	0,52	0,16
2	6,51	66	0,66	0,89
3	9,95	73	0,73	1,37
4	10,19	71	0,71	1,40
5	22,68	69	0,69	3,11
6	20,72	54	0,54	2,70

8 et 9 *juin* 1870. — *Rabotage du zinc*, $l = 122$; $m = 5$. — Dans les deux séries les copeaux sont formés d'éléments presque tous disjoints, composant autant de prismes triangulaires déterminés par des faces de glissement inclinées sous un angle aigu par rapport à la face agissante de l'outil, figure 25, planche 498.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On remarque, d'ailleurs, que les vagues latérales sont souvent transformées en véritables pointes de plusieurs millimètres de longueur, indiquant que la matière comprimée a été projetée par instants, avec violence, sur les deux côtés du copeau.

Pour obtenir les mêmes résultats sous des dimensions plus accessibles à un examen approfondi, nous avons dû opérer, avec un large burin, sur du savon en pâte bien homogène. La description de ces expériences spéciales nous éloignerait, en ce moment, de notre but principal, et nous sommes ainsi conduit à les réserver pour un autre travail. On verra cependant, au chapitre de la théorie géométrique du rabotage, que nous touchons ainsi à un cas extrême, apportant sa part de démonstration à l'ensemble du travail actuel.

8 et 9 *juin* 1870. — *Rabotage du zinc*, $l = 122$; $m = 16$. — Les attaches latérales du copeau sont-elles favorables à sa formation en un seul solide. C'est ce que l'expérience a décidé par la négative. On n'a pu obtenir que des copeaux de très-faible épaisseur, figure 26, planche 498; néanmoins, il a été facile de reconnaître que la face primitive du bloc n'était représentée dans le copeau que par une suite d'éléments disjoints, à peine adhérents les uns aux autres par quelques points, et rappelant les glissements observés dans le rabotage du savon.

Ces copeaux étant très-plissés et ne pouvant se redresser, leur longueur a dû être évaluée, un peu arbitrairement, à 50 ou 55 millimètres, ce qui correspond à $R = 0{,}525$. Il faut, pour raboter le zinc, se servir d'outils plus favorables sous le rapport de la disposition du tranchant.

Considérations communes aux différentes séries précédentes.

Les expériences qui viennent d'être décrites seraient fort incomplètes si l'on ne devait trouver, dans une autre partie de ce mémoire, des essais comparatifs sur l'influence de l'attache latérale des copeaux.

Nous avons voulu montrer seulement que, dans ces conditions, qui guident le mieux l'outil, on peut enlever des copeaux d'une grande épaisseur, sans les éloigner, outre mesure, des formes géométriques déjà constatées.

Le coefficient de contraction augmente avec l'épaisseur ; le fond de la coupe est toujours plan et lisse; l'axe ne prend aucune déviation latérale; la courbure générale diminue quand l'épaisseur augmente; la surface est d'autant plus mamelonnée que cette grande épaisseur apporte un obstacle plus considérable à l'échappement.

Nous n'aurions donc qu'à confirmer, pour ces échantillons, les indications déjà présentées à l'égard des autres s'il n'y avait à faire ressortir trois circonstances caractéristiques qui ne s'étaient pas présentées jusqu'alors :

1° Les deux bords sont plus nettement coupés dans tous les échantillons, encore bien que les rides s'y prolongent, en effaçant, en forme de congés, les arêtes supé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rieures du prisme enlevé. Pendant son refoulement, la matière réagit sur les bords du sillon qui sera formé dans le bloc, et forme ainsi une bavure entre le copeau et l'outil, bavure que nous ne pouvons mieux assimiler qu'à celles dont nous avons parlé en décrivant nos expériences d'écoulement concentrique.

2° Le fond et les bords de la passe sont refoulés dans le bloc jusqu'à une certaine distance des parois rabotées, souvent jusqu'à plusieurs millimètres en profondeur et plus encore en avant de l'outil.

3° La matière, refoulée par la pression de la face agissante de l'outil, s'accumule surtout vers le plan moyen du copeau; il y a, des deux côtés de ce plan moyen, des réactions très-énergiques, et le dégagement du copeau se trouve grandement facilité lorsque les deux moitiés peuvent se séparer l'une de l'autre, en formant les cornes très-caractéristiques figurées dans plusieurs des dessins.

III. *Copeaux engagés d'un seul côté.*

Bien que l'emploi d'un outil à profil rectangulaire soit peu usité dans l'industrie, nous avons pensé qu'il était nécessaire d'étudier comparativement son action, dont la connaissance nous sera utile lorsque nous aurons à examiner comment les choses se passent réellement dans la grande pratique industrielle.

Étant donné, par exemple, un outil à tranchant rectiligne de **10** millimètres, avec arête latérale d'une acuité suffisante, cet outil pourra être employé à faire, sur le bord d'un bloc, des passes de toutes largeurs et de toutes épaisseurs jusqu'à cette limite de **10** millimètres, et il est intéressant de savoir à quelles transformations géométriques l'emploi d'un pareil outil conduira.

Si la face agissante est plane et si l'acuité est la même sur les deux arêtes, il est évident que, sauf l'influence qui pourrait être attribuée aux trépidations de la partie libre de l'outil, on pourra, sans aucune modification dans le résultat, alterner les dimensions de la passe en largeur et en profondeur; mais il n'en serait plus de même pour un outil plan qui ne présenterait pas cette égalité entre les deux angles solides qui aboutissent aux arêtes coupantes, ni pour un outil cylindrique dont l'arête inférieure a toujours une acuité plus grande que l'arête latérale. Nous avons opéré successivement avec ces deux dispositions, mais les expériences les plus probantes sont celles qui ont été faites avec l'outil à angles égaux, qui est représenté en coupe longitudinale et en plan, et pour lequel on a $\alpha = \beta = 70°$, fig. IV, planche **497**.

Pour qu'il n'y ait aucune incertitude dans nos indications, nous désignerons pour largeur du copeau la dimension m, qui correspond à l'arête terminale de l'outil et pour épaisseur la dimension n, qui correspond à l'arête latérale.

24 *août* **1871.** — *Rabotage du plomb,* $l = 200$; $m = 2$; $n = 2$. — Dans l'emploi de l'outil à angles égaux, il est évident que, sauf l'influence très-secondaire des vibra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions de l'outil, si le prisme de matière que l'on enlève a une épaisseur égale à sa largeur, tout sera symétrique par rapport à la bissectrice de l'angle formé par les deux arêtes tranchantes, et il n'y aura aucune raison pour que le copeau ne se dégage pas suivant cette bissectrice.

C'est, d'ailleurs, ce que l'expérience a permis de constater dans le rabotage d'un prisme à base carrée pour lequel la largeur $m = 2$ et l'épaisseur $n = 2$ millimètres ont la même valeur.

Dans cette expérience nous avons, toutefois, fait mordre l'outil en largeur et en épaisseur un peu plus que ne l'indique la cote du côté du carré, afin de reconnaître le mode d'action sur les deux appendices latéraux qui seraient ainsi enlevés en même temps. Ces appendices, de 3 millimètres de largeur chacun, mais d'une épaisseur aussi faible que possible, ont été presque entièrement noyés dans le gonflement du copeau dans les deux sens.

Le copeau obtenu, fig. 4, planche 500, présente une longueur développée $l' = 42$ millimètres, pour une longueur primitive $l = 200$, ce qui donne $R = 0{,}210$.

On trouve, d'après cette première indication, $\left(\frac{1}{R}\right)^{\frac{1}{2}} = 2{,}182$, et ce nouveau coefficient nous indique l'accroissement linéaire de la section transversale qui correspond à la conservation du volume primitif, dans le cas où l'on supposerait que cette section reste carrée, après le gonflement effectué sous la pression de l'outil. Le côté du carré devrait donc être donné par le produit $2 \times 2{,}182 = 4{,}364$.

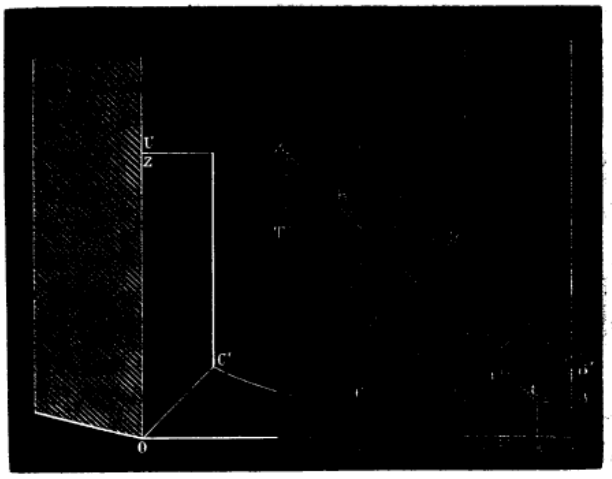


Fig. E.

Mais cette nouvelle section ne glisse pas sur la face de l'outil sans se déformer, et nous admettrons que, dans le cheminement du copeau suivant la diagonale OZ, il doit se produire une nouvelle déformation, résultant de ce que la face lisse AOB, qui s'étend par le refoulement jusqu'en A'OB', vient finalement se mouler sur la face verticale de l'outil, fig. E.

Lorsque, par suite d'un parcours suffisamment prolongé, la formation du copeau sera arrivée à l'état de régime, et s'il n'y a pas de nouvel écrasement produit, la sec-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion primitive AOBC se sera transformée en une section A′OB′C′ semblable, et c'est à partir de cette première transformation effectuée que chaque élément nouveau de cette section cheminera parallèlement à OZ, et, par conséquent, parallèlement à la face de l'outil, de manière à étager, les uns à la suite des autres, les éléments projetés en A′C′B′$b'c'a'$, qui constitueront, par leur juxtaposition, le prisme ATUB, dont la section droite se trouve modifiée dans des conditions géométriques que nous aurons plus tard à examiner.

Nous nous bornerons, pour le moment, à dire qu'en fait la section du copeau est triangulaire et se rapproche beaucoup de la forme indiquée en PQR. La largeur, dans la partie comprise entre les ailes, mesure 6,10 et la hauteur à la crête atteint 6,20.

28 *août* 1871. — *Rabotage du plomb*, $l = 200$; $m = n = 1$ à 3. — Les indications qui précèdent étaient trop caractéristiques pour qu'il ne fût pas nécessaire de les reproduire dans des conditions un peu variées. Nous aurions désiré qu'elles pussent être obtenues pour des sections carrées dépourvues de tout appendice ; mais, quelque soin que nous ayons pris, nous n'y avons pas réussi, même en graissant le métal et l'outil avant l'action. La matière se mamelonnait en couches irrégulières et superposées, et souvent même le copeau se déchirait transversalement sous la pression d'un outil aussi peu favorable à un bon résultat.

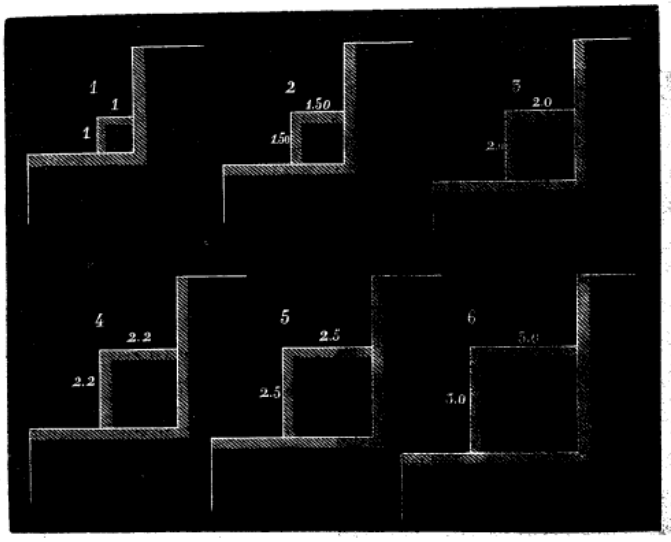


Fig. F.

En conservant des ailes au copeau nous avons pu, au contraire, avec des précautions convenables, démontrer la complète analogie des formes, depuis la section carrée de 1 millimètre de côté jusqu'à la section carrée de 3 millimètres, avec quatre intermédiaires entre ces extrêmes, fig. F. Pour le plus gros copeau, nous étions arrivé à la limite de résistance de notre machine.

Le graissage employé dans ces opérations ne pouvait être absolument régulier, et c'est à cette circonstance qu'il faut, sans doute, attribuer le petit excès de longueur du copeau n° 2, fig. 5, planche 500, sur le copeau n° 3. Tous les autres forment,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous ce rapport, une série parfaitement régulière et très-démonstrative, bien que les ailes soient un peu exagérées, dans les uns comme dans les autres. Le n° 3 est identique avec celui du 24 août; le n° 6 est dessiné fig. 6, planche 500.

28 août 1870. — *Rabotage du plomb*, $l = 200$; $m = n = 1$ *à* 3.

NUMÉROS des échantillons.	m.	n.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	HAUTEUR à la crête.
1	1,0	1,0	40	0,200	4,55
2	1,5	1,5	46,5	0,235	5,05
3	2,0	2,0	35	0,175	5,60
4	2,2	2,2	38	0,190	6,50
5	2,5	2,5	53	0,265	7,15
6	3,0	3,0	65	0,325	7,35

29 *août* 1870. — *Rabotage du plomb*, $m = 2$ à 4; $n = 1$, $m = 1$; $n = 2$ à 4; $l = 200$. — Les essais ont été continués le 29 août dans le but d'obtenir des copeaux de section rectangulaire dont les côtés primitifs eussent été mesurés à l'avance.

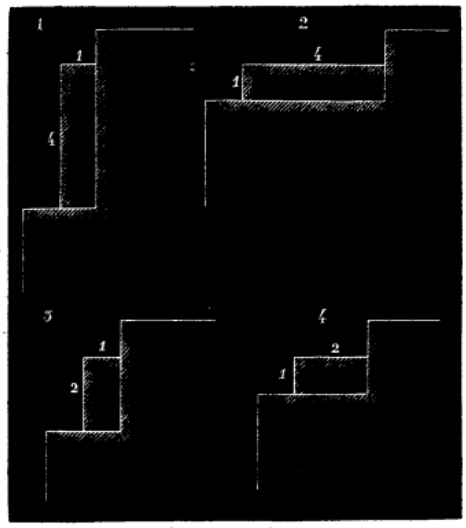


Fig. 6.

Avec les mêmes précautions, on a obtenu quatre copeaux, deux de 4 millimètres sur 1 et deux de 2 millimètres sur 1, avec franges de 1 millimètre de chaque côté, la plus grande face étant tantôt dans le sens de la largeur, tantôt dans le sens de l'épaisseur, fig. 6.

Le mesurage de ces copeaux était très-difficile à cause de leurs contournements; il a été obtenu en façonnant un fil très-fin de cuivre rouge, de manière qu'il coïncide exactement avec l'axe. Ce fil était ensuite coupé de longueur, redressé et mesuré; les quatre longueurs ainsi déterminées sont certainement égales entre elles à 1 millimètre près, fig. 7 et 8, planche 500.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

29 août 1871. — *Rabotage du plomb*; $l = 200$; $m = 4$ à 1; $n = 4$ à 1.

NUMÉROS des échantillons.	m.	n.	$m \times n$.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	ÉPAISSEUR à la crête.
1	4	1	4	52	0,260	4,8
2	1	4	4	52	0,260	5,6
3	2	1	2	52	0,260	4,8
4	1	2	2	52	0,260	4,1

26 *août* 1871. — *Rabotage du plomb*, $l = 200$; $m = 2,0$, fig. 9 et 10, planche 500, et $n = 3,0$, fig. 11 et 12, planche 500. — Pour compléter les indications qui précèdent nous avions cherché à faire varier les largeurs en opérant avec notre outil-type, coupant de la même façon sur les deux faces, pour des épaisseurs beaucoup plus petites.

Les copeaux se sont dégagés d'abord presque horizontalement, c'est-à-dire perpendiculairement à l'épaisseur, lorsque cette épaisseur était très-faible, pour se relever ensuite, d'une manière progressive, jusque vers 45°; mais il est manifestement plus difficile d'opérer dans ces conditions, sur de faibles épaisseurs, qu'avec un outil cylindrique.

Dans cette série nous avons obtenu, toutefois, des coefficients de réduction très-petits. Quelques-uns des copeaux ont de petites franges, mais elles ne paraissent pas avoir exercé d'influence notable sur les résultats.

Dans la série de 2 millimètres de largeur, les épaisseurs, d'abord très-petites, ont été augmentées successivement jusqu'à 0,2; les copeaux sont, en général, plus contournés, à mesure que l'épaisseur augmente, les stries plus profondes et le coefficient de réduction plus grand.

Pour les épaisseurs les plus faibles, le copeau se dégage normalement à la face rabotée, mais il se relève successivement à mesure que l'épaisseur augmente, et cette circonstance se lit sur les copeaux eux-mêmes, en ce sens que le bord d'entrée est perpendiculaire à la longueur du copeau, dans le premier cas, même lorsqu'il y a formation d'une frange, et en forme de V dans le second.

En présentant ces indications nous écartons cependant quelques anomalies qui se sont produites dans la formation de plusieurs copeaux, par suite de circonstances accidentelles; et, en ce qui concerne les échantillons les plus minces, qui sont à peu près droits, nous n'avons pas la complète certitude du côté qui correspond à la concavité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la série de 3 millimètres de largeur nous avons eu grande peine à ne pas obtenir de franges. Les échantillons les plus minces sont les plus droits et les plus courts, et lorsque le contournement, devenant trop rapide, l'extrémité libre du copeau vient rencontrer le bloc pendant l'opération, le frottement qui en résulte suffit pour le vriller outre mesure; mais c'est là un effet tout à fait secondaire et accidentel.

Dans les deux séries le refoulement étant nécessairement plus contrarié du côté engagé dans l'angle, et l'acuité de l'outil étant, d'ailleurs, la même sur les deux arêtes tranchantes, c'est de ce côté que la valeur de R est invariablement la plus grande.

Ce caractère est tout à fait la conséquence de la forme de l'outil; nous verrons plus loin que l'inverse se produira presque toujours avec un outil cylindrique.

La face lisse de tous les échantillons est, d'ailleurs, complétement plane.

26 août 1871. — *Rabotage du plomb*, $l = 200$.

SÉRIE DE 2 MILLIMÈTRES DE LARGEUR.				SÉRIE DE 3 MILLIMÈTRES DE LARGEUR.			
NUMÉROS des échantillons.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	NUMÉROS des échantillons.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.
1	0,068	8,5	0,042	1	0,152	13	0,065
2	0,090	10,5	0,052	2	0,233	14	0,070
3	0,084	12,5	0,067	3	0,270	18,1	0,090
4	0,073	12,5	0,067	4	0,327	25	0,125
5	0,126	15,0	0,075	5	0,950	25	0,125
6	0,270	15,8	0,079	6	0,680	27,8	0,139
7	0,417	20	0,100	7	1,200	32	0,160
8	0,317	18	0,090	8	1,900	37,5	0,187
9	0,720	22,5	0,112	9	3,380	27,5	0,137
10	1,030	26,2	0,131	10	3,520	30,0	0,150
11	2,140	29,0	0,145				

24 *août* 1871. — *Rabotage du plomb*. — A titre de complément aux copeaux engagés d'un seul côté, nous devons placer ici la description des copeaux que nous avons obtenus dans un angle rentrant, et qui font naturellement suite à ceux dans lesquels nous avons cherché à conserver des ailes adhérentes au corps principal, fig. H.

Les deux copeaux, fig. 13 et 14, planche 500, appartenant à cette catégorie ont été formés, l'un de deux ailes d'égale largeur et d'égale épaisseur, l'autre de deux ailes inégales en épaisseur et en largeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les deux cas, le copeau se formait sous une inclinaison voisine de 45°, qui s'est conservée pendant toute l'opération, lorsqu'il y avait symétrie entre les deux ailes, mais qui se déviait dans l'autre cas, par suite de la courbure causée par l'inégalité d'épaisseur.

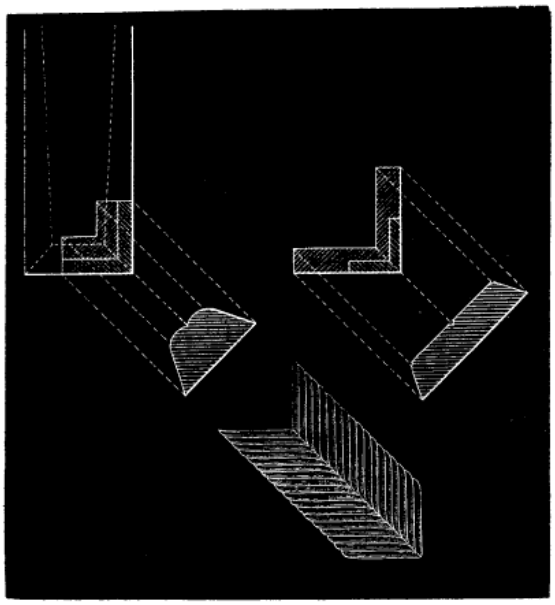


Fig. III.

Ces échantillons prouvent mieux qu'aucun autre le moulage de la section coupée sur la face agissante de l'outil, car le dos du copeau est tout à fait plan, quoique les deux prismes qui lui donnent naissance soient inclinés à angle droit l'un par rapport à l'autre. La disposition en barbe de plume de toutes les stries de ces deux spécimens est, d'ailleurs, particulièrement remarquable.

A l'inverse de ce qui se produit dans les autres cas, l'extrémité d'entrée est celle qui présente l'angle rentrant; celle de sortie, l'angle saillant.

28 *août* 1871. — ***Rabotage du plomb,*** $l = 200$. — Nous avons obtenu, dans des conditions analogues, mais pour des épaisseurs moindres, des copeaux dans lesquels l'angle primitivement rentrant est devenu un angle saillant après le rabotage.

Voici quelques figures de ces copeaux, fig. 15 et 16, planche 500, auxquels nous n'avons pas attaché d'autre importance, mais que nous avons dû signaler cependant pour n'omettre aucun des faits qui se sont présentés dans le cours des expériences.

13 *juin* 1870. — ***Rabotage du plomb,*** $l = 115$; $m = 14$. — Cette opération a été faite avec l'outil prismatique à angles inégaux, agissant sur le bord du bloc de manière que le copeau fût engagé par sa face inférieure et par l'un des bords, fig. 17, planche 500.

Deux copeaux seulement ont été obtenus.

NUMÉROS des échantillons.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	COEFFICIENT de réduction R'.	ÉPAISSEUR primitive e mill.
1	8,13	35	31	0,304	0,270	0,90
2	26,87	50	31	0,436	0,270	1,80

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le côté extérieur du copeau est celui qui s'est le plus refoulé et le plus plissé. Il y a eu, d'ailleurs, un écoulement latéral qui a porté respectivement la largeur primitive $m = 14$ à $m' = 15$ pour le n° 1 et à $m' = 17$ pour le n° 2.

Sur ce dernier copeau on retrouve les traces de plusieurs ordonnées verticales qui avaient été tracées sur le bloc; sur le bord engagé elles sont restées à peu près droites; sur le bord opposé, au contraire, elles se sont très-contournées, plus encore que celles de l'échantillon du 15 juin, qui était, il est vrai, engagé des deux côtés.

Copeaux obtenus avec un outil cylindrique. — Rabotage.

22 *août* 1871. — *Rabotage du plomb.* — L'expérience fondamentale du 14 juillet 1871, décrite un peu plus loin, nous ayant appris que l'engagement du copeau par l'un des bords n'avait pas une influence marquée sur le coefficient de réduction, nous avons dû rechercher si cette attache ne déterminait pas quelque différence dans la forme du copeau, autre que celle résultant de la coupe nettement accusée sur le bord d'attache.

Nous devions, en particulier, reconnaître la direction dans laquelle s'échappe le copeau formé dans ces circonstances, et nous avons, dans ce but, fait les expériences suivantes avec notre outil cylindrique à tranchant rectiligne.

Sur le bord d'un bloc de plomb de 205 millimètres de longueur, nous avons enlevé une série de copeaux, dont l'épaisseur était beaucoup plus grande que la largeur. Nous avons obtenu ainsi une série de copeaux qui se formaient sous une inclinaison de 70° environ, par rapport au plan horizontal, glissaient sur la face agissante de l'outil et s'y contournaient en un croissant de rayon d'autant plus petit que l'épaisseur et la hauteur de la passe étaient moindres. On jugera de ces circonstances par le tableau joint à cette description, mais le point le plus important consiste en ce que le tranchant de l'outil n'étant pas parfaitement horizontal, et peut-être la fixation imparfaite du bloc aidant, on a obtenu, dans chaque série, à la suite de copeaux ordinaires, des copeaux auxquels adhérait une sorte d'aile ou frange mince provenant d'une pellicule enlevée à la face du bloc, perpendiculaire à la face principale de la coupe, dans le prolongement du plan d'attache latéral du prisme enlevé, fig. 18 et 19, planche 500. La surface lisse, de séparation, était néanmoins plane, par suite de l'affaissement de l'aile dans le plan de la face agissante de l'outil, et cette sorte de nervure donnant au métal une rigidité plus grande, la présence de cette aile s'est toujours traduite par une rectification relative du croissant, ainsi que le montrent les figures ci-jointes. La partie renflée du copeau correspond toujours à l'attache latérale avec le bloc et en forme, dans tous les cas, le bord convexe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

22 août 1871. — *Rabotage du plomb*, $l = 205$.

NUMÉROS des échantillons.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	LARGEUR avec la frange n'.	LARGEUR sans la frange n.	ÉPAISSEUR primitive e mill.	
1	1,80	29	0,141	5,3	5,0	0,154	Série de 10 copeaux avec une très-petite frange, $n'-n$.
2	1,98	28	0,137	5,7	5,3	0,164	Très-petite frange.
3	1,70	34	0,166	7,4	4,5	0,162	Frange plus large.
4	2,11	31	0,151	9,0	5,0	0,181	Frange plus large, déchirée par le contournement.
5	2,10	27	0,132	5,5	5,3	0,170	Frange presque nulle.
6	2,27	28	0,137	5,8	5,6	0,174	Frange presque nulle.
7	2,60	35	0,171	8,3	6,0	0,186	Frange plus large, (les épaisseurs indiquées sont trop grandes, par suite du poids de la frange.)
8	2,65	34	0,166	8,5	6,0	0,189	Frange plus large,
9	2,37	38	0,185	7,8	4,2	0,243	Large frange, (les épaisseurs indiquées sont trop grandes, par suite du poids de la frange.)
10	2,76	38	0,185	8,8	4,2	0,282	Frange plus large,
11	3,05	40	0,195	9,0	4,2	0,312	Frange plus large,

Ces ailes se font remarquer, d'ailleurs, par la forme en W que prend l'extrémité du copeau, le bord terminal de l'aile étant alors presque perpendiculaire à celui du corps principal; mais elles présentent néanmoins ce caractère fondamental de se mouler, comme le corps principal lui-même, sur la face agissante de l'outil, sans y laisser aucune trace de raccordement.

Dans cette série encore, on reconnaît à première vue que le coefficient de contraction augmente avec l'épaisseur, quoique la présence des ailes n'ait pas permis de la déterminer d'une manière précise.

23 *août* 1871. — *Rabotage du plomb*, $l = 200$; $m = 1$ à 3; $n = 1$ à 3. — Les expériences précédentes ayant montré que les circonstances de la production du copeau varient considérablement avec l'épaisseur, dans les deux sens, de la tranche rectangulaire enlevée par l'outil, nous avons cherché à obtenir une plus grande précision dans la préparation du bloc sur le bord duquel nous voulions opérer, et nous avons utilisé le concours des ailes obtenues la veille pour constater, à nouveau, le moulage de la face rabotée sur la face agissante de l'outil, fig. 20 et 21, planche 500.

A cet effet, nous avons donné à la section transversale du bord du bloc une forme en échelons, dont les données numériques ont varié d'une expérience à l'autre de la manière suivante :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	1.	2.	3.	4.
Face verticale A.	2	3	2	4
Face horizontale saillante B (*m*).	3	2	1	3
Face verticale C (*n*).	3	2	3	1
Face horizontale D.	2	3	4	2

Ces différents chiffres ne sont pas choisis au hasard, et l'on remarquera qu'ils correspondent tous, avec le travail préalable de la préparation du bloc, au rabotage d'un angle de 5 millimètres sur 5 millimètres, enlevés partiellement sur le bord de ce bloc.

Les quatre copeaux ainsi obtenus ressemblent beaucoup à ceux qui ont été faits avec l'outil à angles égaux ; ils affectent de même un profil triangulaire, et leurs principaux éléments sont caractérisés par les indications suivantes :

23 août 1871. — *Rabotage du plomb*, $l = 200$.

NUMÉROS des échantillons.	POIDS en grammes.	LARGEUR horizontale m.	DIMENSION verticale n.	$m \times n$.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.
1	23,68	3	3	9	62,2	0,311
2	16,24	2	2	4	52,6	0,263
3	13,43	1	3	3	47,5	0,237
4	11,63	3	1	3	46,0	0,230

Observations communes aux diverses séries précédentes.

Dans l'étude que nous avons faite de la formation des copeaux engagés par l'un des côtés, nous avons eu à examiner successivement le mode d'action d'un outil plan et celui d'un outil cylindrique.

L'outil plan, que nous avons pris pour type, par l'égale acuité de ses deux arêtes tranchantes, nous a conduit à reconnaître dans le rabotage l'influence de cet élément, en même temps qu'il nous a permis de satisfaire à certaines conditions de symétrie qui nous seront d'un grand secours pour l'étude géométrique des déformations.

C'est dans cette série également que nous avons pu constater, avec le plus de certitude, le moulage de la face lisse du copeau contre la face agissante de l'outil, et c'est le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mode de déplacement qui en résulte qui nous permettra d'expliquer d'une façon complète toutes les circonstances déjà signalées dans un grand nombre de cas particuliers.

L'outil cylindrique à tranchant rectiligne nous a fait voir combien le bec cylindrique facilite le cisaillement de la matière et nous a fait reconnaître en même temps que les contournements observés, au lieu d'être dus à l'influence de l'attache latérale, étaient avec plus de raison attribuables à la différence d'acuité des deux arêtes tranchantes, qui déterminent ainsi des coefficients de réduction différents. Cette influence relative des deux coefficients, considérés séparément pour chacun des deux bords du copeau, sera encore mieux élucidée lorsque nous emploierons les outils à tranchant courbe.

COMPLÉMENT AUX TROIS CHAPITRES QUI PRÉCÈDENT.

Expérience spéciale sur l'influence des attaches latérales des copeaux.

Le coefficient de réduction varie d'une manière très-notable avec l'état particulier de l'affûtage du tranchant. Il en résulte que la comparaison ne peut être absolue, dans l'appréciation de l'influence des différentes circonstances du rabotage, qu'à la condition que ces circonstances auront été réalisées le même jour et sur le même bloc de métal.

Il était particulièrement intéressant de savoir quelle était l'influence propre de l'attache latérale des copeaux de même section, soit sur l'un des bords, soit sur les deux côtés. Il nous avait semblé que l'obligation imposée à l'outil de cisailler latéralement la matière sur les rives, en même temps que sur le fond du copeau, devait se traduire par une augmentation de pression, ce qui est incontestable, et en même temps par une augmentation dans le refoulement, et cette dernière appréciation n'a pas été vérifiée par les expériences spéciales auxquelles nous avons dû demander une évaluation numérique à ce sujet.

C'est ce que nous avons fait avec l'un de nos outils cylindriques, ainsi qu'il suit :

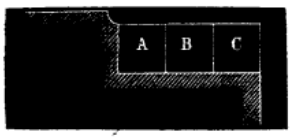


Fig. 1.

Un bloc rectangulaire d'une longueur de 210 millimètres ayant été préparé et dressé, nous avons formé dans ce bloc un premier sillon A, fig. 1, dont la profondeur a été successivement augmentée par l'obtention de copeaux superposés, dont nous avons pris soin de faire varier l'épaisseur en donnant à chaque fois une avance de 1 dent ou de 2 dents sur la roue à rochet de commande.

Cette série de copeaux engagés sur les deux côtés ayant été obtenue jusqu'à ce que la rainure d'où ils provenaient eut atteint une profondeur de 10 millimètres, nous avons recommencé l'opération sur l'un des bords de cette rainure de manière à obte-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nir un égal nombre de copeaux, ayant à peu près la même largeur et la même épaisseur, mais engagés seulement d'un seul côté, et tous sortis de la rainure B.

Enfin, les largeurs ayant été calculées de manière que la languette C, restée saillante, eût précisément la largeur de l'outil, nous avons recueilli des copeaux analogues en rabotant cette languette, entièrement libre des deux côtés, par un nombre de passes suffisant.

Cette triple opération nous a fourni sur le même métal, avec le même outil, maintenu en même état, des copeaux dans lesquels la seule influence des attaches latérales pouvait amener des différences, et les chiffres suivants font connaître la presque identité des résultats.

14 juillet 1871. — *Rabotage du plomb*, $l = 210$; $m = 10$.

NUMÉROS des séries.	POIDS en grammes.	LONGUEUR l' après redressement.	COEFFICIENT R de réduction.	ÉPAISSEUR e' calculée.	LARGEUR m mesurée au calibre.	
Épaisseur correspondant à une dent de rochet : $e = 0^{mm},103$.						
1	2,25	34,0	0,162	0,097	9,75	Engagé par les deux côtés.
2	2,26	32,5	0,155	0,098	9,65	Engagé d'un seul côté.
3	2,75	35,0	0,167	0,106	9,95	Libre des deux côtés.
	Moyenne.		0,161			
Épaisseur correspondant à deux dents de rochet : $e = 0^{mm},206$.						
4	4,28	37,0	0,176	0,183	9,85	Engagé par les deux côtés.
5	4,76	37,0	0,176	0,205	9,75	Engagé d'un seul côté.
6	4,35	37,0	0,176	0,180	10,15	Libre des deux côtés.
	Moyenne.		0,176			

Pour apprécier les résultats de cette expérience nous avons réuni, dans l'ordre même de leur obtention, tous les copeaux d'une même série, dont un type seulement a été représenté par les figures 22, 23 et 24, planche 500, et, après les avoir rangés de manière à éliminer ceux qui ne représentaient pas le type général, nous avons choisi, dans chaque groupe, ceux qui correspondaient le plus nettement à cette représentation.

Ce sont les six copeaux ainsi mis à part qui ont servi de base à nos mesurages. Nous devons, toutefois, faire remarquer que la largeur des différents copeaux pouvait varier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelque peu, d'une série à l'autre, et que, par conséquent, les épaisseurs calculées ne sauraient donner une certitude absolue.

Voici, maintenant, quelques observations complémentaires qui n'ont pu trouver place dans le tableau ; elles caractérisent ces expériences et en sont, en quelque sorte, l'expression.

1° L'engagement du copeau sur un ou deux bords n'exerce pas d'influence appréciable sur le coefficient de réduction.

2° En faisant varier l'épaisseur de 0,103 à 0,206, le coefficient de réduction augmente de 0,161 à 0,176.

3° Les stries de la surface extérieure sont toujours perpendiculaires à l'axe.

4° Le bord engagé est toujours coupé carrément et reste perpendiculaire, après la coupe, au plan de la base.

5° Le bord libre est toujours aminci en forme de biseau, et cet amincissement dénote un écoulement transversal jusqu'à une petite distance du bord libre.

6° Du côté du bord engagé on aperçoit, au contraire, un léger renflement provenant du refoulement de la matière, et une sorte de ligne de raccordement entre ce bord et la face principale.

7° La face d'entrée de l'outil est terminée par un bord mince, dénotant aussi un écoulement longitudinal dès le commencement de l'action.

8° La face de sortie est coupée carrément, au moins sur une partie de son épaisseur.

Ces indications nous permettent d'apprécier à sa juste valeur l'influence, bien peu notable, de l'attache latérale de l'un des bords.

B. Tranchant courbe.

IV. — *Rabotage rectiligne par un outil à tranchant courbe.*

Nous avons déjà dit que le rabotage s'effectue le plus ordinairement dans les usines au moyen d'un outil de profil circulaire, qui enlève successivement, et à côté les unes des autres, des tranches larges et relativement peu profondes qui laissent la surface dépouillée, couverte de petits sillons cylindriques.

Les génératrices de la portion cylindrique de l'outil sont quelquefois inclinées sur la perpendiculaire à la direction du chemin parcouru, afin que le copeau se dégage plus facilement sur le côté.

Les indications données précédemment pour des cas plus simples se reconnaîtront encore, dans ces conditions, avec le même caractère général. Nous nous occuperons principalement du cas dans lequel les génératrices de la partie cylindrique de l'outil sont perpendiculaires aux sillons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'outil qui a été employé dans presque toutes les expériences suivantes est représenté en demi-grandeur, planche 497 (fig. V).

24 *avril* 1864. — *Rabotage du plomb.* — Nous avons, dès l'année 1864, tenté un premier essai pour nous rendre compte de la formation des copeaux, en opérant sur un bloc de longueur $l = 120$ millimètres.

On a fait successivement, sur le bord de ce bloc, quatre-vingt-deux passes, en réglant à la main le déplacement égal de l'outil après chacune d'elles, ce qui a déterminé un enlèvement total de 26 millimètres, soit pour l'une des passes une épaisseur dans le bloc de $26 : 82 = 0^{mm},32$.

La profondeur a augmenté successivement depuis zéro jusqu'à 8 millimètres, et bien qu'il eût été plus sûr d'opérer chaque fois sur une surface bien préparée, de manière que le tranchant n'agît jamais que d'un seul côté, nous avons réuni dans un tableau les indications relevées sur huit de ces copeaux, choisis de dix en dix, dans l'ordre de leur production.

Ces dix copeaux sont d'une structure très-remarquable; ils ont tous, en coupe transversale, une forme triangulaire; ils sont tous courbes; l'épaisseur maximum a lieu, pour les trois premiers, vers la partie concave; vers la partie convexe, au contraire, pour les cinq autres.

Ils sont tous striés de deux manières différentes : d'un côté, ce sont des stries peu saillantes et larges; de l'autre, des traits fins et inclinés, séparés des précédents par une sorte de crête qui règne sur toute la longueur.

La face de séparation, avec le bloc, est entièrement lisse, et la forme courbe du tranchant de l'outil disparaît complétement sur cette face dont la section transversale est très-sensiblement une ligne droite.

Le coefficient de réduction a ainsi varié de $R = 0,25$ à $R = 0,36$, l'épaisseur étant restée la même, mais la profondeur ayant varié entre des limites suffisantes pour que la dimension transversale du copeau que nous désignerons désormais par δ ait atteint depuis 3 jusqu'à 9 millimètres, l'épaisseur maximum, mesurée sur le copeau même, sera, en même temps, représentée pa.

Le premier copeau forme une spire entière, le dernier un cinquième de spire seulement; il y a ainsi un redressement marqué à mesure que la profondeur augmente, et aussi une diminution notable de longueur.

Le point qui ressort le mieux de cette expérience consiste en ce que, pour les trente premiers copeaux, le bord le plus épais se trouve à la partie intérieure et concave des spires, tandis qu'il est invariablement à l'extérieur pour les cinquante derniers. Nous avons déjà vu que le coefficient de réduction pouvait être influencé, pour les deux bords, par l'épaisseur de la matière et par l'acuité de l'outil. Cette dernière influence peut faire que le bord mince conserve une plus grande longueur que le bord épais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

24 avril 1864. — *Rabotage du plomb*, $l = 120$.

NUMÉROS des échantillons.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l', à l'extérieur.	COEFFICIENT de réduction R.	m' au calibre.	δ au calibre.
10	0,630	44	0,367	0,9	3,00
20	0,734	40	0,333	1,2	3,75
30	1,077	38	0,317	1,4	4,50
40	1,704	42	0,350	1,4	5,00
50	1,835	39	0,325	1,3	6,50
60	2,492	38	0,317	1,4	7,00
70	2,845	37	0,308	1,4	8,00
80	3,029	31	0,258	1,6	9,00
		Moyenne.	0,322		

4 novembre 1866.— *Rabotage du plomb.*— Une autre expérience de même genre a encore été faite deux années plus tard, mais on y a fait varier tout à la fois l'épaisseur et la profondeur des passes, fig. 25 et 26, planche 500.

Le coefficient de réduction augmente de chacune des séries à la suivante, pour laquelle l'avancement m est plus grand; mais, dans chaque série, le coefficient augmente aussi avec la largeur. Sa valeur moyenne, pour les quatorze copeaux mesurés, est $R = 0,236$, très-notablement inférieure à la précédente.

Le plus petit coefficient de réduction correspond à la fois aux plus petites valeurs de m et de n.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4 novembre 1866. — *Rabotage du plomb*, $l = 117$.

NUMÉROS des échantillons.	AVANCEMENT déterminé par le nombre de dents n.	LONGUEUR développée l'.	COEFFICIENT de réduction R.	MOYENNES.	ε épaisseur maximum mesurée au calibre.	δ largeur du copeau.	ENFONCEMENT de l'outil n.	POSITION de l'arête coupante.
1	0,14	22,0	0,187	»	1,2	3,6	1,80	*g*
2	0,14	26,5	0,227	»	0,8	4,3	2,10	*g*
5	0,14	25,0	0,214	0,209	0,7	6,7	5,00	*d*
6	0,28	25,2	0,216	»	1,5	4,0	1,80	*g*
7	0,28	26,8	0,229	»	1,4	4,6	2,10	*g*
10	0,28	30,0	0,256	0,234	1,3	7,0	5,00	*d*
11	0,42	27,0	0,231	»	1,5	4,0	1,80	*g*
12	0,42	27,0	0,231	»	1,8	5,0	2,10	*g*
13	0,42	29,0	0,248	»	1,6	5,4	2,50	*d*
14	0,42	30,0	0,256	»	1,7	5,9	3,50	*d*
15	0,42	30,5	0,260	0,245	1,8	7,4	5,00	*d*
16	0,56	28,0	0,239	»	1,6	3,9	1,80	*g*
17	0,56	28,5	0,244	»	1,8	5,0	2,10	*g*
20	0,56	31,5	0,269	0,250	2,1	7,5	5,00	*d*
		Moyenne.	0,236					

On s'est servi alternativement, dans ces essais, des deux bords de l'outil, et c'est ce qui est indiqué par les lettres *d* et *g* dans le tableau, suivant que l'arête coupante était celle de droite ou de gauche par rapport à l'opérateur. Dans le premier cas, l'axe du copeau se contourne toujours en s'éloignant vers la droite ; c'est le contraire qui a lieu lorsque la coupe se fait de l'autre côté.

2 *juillet* 1871. — *Rabotage du plomb*, $l = 210$; $m = 0{,}015$ et $0{,}030$. — Les expériences précédentes ne nous ayant paru ni assez nombreuses ni assez probantes pour les besoins de notre démonstration, nous avons effectué, le 2 juillet 1871, une nouvelle série de rabotages, en prenant, dans son exécution, des soins particuliers.

Chaque copeau n'a été recueilli qu'après un parfait dressage des surfaces du bloc, par un nombre suffisant de coupes analogues, faites préalablement, et, dans chacune de ces conditions, nous avons opéré à deux vitesses très-différentes pour nous rendre compte de l'influence possible de cet élément de l'opération, figures 27, 28, 29, 30, 31, 32, planche 500.

L'outil cylindrique, à génératrices perpendiculaires à la direction du mouvement,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avait été fraîchement affûté, et nous nous en sommes toujours servi par la même arête, celle de droite, par rapport à l'observateur, qui recueillait les copeaux en face de lui.

Les échantillons à grande vitesse étaient faits immédiatement après les autres, et avant de passer à une nouvelle série.

La longueur de chaque passe était $l = 210$; la largeur $m = 0{,}15$ et $m = 0{,}30$; la profondeur de la passe la plus forte a atteint 7 millimètres, correspondant à un contour développé de 9,28, mais se projetant sur l'outil en une bande de 4 millimètres seulement. La nappe enlevée prend, dans ces circonstances, une largeur intermédiaire de 6 millimètres ; elle se moule, en quelque sorte, sur la surface cylindrique de l'outil, et glisse sur celle-ci en n'y occupant qu'une zone de largeur restreinte ; cette circonstance suffirait déjà pour forcer la matière à acquérir un surcroît d'épaisseur, lors même qu'il n'y aurait aucun refoulement préalable dans le sens de la marche de l'outil.

Si l'on ajoute à cette circonstance le refoulement longitudinal démontré par des exemples plus simples, on se rend compte facilement de l'augmentation totale d'épaisseur que nous avons observée dans tous les cas, et que nous aurons à apprécier encore plus complétement par des considérations géométriques.

Cette augmentation sera déterminée par la facilité moyenne de l'écoulement transversal, c'est-à-dire qu'elle sera plus grande ou plus petite selon que l'épaisseur moyenne de la passe est elle-même plus petite ou plus grande.

Nous nous expliquons ainsi l'influence générale de l'épaisseur moyenne, et l'on comprend facilement qu'elle impose en quelque sorte son coefficient tout à la fois aux parties les plus épaisses et aux parties les plus minces.

Voici, d'ailleurs, l'ensemble des résultats obtenus dans les deux séries.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2 juillet 1871. — *Rabotage du plomb*, $l = 210$.

VITESSE MINIMUM, $m = 0{,}30$.					VITESSE MAXIMUM, $m = 0{,}30$.			
NUMÉROS des échantillons.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	n'.	POIDS en grammes.	LONGUEUR finale l'.	COEFFICIENT de réduction R.	n'.
1	0,17	16,33	0,078	2,00	0,26	19,5	0,093	2,00
2	0,26	23,00	0,110	2,00	0,27	25,0	0,120	2,00
3	0,49	24,60	0,114	2,80	0,54	27,0	0,129	2,80
4	0,59	22,50	0,107	3,00	0,75	26,0	0,124	2,90
5	0,52	24,30	0,116	3,00	0,67	31,5	0,150	3,00
6	0,91	27,50	0,131	3,80	0,73	29,0	0,138	3,60
7	1,04	27,00	0,129	3,95	0,92	32,5	0,155	3,95
8	1,41	27,80	0,132	4,50	1,56	33,0	0,157	4,80
9	1,22	28,00	0,133	4,55	1,25	32,8	0,156	4,60
10	2,36	37,60	0,170	5,05	2,61	37,5	0,178	5,20
11	2,77	36,50	0,176	5,65	2,66	38,8	0,190	5,65
12	2,97	39,90	0,188	6,05	3,12	41,5	0,198	6,10
		$m = 0{,}15$				$m = 0{,}15$.		
13	0,15	21,00	0,100	2,45	0,15	20,0	0,093	2,30
14	0,66	28,50	0,136	3,50	0,62	23,5	0,112	3,50
15	1,64	34,00	0,162	5,70	1,65	34,0	0,162	5,00
16	2,11	28,00	0,133	8,50	2,32	28,0	0,133	9,00

On remarque sur tous ces échantillons que la partie la plus épaisse de chaque copeau est toujours placée vers la droite de la section, et tous ils se sont contournés de manière que ce bord le plus épais en forme la partie concave. Au moment du rabotage, on avait, d'ailleurs, reconnu que tous les copeaux s'inclinaient vers la droite de l'observateur à mesure qu'ils se dégageaient. Cette circonstance tient évidemment au surcroît d'épaisseur qui est prépondérant de ce côté, et par l'influence duquel le côté opposé est entraîné dans la même déviation; cet effet est aussi motivé par l'acuité plus grande de l'outil au bas du cylindre que sur les côtés. Il y a, d'ailleurs, dans chaque série, une profondeur moyenne de la passe, pour laquelle cette déviation latérale se traduit par la courbure la plus prononcée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette expérience prouve, d'ailleurs, que l'influence de la vitesse est inappréciable, dans les conditions où elle a certainement varié dans le rapport de 1 à 4.

5 *juillet* 1871. — *Rabotage du plomb.* — Les observations précédentes étaient rédigées, mais nous ne possédions pas encore de spécimen assez probant pour que toutes les indications reconnues sur le rabotage par un outil courbe y fussent complétement visibles. Rien ne prouvait notamment que la largeur du copeau était déterminée par la corde du croissant enlevé sur la pièce.

C'est pour cela que nous avons dû préparer un spécimen dans lequel le copeau restait encore adhérent au bloc, fig. 33, planche 500, ce qui nous a permis accessoirement d'acquérir une plus complète notion de la pression de l'outil pendant son action.

Un premier rabotage, non terminé, a été effectué pour une profondeur de 6,8 et une épaisseur de $0^m,15$, et, en reculant l'outil avant la période dans laquelle se produit son avancement latéral, nous avons pu, au retour, obtenir une nouvelle passe, dont l'épaisseur beaucoup moindre était seulement déterminée par la tension de l'outil à la fin de la passe précédente. Nous avons pu faire ainsi cinq rabotages successifs d'épaisseurs régulièrement décroissantes, et dont la longueur allait aussi en diminuant d'une manière régulière. Il faut, toutefois, remarquer que cette diminution était en même temps influencée par la diminution de la longueur de la passe, réduite, pour le dernier copeau, de 210 à 205.

Le même essai a été obtenu pour une moindre profondeur, 3,160, et une plus grande épaisseur, 0,30; mais la décroissance de la tension a été, cette fois, plus rapide, et le cinquième copeau, bien que formé régulièrement sur un parcours de 190 millimètres, n'a pas même 2 millimètres de longueur. Il nous avait été impossible d'obtenir, par aucun autre moyen, des passes aussi faibles.

Cette expérience vérifie complétement ce que nous avions dit précédemment du mode d'action de l'outil et plus particulièrement de celui de sa face cylindrique, et nous devons la considérer comme un résumé confirmatif de nos diverses indications.

11 *août* 1864. — *Rabotage du plomb*, $l = 35,5$; $m = 0,30$. — Cette expérience a été faite à une trop petite échelle pour conduire à des déterminations exactes du coefficient de réduction. Elle est intéressante cependant en ce que le mode de déformation est mieux indiqué que partout ailleurs.

Le bloc était formé par la juxtaposition de 11 plaques de plomb, placées de champ, assujetties les unes aux autres dans une bride, et composant, par la somme de leurs épaisseurs, une longueur de 35,5.

Toutes les passes ont été faites, autant que possible, pour une largeur de 0,30, et la profondeur a varié de 2,5 à 4,5.

Toutes les plaques ayant été successivement coupées par le burin, le copeau total s'est trouvé formé d'une suite de copeaux représentant chacun la matière enlevée à chaque plaque,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A la naissance de chaque parcelle, représentée à échelle quintuple, fig. 34, planche 500, le bord d'entrée est concave et disposé en forme de virgule ; le bord opposé est convexe et se raccorde avec la concavité de la virgule suivante. La pointe de la virgule est formée partout par la rive la plus épaisse qui constitue ainsi le bord concave du solide représenté par le copeau, le coefficient de réduction étant, de ce côté, plus petit, par suite du défaut d'acuité de l'arête correspondante.

La longueur moyenne des différents échantillons diffère peu de $l' = 12$, suivant l'axe, ce qui donne pour coefficient de réduction $R = 0{,}338$. C'est là évidemment un chiffre assez admissible pour cette sorte de rabotage dans les conditions qui viennent d'être indiquées.

10 *juillet* 1871. — *Rabotage du plomb,* $l = 210$; $m = 0{,}15$ à $0{,}30$. — Dans une nouvelle série de rabotages faits le 10 juillet 1871, nous nous étions proposé de reconnaître l'influence de l'inclinaison qu'il serait possible de donner à l'outil employé le 2. La coupe horizontale de cet outil, représentée en A, par rapport à la ligne XX′ du cheminement, a dû être tournée comme l'indique la nouvelle position A′, la face agissante A′ faisant alors un angle $A'XA = 11°$ avec la première position, fig. J.

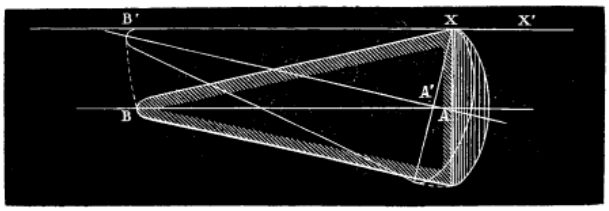


Fig. J.

La face BX venait alors se confondre en B′X avec le bord de la passe et aurait déterminé un frottement nuisible que nous avons évité en diminuant, sur la meule, l'angle A′XB′. Le tranchant courbe était, d'ailleurs, resté tel qu'il était précédemment.

Cette disposition a l'avantage de rejeter plus facilement le copeau au dehors, mais elle attaque en X la matière, par le bord vertical de l'outil, sous un angle obtus A′XX′, peu favorable à l'opération.

Nous avons obtenu, dans ces conditions, douze séries de copeaux, de profondeurs variables, et que nous diviserons en deux groupes. Le premier groupe, composé de 7 séries, correspondait à un avancement horizontal de 2 dents de rochet à chaque passe. Le second, comprenant 5 séries, en différait par une épaisseur moitié moindre.

Les fig. 35 et 36, pl. 500, qui représentent deux des copeaux à une échelle de 1,50 environ, sont la reproduction d'images photographiées obtenues avec cette amplification.

1er groupe. Les copeaux les plus étroits sont à peu près plans, mais à mesure que la profondeur augmente, l'épaisseur étant la même, ils deviennent beaucoup plus coniques, tout en conservant une régularité parfaite.

Dans les deux premières séries, le bord correspondant au fond de la passe est le plus court, et dans toutes les autres, où il est le plus long, on voit son excès de longueur augmenter de plus en plus de manière à satisfaire à la condition d'une plus grande

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conicité dans la forme générale du copeau. Ce renversement de la position du bord épais s'était déjà présenté dans les expériences du 24 avril 1864 et était resté sans explication. Nous pouvons aujourd'hui la donner en parfaite connaissance de cause.

10 juillet 1871. — *Rabotage du plomb, avec outil cylindrique, à tranchant courbe, incliné de* **11°** ; $l = 210$.

$m = 0{,}15$.						$m = 0{,}30$.					
NUMÉROS des échantillons.	POIDS en grammes.	LONGUEUR initiale l.	COEFFICIENT de réduction R.	LONGUEUR finale l'.	ÉPAISSEUR primitive e.	NUMÉROS des échantillons.	POIDS en grammes.	LONGUEUR initiale l.	COEFFICIENT de réduction R.	LONGUEUR finale l'.	ÉPAISSEUR primitive e.
1	0,503	210	0,190	40	0,73						
2	1,016	»	0,200	42	1,12	8	0,955	210	0,190	40	0,84
3	1,395	»	0,214	45	1,27	9	1,175	»	0,176	37	0,87
4	1,815	»	0,231	48,5	1,52	10	1,412	»	0,176	37	0,91
5	2,288	»	0,219	46	1,60	11	1,525	»	0,171	36	0,94
6	2,681	»	0,219	46	1,78	12	1,875	»	0,186	39	1,05
7	2,934	»	0,219	46	1,76						

Si le copeau enlevé avait partout la même épaisseur originaire, il serait plus court dans les parties qui sont soumises au plus grand refoulement, et pour un outil cylindrique comme celui dont nous nous servons ici, le bord vertical est évidemment dans des conditions moins favorables que le tranchant courbe. Cette circonstance impose au copeau son caractère général : le bord qui se rapproche de l'arête verticale est plus raccourci.

Il est vrai, cependant, que le copeau n'a pas partout la même épaisseur et que le raccourcissement est grandement facilité vers les parties minces, c'est-à-dire vers la pointe de l'outil. En tenant compte de ces deux influences contradictoires, on comprend que pour les copeaux les moins profonds, qui sont le moins en relation avec l'arête verticale, il pourra arriver que la seconde influence l'emportera sur la première et que, ainsi, le bord mince restera le plus long. C'est ce qui est arrivé pour les deux premières séries de ce groupe.

2e groupe. Les cinq séries qui le composent sont toutes formées de copeaux coniques dans lesquels l'excès du bord mince va en augmentant avec la profondeur.

On remarque, d'ailleurs, que le bord d'entrée est toujours concave et le bord de sortie toujours convexe dans tous ces copeaux.

A la fin de l'expérience on a produit une série d'échantillons d'épaisseurs décroissantes, en utilisant la diminution de la tension de l'outil, et l'on a mis en regard de ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

premiers essais des échantillons obtenus avec le bord opposé du burin. L'angle étant alors très-défavorable, on a nécessairement détaché des copeaux notablement plus courts et en même temps plus contournés. Le métal du bloc, sur le bord raboté, présentait aussi des traces de refoulement beaucoup plus marquées.

Observations communes aux séries d'expériences qui précèdent.

Les résultats qui viennent d'être indiqués doivent être maintenant résumés d'une manière plus méthodique; ils démontrent que, dans le rabotage par un outil à tranchant courbe :

1° Le coefficient de réduction augmente avec la largeur et avec la profondeur des copeaux.

2° La ligne moyenne du copeau est plus contournée pour les copeaux minces et, dans tous les cas, le copeau s'échappe en glissant sur la face agissante de l'outil en cheminant sous un angle compris dans l'azimut correspondant à l'arc embrassé par le contour coupé.

3° Quel que soit ce contour, il n'en est laissé aucune trace sur la face de séparation.

4° La ligne moyenne du copeau forme une spire moins contournée à mesure que la largeur et la profondeur augmentent.

5° La largeur δ du copeau détaché correspond, à très-peu près, à la corde du croissant découpé par l'outil pendant le rabotage.

6° Le bord le plus épais correspond généralement à la partie la plus épaisse du copeau, il n'y a d'exception à cette règle que pour les copeaux les plus minces dans lesquels l'acuité de la partie la plus saillante de l'outil a une influence prépondérante.

7° Le bord d'entrée de l'outil est généralement en forme de virgule, la ligne moyenne du copeau étant toujours un peu déprimée du côté de cette face.

8° Le bord de sortie est, au contraire, convexe et affecte une courbe plus régulière qui donne à cette extrémité du copeau la disposition dite en goutte de suif.

ÉCOLE CENTRALE.

ALLOCUTION PRONONCÉE A L'OCCASION DE LA PROCLAMATIOM DES DIPLÔMES, PAR M. DUMAS.

Le conseil de l'École et les élèves étant réunis dans l'un des grands amphithéâtres de l'établissement, M. Dumas, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, ancien Ministre de l'agriculture et du commerce, a proclamé les noms des cent quinze ingénieurs civils jugés dignes du diplôme et des trente-trois élèves pourvus du certificat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Dumas leur a adressé ensuite les paroles suivantes qui ont été vivement applaudies.

« Il y a quarante-quatre ans, l'École centrale ouvrait pour la première fois ses portes à la jeunesse, et c'est pour la quarante et unième fois que je me vois appelé par la confiance de son conseil à présider à la proclamation de ses diplômes. Aussi, ne m'est-il pas permis d'oublier que trois des fondateurs de l'École ont déjà disparu et que je reste le dernier. Cette année, particulièrement funeste, nous a enlevé en quelques jours deux collègues doués au plus haut degré de l'expérience des affaires et des grandes qualités du cœur : M. Lavallée, l'un des quatre fondateurs de l'École, son directeur pendant trente-deux ans et resté, après sa retraite, membre de son conseil de perfectionnement; M. Rhoné, l'un de ses premiers élèves, membre à ce titre du conseil de perfectionnement, où il représentait avec autorité la science acquise et le travail persévérant, unis à la bienveillance la plus affable et à la plus parfaite dignité.

« L'École centrale, qui a déjà reçu, depuis sa fondation, près de 6500 élèves, a eu le triste privilége de rencontrer dans le cours de son existence les plus graves événements de notre histoire. Ouverte en 1829, elle se heurtait, à ses débuts, aux événements de 1830; sa prospérité à peine établie, elle rencontrait ceux de 1848; et c'est lorsqu'elle touchait à son apogée que la France a reçu en 1871 les blessures profondes qui saigneront toujours dans cette enceinte, où l'Alsace et la Lorraine industrielles ont vu tant de fois inscrire glorieusement les noms aimés et respectés de leurs meilleurs fils.

« Comment l'École centrale a-t-elle survécu à ces dures épreuves? Comment, au lieu de nuire à ses progrès, ont-elles même contribué à sa fortune et porté de 150 à 600 le nombre des élèves présents chaque année à ses cours?

« C'est qu'ici tout est calculé pour développer le sentiment du devoir et celui de la responsabilité; c'est que des études attachantes y accoutument à supporter sans fatigue de longues heures d'application; c'est que l'École centrale est aimée de tous ceux qui en ont suivi les leçons et que, si on en sort quelquefois par impuissance et avec regret, ce n'est jamais volontairement qu'on s'en sépare, tant l'amour de l'étude que tout y inspire rend facile la stricte observation de la règle et de la loi du travail.

« L'École donne à ses élèves une méthode : elle leur apprend à observer les faits, à les enchaîner, à tirer des conséquences légitimes de leur comparaison et à contrôler celles-ci par l'expérience. Elle leur donne un état : la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mécanique, la physique, la chimie, les sciences naturelles et l'art des constructions qu'elle leur enseigne ouvrent la voie à toutes les formes de l'activité humaine; en sortant de ces murs, les élèves sont prêts pour cet apprentissage pratique de la vie réelle que rien ne remplace.

« Or, dans les temps troublés, quand les économies de la famille s'évanouissent; quand les biens amassés par la prévoyance sont tous détruits ou contestés, ce que le père cherche pour son fils, c'est un talent incorporé à la personne, qu'on porte avec soi et qu'on puisse utiliser partout. Eh bien ! l'ingénieur civil n'est-il pas le plus libre des hommes, le plus indépendant? Quel est le pays où il ne puisse trouver une route à tracer, une usine à diriger, un chantier à conduire ?

« Cela n'eût pas suffi, cependant, pour assurer la prospérité de l'École, si, par son but et par son système d'éducation, si, en créant le titre d'*Ingénieur civil*, elle n'avait devancé souvent les espérances de la France.

« Mais, n'est-ce pas l'École qui, avec une longue prévoyance, alors que le régime de la protection régnait sur le pays, préparait les éléments nécessaires à la transformation que notre industrie devait subir, quand le régime de la liberté la mettrait en concurrence avec l'Angleterre, la Belgique, l'Allemagne et les États-Unis ?

« N'avait-elle pas donné à la France ces ingénieurs prêts à perfectionner tous les outillages, à tirer un meilleur parti des matières premières et à faire un meilleur emploi des forces; capables, surtout, de réduire le poids des machines et la consommation du combustible sans compromettre le travail? Watt, le fils et le successeur de l'illustre inventeur de la machine à vapeur, s'était bien rendu compte de l'influence exercée par les Élèves de l'École centrale sur nos industries mécaniques, quand il me disait, pendant ma dernière visite à Soho, au milieu des célèbres ateliers créés par son père : l'Angleterre est en avance sur la France pour la fabrication et l'usage des machines; mais, avec les moyens que vous prenez, vous nous rejoindrez bientôt ; tandis que, chaque année, nous ne faisons qu'un seul pas en avant, chaque année vous en faites cinq. Si sa prédiction s'est réalisée, c'est assurément, ainsi qu'il le pensait, grâce à une large intervention des Élèves de l'École centrale dans les industries fondées sur la mécanique.

« Lorsque la France a dû s'occuper de l'établissement et de l'exploitation de son vaste réseau de chemins de fer, l'École centrale, où le cours de construction des chemins de fer a été professé pour la première fois, s'est également trouvée prête. Si ces nouveaux moyens de commu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nication destinés à féconder notre agriculture, notre industrie et notre commerce ont été établis avec économie, rapidité et sécurité, c'est que vos anciens camarades, en grand nombre, ont pu donner aux ingénieurs de l'État une intelligente assistance ?

« L'École centrale a rendu à la France un service non moins considérable, en préparant, aux chefs de nos grandes usines et aux propriétaires d'importantes exploitations agricoles, des héritiers à la hauteur de leurs fonctions. Cette étude du droit, qui éloigne les jeunes gens des travaux de l'agriculture et de l'industrie, est remplacée, ici, par celle des méthodes de la science et par celle de leurs applications. Les manufactures et les domaines fondés par les pères, au lieu d'être délaissés par les fils, trouvent ainsi, pour en maintenir ou pour en élever le niveau, des administrateurs instruits, dévoués, heureux de vivre au milieu des ouvriers, capables de comprendre le jeu des forces de la nature et de s'y intéresser.

« Voici comment se distribuent, en moyenne, les élèves sortis de l'École et employés en France :

Ingénieurs civils. — Construction des machines ou d'instruments agricoles, forges, etc.	325
Travaux publics. — Chemins de fer. — Télégraphes. — Agents voyers.	254
Mines. — Carrières. — Chaux. — Ciments.	78
Produits chimiques. — Gaz. — Verreries. — Poteries.	98
Agriculture. — Minoteries. — Sucreries. — Distilleries.	54
Filatures. — Tissus. — Teintureries. — Papeteries.	73
Professorat. — Fonctions publiques, etc.	118
	1 000

« C'est ainsi que s'est répandue la connaissance de la nature et celle de ses forces dans les chantiers de production où ils ont pénétré. Des matériaux nouveaux ont été découverts, l'emploi des moteurs a été mieux réglé ; le travail a été coordonné et l'on a pu voir le prix des produits baisser au profit du consommateur, tandis que celui de la matière première et celui de la journée haussaient à l'avantage du propriétaire et de l'ouvrier.

« En entrant dans cette maison vous en connaissiez déjà la règle et sans cesse elle vous est répétée : que celui qui ne veut pas travailler s'en aille. Dès le premier jour, vous apprenez ici, en effet, ce que vaut le travail personnel ; votre valeur acquise est exprimée par des chiffres recueillis dans un compte moral qui, pour l'ensemble de l'École, ne compte pas moins de 25 000 annotations par an. Rien ne vous en est ignoré et chaque heure y trouve sa représentation. L'idée du devoir et le sentiment de la responsabilité vous devenant familiers par une pratique incessante, lorsque vous avez

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des hommes à conduire, vous savez, avant de les exiger d'eux, leur donner l'exemple du respect de la règle et celui de l'obéissance à la discipline.

« Beaucoup de jeunes étrangers, mêlés à vos rangs, près de 1 000 en quarante ans, sont venus réclamer le bénéfice de l'instruction que l'École distribue à ses élèves. Les liens qui se forment ainsi dans vos salles d'étude ne se brisent pas au moment où vous les quittez, et cette solidarité porte les meilleurs fruits. Tandis que vous êtes sûrs de trouver au loin des sympathies parmi vos anciens camarades, de leur côté ils laissent en France des correspondants qui veillent au besoin à l'exécution de leurs commandes avec affection et sincérité.

« Après quarante-quatre ans d'existence, l'Ecole centrale a pensé que le moment était venu de se recueillir, d'examiner son passé, de chercher quelles ont été les causes sérieuses, profondes, durables de sa prospérité. Le conseil de perfectionnement s'est livré à ce travail. Il prépare pour M. le ministre de l'agriculture et du commerce un rapport embrassant l'existence entière de l'École, faisant connaître les moyens qui ont assuré ses succès, signalant ce qui lui manque aujourd'hui et cherchant à préciser les moyens qui peuvent assurer son avenir.

« Ce document témoignera, par des chiffres irrécusables, quelle grande part revient à l'Ecole dans la conception et l'exécution des travaux publics de la France ou de l'Europe, dans l'administration des chemins de fer, dans la direction des usines ou des exploitations agricoles, dans les récompenses obtenues aux expositions publiques. Partout où la France produit, apparaissent les élèves de l'Ecole centrale ; avec eux le chiffre de la production s'accroît, les éléments de la richesse du pays s'améliorent, et nous entendons répéter à chaque instant qu'avec eux arrivent l'économie dans la dépense et la plus-value dans le produit.

« L'Ecole centrale, qui a créé ce vigoureux système d'éducation il y a quarante-quatre ans, en a vécu, grandi et prospéré. Elle a trouvé des imitateurs en Suisse, en Allemagne, aux Etats-Unis, et bientôt elle en aura en Angleterre. Mais, tandis qu'elle était réduite à ses seuls moyens, les établissements qu'elle a fait naître ont tous obtenu des Etats qui les possèdent de larges installations et des subventions considérables.

« Toutefois, aucun de ces établissements ne lui a pris encore ce qui fait sa force et sa prospérité. Les cours de l'École centrale font un tout qui représente la science industrielle avec son caractère propre d'élévation, et les élèves tenus de suivre tous les cours doivent prouver qu'ils en comprennent les leçons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'enseignement est donc général et les études sont disciplinées. L'École ne peut donc recevoir ou garder que des élèves d'élite. Serait-ce trop que de réclamer en leur faveur une partie des sacrifices qu'on s'impose ailleurs au profit de jeunes gens dont les études sont moins hautes et moins austères ?

« Nous nous adressons aujourd'hui au pays et nous avons le droit de lui dire : Seuls, nous avons beaucoup fait ; aidés, nous aurions fait plus encore. La fécondité de la France s'est accrue sous notre influence ; elle aurait gagné bien davantage, si nos ressources insuffisantes n'avaient souvent imposé des limites au développement des moyens d'étude mis à la disposition de nos élèves. Leurs maîtres ne réclament rien pour eux ; mais ils ont le devoir de proclamer que l'installation de l'Ecole ne répond plus à la dignité de son enseignement, à la grandeur de ses services, aux besoins nouveaux de ses élèves ou à ceux du pays. Chacune des promotions qui sortent de cette enceinte représente un capital considérable ; il faut l'améliorer encore et réunir dans ces murs tout ce qui peut servir à accroître par vos mains la richesse de la France, à maintenir la prospérité de vos familles et à garantir la sécurité de votre propre avenir, en présence de toutes les concurrences.

« Si l'on se rend compte du nombre d'ouvriers que les Élèves de l'École centrale ont aujourd'hui sous leurs ordres, de l'importance des capitaux dont ils ont le maniement, de la valeur considérable des produits qui sortent de leurs mains, on demeurera convaincu que le pays ne peut pas rester indifférent à sa prospérité. Il trouve dans ces ingénieurs libres, qui ne demandent que la sécurité du travail, des instruments naturels d'ordre et de stabilité, des agents de bien-être au dedans et d'influence à l'étranger. Il est nécessaire à la prospérité de la France, non-seulement que l'École centrale vive, mais aussi qu'elle mette à profit tous les moyens de rendre son enseignement plus efficace.

« L'Ecole centrale se prépare depuis longtemps à prendre sa part des charges que lui imposeront ces améliorations devenues nécessaires ; elle compte sur l'affection de tous ses anciens élèves pour l'aider à les réaliser ; mais elle a besoin du concours des pouvoirs publics. Dernier survivant de ses fondateurs et fidèle à leur pensée, s'il m'était donné de voir naître pour elle cette ère nouvelle d'utilité, de prospérité et de durée, je remercierais Dieu d'avoir prolongé ma vie jusque-là. »

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

PROCÈS-VERBAUX.

Séance du 25 juillet 1873.

Présidence de M. *Balard,* vice-président.

CORRESPONDANCE. — M. *Lehoucq* (Pierre), caissier-comptable chez M. *Debuchy* (François), fabricant de coutil, rue Basse, 36, à Lille (Nord), fait connaître qu'il a publié la méthode pour la tenue des livres en partie double qu'il avait voulu présenter en manuscrit à la Société. Dans cette méthode, il ne change rien aux écritures courantes de l'année sur le gros journal, et, par l'emploi supplémentaire d'un journal et d'un grand-livre particulier de quelques folios seulement, il donne le moyen d'assurer la discrétion des opérations par un travail de quelques heures par an. Le personnel de la maison ne connaît ainsi ni le capital, ni les commandites, ni les prêts, ni les bénéfices et pertes. M. *Lehoucq* adresse un exemplaire du traité des soldes de fin d'année sur journal particulier, dans lequel ses vues sont développées, et il demande que sa méthode soit l'objet d'un examen de la part de la Société. (Comité du commerce.)

MM. *Lenief* frères et *comp.*, 4 et 5, rue Ramey, impasse Perse, à Montmartre-Paris, annoncent qu'ils ont inventé un sécateur à pédale et roidisseur présentant de grands avantages sur les instruments de même genre déjà connus, qui sont employés à la taille des arbres en plein vent et à leur échenillage. (Agriculture.)

M. *Leprestre,* huissier, aux Grandes-Ventes (Seine-Inférieure), demande que la Société fasse expérimenter la herse tranchante qu'il a inventée pour la destruction des insectes. (Agriculture.)

M. *Bouvier* (Yvan), cours de la République, à Avignon (Vaucluse), mémoire sur l'éducation du Bombyx du chêne, en plein air et sur des haies d'aubépine. (Comité d'agriculture.)

M. *Quetel-Tremois*, constructeur-mécanicien, quai de la Marne, 34, à la Villette, Paris, soumet à l'examen de la Société une nouvelle machine à travailler le bois. (Arts mécaniques.)

M. *Maistrasse* (A.), rue Campagne-Première, 21, à Paris, présente des applications d'étain sur divers métaux, et des moirés métalliques d'un très-brillant effet obtenus galvaniquement, et variant de forme suivant la nature du métal sous-jacent. (Arts économiques.)

M. *Barbier* (Ch.), rue Saint-Louis-en-l'Ile, 25, à Paris, fait connaître à la Société qu'il est à la veille de se rendre dans la République Argentine avec une mission du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gouvernement, pour l'étude économique des conditions agricoles, industrielles et commerciales des rapports qui existent entre ce pays et la France. Il se propose de remettre, tant au gouvernement argentin qu'aux institutions ou associations compétentes, les documents qui seront mis à sa disposition pour faire connaître celles de nos industries susceptibles d'y trouver des débouchés. M. *Barbier* (Ch.) serait heureux de pouvoir mettre à profit des renseignements, instructions ou documents qui lui seraient remis par la Société d'encouragement ou par ses membres. (Comité de commerce.)

M. *Maurel* (F.), rue de la Chapelle, 17, à Paris, auquel la Société a accordé une médaille d'argent pour ses abat-jour en mica, écrit pour faire connaître la manière avantageuse dont son exposition à Vienne a été appréciée par des journaux anglais.

M. *Roy* (Eugène), rue de Savoie, 2, à Paris, adresse des échantillons d'une nouvelle encre à écrire, à base de charbon et de glycérine, qui est, dit-il, inaltérable et n'attaque pas les plumes métalliques. Il demande que la Société veuille bien la faire examiner. (Arts chimiques.)

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* envoie à la Société deux exemplaires du tome LXXIX du recueil des *Brevets d'invention*, et les numéros 9, 10 et 11 du *Catalogue* des brevets pris en 1872.

M. *Robert*, mécanicien, rue Audrap, 21, à Dijon (Côte-d'Or), présente un biberon à soupape qu'il croit préférable à ceux employés jusqu'ici, et dont il fabrique des quantités considérables à très-bas prix. (Arts économiques.)

M. *Callier*, horloger de la Marine, boulevard du Palais, 5, envoie la description et les dessins d'un thermomètre avertisseur destiné à prévenir les incendies, qu'il nomme thermographe avertisseur. (Arts mécaniques.)

M. *Rothschild* (J.), libraire, rue des Saints-Pères, 13, envoie, de la part de M. *Alphand*, les dernières livraisons du grand ouvrage que cet ingénieur, directeur des travaux de Paris, a publié sous le titre de *Les Promenades de Paris*. M. Rothschild demande que la Société veuille bien se faire rendre compte de cet ouvrage et en insérer un extrait dans son *Bulletin*. (Commission du *Bulletin*.)

La *Société d'agriculture, sciences et arts de Douai, centrale du département du Nord*, rue d'Arras, 8 *bis* (jardin des plantes), à Douai, demande à la Société d'encouragement de lui faire l'envoi de son *Bulletin*. (Commission du *Bulletin*.)

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* envoie à la Société deux exemplaires du *Mouvement de la population en France pendant les années* 1866, 1867 *et* 1868, extrait de la *Statistique générale de la France*. Paris, 1872, gr. in-4. Imprimerie nationale.

M. *Laurence Schmidt* (J.), M. D. à Louisville, Ky, U. S., envoie à la Société un volume en anglais contenant des *Recherches originales sur la minéralogie, la géologie et la chimie*. Louisville, Ky. 1 vol. in-8.

M. *Duplessis* (J.), répétiteur de génie rural à l'École de Grignon, fait hommage à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Société d'un exemplaire de son *Traité du lever des plans et de l'arpentage*. Paris, 1873. 1 vol. in-8 avec 105 figures dans le texte. Baudry (J.), éditeur.

Les frères *Duployé*, rue Notre-Dame-de-Nazareth, 12, à Paris. Spécimen du journal *les Orateurs sténographiés*. Paris, 1873. Broch. in-8.

M. le *Président* présente à la Société, de la part de M. *Duclaux,* professeur de chimie à la faculté de Clermont, délégué de l'Académie des sciences, un exemplaire de ses études sur la nouvelle maladie de la vigne dans le sud-est de la France, extrait des *Mémoires des savants étrangers*. Br. in-4 avec VIII planches.

Il dépose également un exemplaire du rapport de M. *Dumas*, au nom d'une commission de l'Académie des sciences, sur les études relatives au Phylloxera, présentées par MM. *Duclaux, Cornu* (Max.) et *Faucon*. Paris, 1873. Br. in-4.

M. *Barral* présente à la Société un exemplaire de la séance publique annuelle du 18 mai 1873, tenue par la Société centrale d'agriculture de France, dans lequel se trouve un éloge de M. *Payen,* qu'il a prononcé pendant cette séance.

Rapports des comités. — M. *Bella* présente, au nom du comité de l'agriculture, un rapport sur la communication que M. *Gibson-Richardson* a faite à la Société pour exposer les avantages agricoles et commerciaux que la France peut retirer de la culture de l'orge.

Le comité d'agriculture propose de remercier M. *Gibson-Richardson* de sa communication, d'insérer dans le *Bulletin* le mémoire qu'il a présenté, et d'y joindre le rapport auquel cette communication a donné lieu.

Ces propositions sont approuvées par le Conseil.

Communications. — *Industrie de la bière en Angleterre.* — A l'occasion du précédent rapport, M. *Barral*, donne des renseignements sur l'industrie de la bière en Angleterre et sur les conditions à remplir pour tirer parti des efforts dignes d'attention que M. *Gibson-Richardso* a faits en vue de développer le commerce de l'orge entre la France et l'Angleterre.

Dans une excursion récente en Angleterre, M. *Barral* a visité quelques villes manufacturières et des contrées agricoles. Il a été, en particulier, à *Burton-on-Trent*, qui est le centre principal de la fabrication de la bière. Là, vingt brasseurs, dans des établissements immenses, fabriquent les 4/5 de la bière de toute l'Angleterre, et leurs produits donnent lieu à un commerce considérable dans toutes les parties du monde.

Cette prospérité singulière ne date que de 1830 et est due, dit-on, à la qualité des eaux. Le mode de fabrication de la bière diffère totalement de ce que l'on fait chez nous. On s'applique, surtout, à faire de la bière de garde qui puisse être livrée au commerce aussitôt qu'elle est faite et qui, ensuite, puisse voyager partout et se conserver indéfiniment.

L'orge qui convient à ces brasseries doit avoir des qualités spéciales. En effet, l'impôt, qui est élevé, est frappé, non pas sur la bière, mais sur le grain employé à sa fabrication, et il est en raison de la quantité de malt qu'on en peut retirer. Les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fabricants de malt ont donc un intérêt direct à ce que cette appréciation leur soit favorable. Le receveur prend un échantillon d'orge et mouille ce grain, et l'impôt est en raison du gonflement qui se produit après cette imbibition. Il faut donc au *malteur* de l'orge qui soit très-dense, lourde et peu dilatable dans cet essai; ce sont là les qualités recherchées, et, en les indiquant, M. *Gibson-Richardson* donne aux agriculteurs français des semences capables de leur fournir les moyens d'arriver au résultat recherché.

Des grains doués de ces qualités peuvent s'obtenir sur nos terrains calcaires, avec notre climat moins humide que celui de l'Angleterre, mais il faut employer quelques précautions. La principale est de semer l'orge en lignes peu rapprochées, en ne semant pas trop dru, et sur bonne exposition; en semant plus touffu, on n'aurait que des graines légères.

M. *Barral* donne ensuite quelques détails sur les grandes brasseries anglaises, et entre autres sur celle de M. *Bass* qui occcupe une superficie de 40 hectares. Là tous les travaux sont faits par la vapeur. Un chemin de fer de 10 milles (16 kilomètres) de développement circule dans toutes les parties de l'établissement et fournit le moyen de faire tous les transports par locomotives. Cette usine comprend tous les établissements accessoires qui peuvent y être rattachés, et qui ont tous une importance majeure à cause de la grandeur qu'acquièrent les moindres détails dans un pareil ensemble. C'est ainsi qu'on y trouve une très-grande fabrique de barils, qui en fournit des quantités prodigieuses et qui est installée avec tous les perfectionnements connus de la mécanique. La brasserie entière emploie aussi tous les procédés chimiques les plus parfaits.

L'eau employée pour faire la bière n'est pas celle de la rivière; celle-ci ne sert que pour les moteurs, les lavages et les nettoyages. Pour la bière, on se sert d'une eau qui a passé sur des couches de gypse et qui est, par conséquent, chargée de sulfate de chaux. On a reconnu qu'elle présentait des avantages spéciaux qu'on ne trouvait pas dans l'emploi de l'eau pure. La fermentation est l'objet d'un soin particulier; elle est conduite de manière à donner un produit alcoolique très-riche, contenant de 7 à 8 pour 100 d'alcool, par exemple; il y a même des bières qui en contiennent 15 pour 100, et jusqu'à 25 pour 100 lorsque la fermentation est faite à l'abri de l'air.

La bière refroidie et terminée est aussitôt embarillée et expédiée.

M. le *Président* remercie M. *Barral* des intéressants détails qu'il a donnés; ils font comprendre toute l'importance que M. *Gibson-Richardson* attache avec juste raison à la production, dans le climat et sur le sol de la France, d'une qualité d'orge convenable pour l'immense industrie qui l'emploie en Angleterre.

Irrigations par les eaux d'égout. — M. *Barral* prend de nouveau la parole pour expliquer la manière dont les eaux d'égouts sont employées en irrigation auprès de la ville de *Croydon* en Angleterre.

Les matières de tout ordre sont jetées dans les égouts et conduites, par des tuyaux,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à une ferme où une cuve surmontée d'un treillis sépare les liquides qui surnagent des matières solides retenues à la partie inférieure. Ces liquides sont employés en irrigation sur des parcelles de 2 acres chacune qui sont semées en ray-grass. La récolte est superbe ; on fait par an un grand nombre de coupes, et le liquide est tout à fait purifié quand il a passé successivement sur six parcelles; à la quatrième parcelle, il n'est pas encore complétement dépouillé. Ainsi, avec trente parcelles, on a résolu la question de la clarification des eaux d'égout d'une manière régulière.

On a remarqué, cependant, que le ray-grass ne pouvait pas rester la culture unique et absolue du terrain pendant un temps indéfini. Au bout de quelques années, il n'est plus prospère, et on est obligé de changer de culture. On a reconnu, par expérience, que ce qui réussissait le mieux pour rendre au terrain toute sa fertilité était la culture des racines et surtout de la betterave. Après une ou deux récoltes en betteraves, on peut reprendre un semis de ray-grass qui réussit alors parfaitement.

Ces détails ont paru à M. *Barral* avoir de l'intérêt parce que la purification des eaux d'égouts est une question très-agitée en ce moment, et dont on ne paraît pas avoir encore une solution économique bien complète.

M. *Peligot* trouve, dans les faits intéressants que M. *Barral* vient de rapporter, une confirmation pratique d'une opinion qu'il professe depuis longtemps. Les eaux d'égout contiennent de la soude en assez grande quantité, à cause du sel marin qui est employé généralement dans l'alimentation de l'homme, et cette base n'est nullement assimilable pour les graminées et la plupart des plantes cultivées, tandis qu'elle est reçue dans une certaine mesure par la plante des betteraves. L'irrigation, qui fonctionne, à ce qu'il paraît, très-convenablement, accumule la soude dans le sol et le rend impropre à la végétation des graminées, et la pratique a appris aux cultivateurs de *Croydon* que la betterave pouvait enlever cette matière nuisible, qu'ils ne connaissent que par ses effets, et remettre le sol dans son état primitif propre à la culture du ray-grass.

Ouverture des vacances. — Avant de lever la séance, M. le *Président* annonce que, par suite des travaux à faire à l'hôtel de la Société, les vacances commenceront à partir de ce jour.

Nomination de membres. — Sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil :

MM. *Beaudet*, tanneur, à Paris ; *Planche,* ingénieur, à Imphy ; *Quetel-Trémois*, mécanicien, à Paris; *Leduc-Vic,* mécanicien, à Paris ; *Du Bouchet* (Charles-Auguste), dentiste, à Paris.

Séance du 28 novembre 1873.

Présidence de M. *Dumas,* président.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NÉCROLOGIE. — En ouvrant la séance, M. le *Président* annonce les pertes douloureuses que la Société a faites depuis la dernière réunion du Conseil.

M. *Darblay* aîné (A. R.), ancien député, l'un des agriculteurs et des membres du haut commerce parisien qui ont donné la plus grande impulsion et les meilleurs exemples à l'agriculture et au commerce de la France, était depuis quarante-cinq ans membre du Conseil de la Société, et, pendant longtemps, l'un de ses vice-présidents. On n'a pas oublié avec quelle assiduité M. *Darblay* a, pendant de longues années, assisté aux séances de la Société, et le concours éclairé qu'il a constamment apporté à tous ses travaux.

M. *Amédée-Durand* (P.), né à Paris en 1789, membre du Conseil depuis quarante-trois ans, également l'un de ses vice-présidents, ne fut pas moins fidèle aux séances de la Société, ni moins exact à remplir scrupuleusement les fonctions dont il était chargé. Les membres du Conseil savent combien il était mécanicien éminent, et à quel point il était doué d'un génie inventif; mais il fut aussi, et avant tout, un grand artiste. A vingt et un ans, il remportait le grand prix de la gravure des pierres fines et devenait pensionnaire de l'Académie à Rome; plus tard, quand les circonstances le voulurent, il montra qu'il était aussi un sculpteur de grand mérite.

Ces qualités d'artiste et l'application consciencieuse qu'il apportait à tous les actes de sa vie ont eu la plus heureuse influence sur la valeur du *Bulletin* que la Société publie. C'est au soin avec lequel M. *Amédée-Durand* surveillait les dessins et la gravure des planches de cette publication que l'on doit la précision, la pureté et la fermeté de goût qui les distinguent et qui, à ce point de vue, ont fait remarquer ce recueil parmi toutes les publications du même genre. La Société doit encore, à M. *Amédée-Durand*, une grande reconnaissance pour des services d'un autre ordre. C'est à lui, à son initiative, à ses soins assidus, que la Société doit d'avoir pu faire l'acquisition et la construction première de l'hôtel où elle est établie, sans dépasser les ressources qu'elle pouvait consacrer à cette installation. Ces services, ce zèle dévoué et passionné, sont présents à l'esprit de tous les membres qui l'ont connu et qui conserveront de l'homme de bien comme de l'artiste éminent un éternel souvenir.

M. *Le Chatelier*, inspecteur général des mines en retraite, a été enlevé tout à coup à ses amis, au milieu d'une vie active et bien remplie, alors que sa santé était loin de faire pressentir un pareil malheur. Il avait à peine cinquante-huit ans et, malgré ses nombreuses occupations, il continuait à fournir aux publications de la Société les matériaux les plus précieux. Il est inutile de rappeler devant le Conseil ses éminents travaux dans la mécanique et dans l'art de l'installation et de l'exploitation des chemins de fer, ainsi que dans plusieurs industries chimiques. Un goût remarquable et une fécondité précieuse d'invention l'inspiraient dans toutes ses recherches. Sa coopération aux travaux du Conseil, pendant 33 ans, en a fourni de nombreux témoignages et laissera un long souvenir à la Société.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CORRESPONDANCE. — M. *Mourceau* (H.), rue Saint-Maur, 174, et rue du Mail, 27, à Paris, fabricant de tissus pour ameublement, demande à la Société de faire examiner les innovations importantes qu'il a apportées dans son industrie. (Arts mécaniques.)

M. *Hire* (J. H.), rue des Envierges, 15, à Paris, sollicite l'examen de la Société pour un appareil de son invention, destiné à contenir les essences minérales et autres liquides inflammables, de manière qu'ils puissent être transvasés sans accident. (Arts économiques.)

M. *Poirier* (P.), ingénieur des mines, rue Racine, 9, à Nantes (Loire-Inférieure), adresse une Notice, avec dessin, sur un four pour la calcination de la pierre calcaire et pour le grillage des minerais. (Arts chimiques.)

M. *Lemaître* (A.), rue Lauriston, 113, à Paris, nouvelle disposition pour la fabrication des siéges en métal pour jardins, parcs et promenades. (Arts économiques.)

M. *Mathey* (C. M.), à Plombières (Vosges), nouvelle invention pour réduire de 80 pour 100 la consommation du combustible des machines à vapeur par l'emploi de la force du vent comme moteur secondaire. (Arts mécaniques.)

M. *Regnault*, chef du mouvement au chemin de fer de l'Ouest, rue d'Amsterdam, 13, envoie un Mémoire descriptif sur ses appareils électriques modifiés par lui en 1858, et qui ont pour objet d'assurer la régularité du service des trains de chemins de fer. Il fait connaître, en même temps, que ce système est appliqué avec grand succès sur la ligne de Paris à Versailles (rive gauche). (Comités des arts mécaniques et des arts économiques.)

M. *Labolle* (P.), rue de Lancry, 25, auteur d'inventions diverses relatives à la physique ou à la mécanique, demande que la Société les fasse examiner. (Arts mécaniques et arts économiques.)

M. *Renaux* (F.), plombier, rue Amelot, 135, à Paris, présente un appareil pour cabinets d'aisances, dépourvu de tout mécanisme et doué de propriétés spéciales avantageuses. (Arts économiques.)

M. *Petitclerc* (Ch.), facteur de pianos, rue Gaillon, 17, à Paris, sollicite l'examen de la Société pour un piano à queue verticale. (Arts économiques.)

MM. *Hessé* (E.) et fils, ingénieurs-mécaniciens au Prado, à Marseille, envoient un Mémoire sur les perfectionnements qu'ils ont apportés à la construction des roues de voiture. (Arts mécaniques.)

M. *Cavalerie* (F. D.), rue Méry, 24, à Bordeaux, nouveau système de locomotion, en multipliant un effort donné sans changer le temps employé à cet effort. (Arts mécaniques.)

MM. *Bopp du Pont* frères (L. et L.), rue du Louvre, 18, à Paris, demandent à la Société de faire examiner leurs appareils thermostatiques, marmites nouvelles faisant cuire sans feu. (Arts économiques.)

M. *Trémaux* (J. M.), mécanicien, rue Vernier, 21, à Paris, garniture de pistons à frottement réduit en vertu de l'égalité des pressions. (Arts mécaniques.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mme *Bayart,* place de Rihour, 11, à Lille (Nord), procédé pour produire du fil de lin et de chanvre à meilleur marché que celui de coton. (Arts mécaniques.)

MM. *Brachigny* et *Deschamps* fils (J.), filateurs, rue de Sotteville, à Rouen, machine aéro-hydraulique fonctionnant sans combustible. (Arts mécaniques.)

M. *Maitre* (Édouard), à Vauxhaulles (Côte-d'Or), nouvelle méthode pour la fabrication des parquets. (Arts mécaniques.)

M. *Boudou* (F.), membre du Conseil des prud'hommes du département de la Seine, rue Villedo, 5, à Paris. Guide pratique du tailleur, pour apprendre à couper seul par le mesurage, établi sur les bases de l'anatomie. (Arts économiques.)

M. *Frey* fils, ingénieur-mécanicien, impasse Rébeval, à Belleville-Paris, fait hommage à la Société de l'album des dessins des machines construites dans ses ateliers. (Comité des arts mécaniques.)

M. *Kirkaldy* (David), testing and experimenting Works, Southwark street, 55, London, results, etc. Résultats des recherches expérimentales faites à divers degrés de trempe et dans des conditions variées, sur les propriétés mécaniques de l'acier fabriqué par M. *Christian Aspelin*, esq., aux usines de Westanfors et Fagerta. Un vol. in-4° avec figures. (Arts mécaniques.)

M. *Lamotte,* mécanicien, au Blémont, près de Meaux (Seine-et-Marne), procédé pour doubler la vitesse sans diminuer la force. (Arts mécaniques.)

M. *Meyère* (Paul), employé à la comptabilité générale du chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, rue Saint-Lazare, 88, à Paris, nouveau moyen pour accrocher les waggons sans exposer les hommes d'équipe à aucun accident. (Arts mécaniques.)

MM. *Dedieu* aîné, de Lyon, représentés à Paris par M. *Bœuf* (Charles), rue Monge, 78, font présenter par M. *Francisque-Michel,* ingénieur civil, divers modèles de manomètres et d'indicateurs du vide; les uns pouvant mesurer des pressions qui varient depuis un jusqu'à plusieurs centaines d'atmosphères; d'autres indiquant la pression maximum de la chaudière, ou bien étant munis d'un sifflet avertisseur. (Arts mécaniques.)

De bons prés sont un trésor, etc., Mémoire et plans manuscrits déposés pour le concours au prix proposé par la Société pour les irrigations. (Agriculture.)

MM. *Croissant* (E.) et *Bretonnière* (L.), rue de l'Évêché, 10, à Laval, matières organiques sulfurées tinctoriales. (Arts chimiques.)

M. *Cap* (A. P.), rue d'Aumale, 9, à Paris, envoie à la Société diverses pièces pour faire connaître l'importance de ses travaux sur la glycérine. (Arts chimiques.)

M. *Besset* (J.), grand hôtel Coq-Héron, rue Coq-Héron, 3, à Paris. Vulgarisation de la culture à la vapeur, la défense du territoire, la généralisation du travail, l'irrigation et le desséchement des terrains. (Comités de l'agriculture et du commerce.)

M. *Brüll,* ingénieur de la compagnie de la fabrique de Paulille (Pyrénées-Orientales),

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

adresse à la Société un exemplaire du rapport de la commission de l'Assemblée nationale, chargée d'examiner le projet de loi sur le prix de vente de la dynamite, et il prie le Conseil de rappeler aux comités des arts chimiques et du commerce l'opportunité de l'étude dont ils ont bien voulu se charger. (Comités des arts chimiques et du commerce réunis.)

M. *Laurent* (A.), fabricant de malt, rue du Marché, 51, à Bruxelles, et rue de l'Évangile, 11, à Paris, annonce qu'il enverra à la Société le *Moniteur de la brasserie,* avec une collection d'ouvrages intitulée Bibliothèque de la Brasserie, et il lui fait parvenir l'un de ces volumes ayant pour titre : *La bière de l'avenir.*

M. *Louis de Martin,* membre correspondant de la Société centrale d'agriculture de France pour le département de l'Aude, à Narbonne, envoie, au nom du comice agricole de l'arrondissement de Narbonne, une circulaire qui fait connaître l'œuvre que ce comice a entreprise. Le but qu'il se propose est de répandre l'emploi de bons instruments, de servir d'intermédiaire gratuit entre les fabricants et les agriculteurs, de faire un enseignement élémentaire pour les ouvriers et de leur apprendre la manœuvre usuelle des diverses machines et les moyens à prendre pour éviter tout accident. M. *Louis de Martin* demande le concours de la Société et sollicite des subventions et souscriptions qui pourront permettre au comice de développer, sur une plus grande échelle, des efforts qui ont déjà obtenu des succès importants. (Comité d'agriculture et commission des fonds.)

M. *Rothschild* (J.), libraire-éditeur, rue des Saints-Pères, 13, à Paris, sollicite de la Société un rapport sur l'ouvrage illustré qu'il a publié sous le titre les *Promenades de Paris,* et dont l'auteur, M. *Alphand,* a fait hommage à la Société. (Comité des arts économiques.)

M. *Figuier* (L.), rue Newton, 4, à Paris, fait hommage du premier volume de son ouvrage *les Merveilles de l'industrie,* qui fait suite à celui qu'il a déjà publié sous le titre *les Merveilles de la science.*

M. *Rolin,* architecte, rue du Sommerard, 15, à Paris, demande à la Société des renseignements sur la glu marine et sur ses propriétés adhésives et hydrofuges. (Arts chimiques.)

M. le Dr *Méli,* président de la Commission d'organisation d'une Société protectrice de l'enfance, rue de la Darse, 19, à Marseille, invite la Société d'encouragement à se faire représenter au congrès médical et scientifique, spécial à l'enfance, que cette Société veut réunir.

M. *Simmonds*, Cheapside, 29, à Londres, envoie à la Société un ouvrage sur les résidus de fabriques et matières jusqu'ici sans emploi, et sur les progrès faits dans leur utilisation ; il se propose pour concourir au prix fondé, à ce sujet, par la Société d'encouragement. (Arts chimiques.)

M. *Laboulaye* (Ch.), l'un des secrétaires du Conseil, fait hommage d'un exemplaire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de sa brochure *les Droits des ouvriers, étude sur l'ordre dans l'industrie.* Paris, 1873. In-8. Librairie du dictionnaire des arts et manufactures.

M. le comte *de Croizier.* La Perse et les Persans. Paris, 1873. Br. in-8. Dentu, libraire.

M. *Joulie.* Conférences sur les engrais à l'hôtel de ville de Melun. Melun, 1873. In-8 autographié.

Liverpool et les mers du Sud, progrès de la navigation à la vapeur. Notice sur le navire *Britannia* extrait du journal l'Albion de Liverpool. In-8.

M. *Worms* (Émile), professeur à l'École de droit de Rennes. L'Allemagne économique ou histoire du Zolverein allemand. Paris, 1874. In-8. A. Marescq, éditeur.

M. *Edward Young,* ph. D., chef de bureau de statistique, aux États-Unis. Rapport spécial sur l'immigration. Washington, 1872, in-8.

M. le *Président* présente au Conseil un ouvrage de statistique comparée, qui est remis, en manuscrit, à la Société, par son auteur, M. *Loua*, sous-chef de bureau de la statistique générale au Ministère du commerce. L'auteur a représenté dans cet ouvrage, en trente-trois cartes coloriées de teintes diverses, le développement plus ou moins grand que l'industrie a pris dans les divers départements de la France. Les résultats sur lesquels ce travail est fondé proviennent de l'enquête de 1861 à 1865, et ce qui ne pouvait être comparé dans les chiffres de cette enquête que par un travail assez pénible devient tellement visible et facile à percevoir sur ces cartes, qu'on ne peut rien désirer de plus évident. M. le *Président* propose de soumettre ce travail au comité de commerce et de le renvoyer ensuite à la commission du *Bulletin.* (Ce double renvoi est approuvé.)

RAPPORTS DES COMITÉS. — M. le *Président* rend compte à la Société d'un incident qui est survenu pendant les vacances du Conseil.

Les fabricants de papier de paille et de bois, dont l'industrie est menacée dans son existence même par un impôt proposé à l'Assemblée nationale sur le sel destiné à la fabrication de la soude, se sont vivement émus de la situation qui allait leur être faite, et ils se sont adressés à la Société pour la prier d'intervenir auprès du gouvernement.

Les comités des arts chimiques et de l'agriculture ont bien voulu se réunir d'urgence, et M. *Cloez*, membre du premier de ces comités, a été chargé de faire un rapport à ce sujet.

Le Conseil d'administration s'est réuni pour entendre la lecture de ce rapport, qui a été approuvé, et dont une expédition a été adressée à M. le Ministre du commerce. L'urgence de cette affaire n'a pas permis d'attendre la reprise officielle des séances de la Société.

COMMUNICATIONS. — *Étude sur la bière, moyen de la rendre inaltérable.* — M. *Pasteur,* membre de l'Académie des sciences, expose, devant la Société, les re-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cherches qu'il a faites sur la fabrication de la bière et les nouveaux procédés qu'il a imaginés pour la rendre inaltérable.

La *bière* du commerce est éminemment altérable ; pendant les chaleurs de l'été elle ne résiste pas plus d'un mois ou six semaines aux causes qui produisent sa détérioration. Il était intéressant de rechercher quelles sont ces causes, et quels peuvent être les moyens de s'opposer à leur action ou de les faire disparaître. La fabrication de la bière est une industrie d'une si grande importance, d'une telle étendue, que les résultats favorables qu'on peut retirer de cette étude doivent nécessairement avoir une très-grande portée.

Après avoir exposé ainsi le but de ses recherches, M. *Pasteur* résume, en en faisant l'application au moût de bière, les recherches qu'il a entreprises depuis plusieurs années sur les ferments. Il montre comment on peut conserver indéfiniment un liquide aussi altérable que le moût en le laissant en communication avec l'atmosphère, mais en le plaçant de manière qu'aucun germe de ferment ne puisse y être semé. Il expose comment la bière est faite par un ensemencement naturel de ces ferments, et comment on peut la fabriquer par un ensemencement artificiel.

Les ferments sont de diverses natures : les uns, composant la *levûre pure,* ont pour fonction de produire la fermentation alcoolique seule ; d'autres, qu'on peut nommer, par rapport à la bière, des *ferments de maladie,* sont la source de toutes les altérations que ce liquide éprouve quand il est fabriqué par les procédés ordinaires. M. *Pasteur* fait connaître leur nature, leur forme, les conditions de leur existence, et il indique qu'il est facile de fabriquer la levûre de manière qu'elle en soit tout à fait exempte, en un mot qu'elle soit *pure*.

Par ces procédés, et au moyen d'un appareil dont il montre un spécimen et dont il donne la description, M. *Pasteur* fait voir comment on peut fabriquer en grand, même à une température de 20 à 25 degrés, *de la bière pure et inaltérable*. Cette inaltérabilité provient de ce que le moût est un champ très-fécond pour les organismes vicieux ; mais la bière complète et même en train de fabrication avancée est un champ inerte dans lequel ils se développent très-mal. On peut donc conserver, même en plein air, pendant assez longtemps, de la bière fabriquée avec de la *levûre pure*.

Ces principes simples et rationnels dispensent de l'emploi de la glace et de beaucoup de frais qui étaient le résultat de la présence des *ferments de maladie* pendant l'opération de la fabrication. En les examinant avec attention, on remarque qu'ils expliquent toutes les précautions et les manœuvres employées par les brasseurs pour améliorer la qualité de la bière ; ces procédés, résultant de l'observation pratique, dans l'ignorance de la cause primaire du mal, sont éclairés d'une vive lumière par la théorie qui vient d'être exposée.

M. le *Président* remercie M. *Pasteur* de la bienveillance avec laquelle il est venu exposer l'application la plus remarquable qu'il ait faite de ses belles recherches sur les ferments, et il le prie d'en donner pour le *Bulletin* un exposé détaillé, dans l'intérêt

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des membres de la Société qui n'ont pas pu assister à cette séance, et aussi dans l'intérêt de l'industrie qui y puisera d'utiles enseignements.

NOMINATION DE MEMBRES. — M. *Muret* (H.), petit-fils de M. *Darblay* aîné, ancien vice-président de la Société, est présenté par M. *Dumas,* président, et nommé, immédiatement et par exception, membre de la Société.

M. le général *Mengin-Lecreulx,* membre de la commission des fonds, demande à être inscrit parmi les membres perpétuels de la Société, en accomplissant les conditions prescrites.

M. le *Président* remercie, au nom du Conseil, M. le général *Mengin-Lecreulx* de cette demande, à laquelle il sera fait droit, conformément au règlement.

Séance du 12 *décembre* 1873.

Présidence de M. *Dumas,* président.

CORRESPONDANCE. — M. *Tiratay* (H. F.), à Château-du-Loir (Sarthe), échappement libre à double impulsion pour chronomètres, dit à impulsions différentielles. (Arts mécaniques.)

M. *Moride* (E.), chimiste à Nantes, rue Rossini, 16, à Paris, appareils siphoïdes, inexplosibles, destinés à contenir et à distribuer sans danger des liquides très-inflammables. (Comité des arts économiques.)

MM. *Jolley* et comp., de New-York (États-Unis), à Aubenas (Ardèche), chez MM. *Charff* frères, brasseurs, et à Bruxelles, chaussée de Ninove, 57, désirent savoir si les armoires qu'ils construisent pour conserver les denrées peuvent être présentées au concours ouvert par la Société pour la conservation des substances alimentaires. (Arts économiques.)

M. *Bageau* (H.), fabricant d'objets en gutta-percha, caoutchouc, etc., rue Bichat, 33, présente une peinture ou enduit hydrofuge. (Arts économiques.)

MM. *Canard* et *Guiran,* rue Rébeval, 9, à Paris, trépan à hélice pour le forage des puits artésiens. (Arts mécaniques.)

M. *Rous* (Ermond), mécanicien, rue Mouffetard, 70, à Paris, nouveau système de plateau à étaux parallèles pour les tourneurs sur métaux. (Arts mécaniques.)

M. *Morin* (E.), capitaine au long cours, boulevard Saint-Germain, 36, à Paris, sollicite l'examen de la Société pour un planétaire qu'il a construit et qu'il croit très-utile pour l'enseignement de la cosmographie. (Arts économiques.)

M. *Chuard,* rue Carnot, 6, à Paris, demande l'aide de la Société pour faire construire un appareil de sauvetage de son invention. (Arts économiques.)

M. *Callon,* inspecteur général des mines, membre du comité des arts mécaniques, envoie à la Société un exemplaire du premier volume, avec atlas, du cours d'exploitation des mines qu'il publie en ce moment, conformément aux leçons qu'il a profes-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sées à l'École des mines, et il fait connaître les regrets qu'il éprouve de ce que sa santé ne lui ait pas permis d'en faire lui-même la présentation.

M. *Joffroy* (A.), représentant de la compagnie Liebig à Paris, sollicite auprès de la Société l'examen de l'extrait de viande que cette compagnie fabrique et du développement que cette industrie a pris depuis quelques années. Il joint à sa lettre des pièces constatant la marche progressive de la fabrication, qui opère maintenant sur 150 000 bœufs par an. (Arts économiques.)

MM. les *Secrétaires* signalent dans la partie imprimée de la correspondance les ouvrages suivants :

Annual Report of the commissioner of patents (États-Unis), *for the years* 1868, 1869 et 1870. 6 volumes in-8. Washington, 1871.

Journal de la Société royale géographique de Londres, 1872, 1 vol. in-8.

M. *Dufrené* (Hector), ingénieur, membre de la Société, envoie un exemplaire d'une brochure intitulée *Histoire du travail ; le langage :* dictionnaire technologique polyglotte. Paris, 1873, in-8. Eugène Lacroix.

M. le *Président* signale au Conseil la remise, qui lui est faite par M. *Froment-Meurice,* des deux coupes en argent que la Société offre à MM. *Decauville* et *Testard* pour le prix du labourage à la vapeur. Ces deux objets d'art, qui sont dignes, à tous les points de vue de la réputation de l'habile orfévre à qui la fabrication en a été confiée, sont exposés dans la salle des séances.

RAPPORT DES COMITÉS. — *Membres adjoints.* — M. *Lecœuvre,* membre du comité des arts mécaniques, fait au Conseil un rapport, au nom de ce comité, pour demander la nomination de deux membres adjoints.

Les conclusions de ce rapport sont approuvées par le Conseil.

M. *Priestley* fait, au nom du comité des arts économiques, une pareille demande, pour que deux membres de la Société puissent être adjoints au comité des arts économiques ; ses conclusions sont approuvées par le Conseil.

Pompe hydropneumatique. Transmission de la puissance à grande distance. — M. *Haton* fait, au nom du comité des arts mécaniques, un rapport sur la pompe hydropneumatique présentée par M. *Jarre,* ingénieur, directeur de la compagnie d'Ornans (Doubs), et membre de la Société.

Le comité des arts mécaniques propose de remercier M. *Jarre* de l'intéressante communication qu'il a faite à la Société et d'insérer au *Bulletin,* avec un dessin, le rapport auquel elle a donné lieu. (Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.)

Draperie de Lisieux, tissage, teinture et impression. — M. *Salvetat* fait, au nom du comité des arts chimiques, un rapport sur les perfectionnements apportés à la fabrication et à la teinture des draps dits de Lisieux, par M. *Grison* (Théophile), teinturier, propriétaire de la maison fondée, en 1829, par M. *Gillotin.*

Le comité des arts chimiques est d'avis qu'il y a lieu de remercier M. *Grison* de la communication qu'il a faite à la Société, de le féliciter des progrès qu'il a fait faire à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'industrie de la laine, et d'insérer le rapport au *Bulletin*. (Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.)

Vernissage des poteries communes. — M. *Salvetat* lit, au nom du même comité, un autre rapport qui est relatif aux couvertes inattaquables par le vinaigre, que M. *Constantin,* pharmacien et membre du conseil d'hygiène à Brest, a fait employer avec succès pour le vernissage de la poterie commune dans cette partie de la Bretagne.

Le comité propose de remercier M. *Constantin* de la présentation qu'il a faite à la Société et de faire insérer le rapport au *Bulletin*. (Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.)

COMMUNICATIONS. — *Industrie des phosphates dans la Meuse, les Ardennes et le Pas-de-Calais.* — M. *Barral* a visité les exploitations de phosphates des départements de la Meuse, des Ardennes et du Pas-de-Calais, et il rend compte, à la Société, des résultats dont il a été témoin. (Cette communication paraîtra au *Bulletin*.)

NOMINATION D'UN MEMBRE PERPÉTUEL. — M. le *Président* annonce que M. *Béranger* (Alphonse), négociant, rue de Rivoli, 156, a demandé à être nommé membre perpétuel et a versé la somme de 1 000 francs, prescrite par le règlement, pour que ce titre pût être décerné. En raison de la notoriété du candidat, cette proposition, mise aux voix, est adoptée par le Conseil.

Séance générale du 26 décembre 1873. (Élections.)

Présidence de M. *Dumas,* président.

M. le *Président* annonce à l'assemblée que le but principal de la séance est de procéder aux élections annuelles, qui consistent dans la nomination du *Bureau* et dans le renouvellement d'un tiers des membres titulaires des comités. Il annonce que le dépouillement du scrutin sera fait à la fin de la séance.

CORRESPONDANCE. — M. *Haren* (Henri), rue Marie-Louise, 10, à Paris, ancien filateur à Saverne (Alsace), et réfugié en France depuis la fin de la guerre, fait des offres de services aux filateurs qui voudraient profiter des douze années d'expériences qu'il a acquises dans l'industrie dont il s'occupait, et des perfectionnements considérables qu'il y a apportés. (Arts mécaniques.)

M. *Ducournau,* boulevard Morland, 6, sollicite le concours de la Société pour la prise d'un brevet d'invention au sujet d'une machine à concasser les pierres. (Arts mécaniques.)

M. *Joly* (V. Ch.), rue de Boissy-d'Anglas, 11, fait hommage à la Société d'un exemplaire de la 2e édition de son Traité pratique du chauffage, de la ventilation et de la distribution des eaux dans les habitations particulières. L'auteur a revu et considérablement augmenté cet ouvrage, en tenant compte de tous les perfectionnements adoptés depuis peu en Angleterre et en France, et des conséquences que l'auteur en a ti-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rées pour l'amélioration de nos habitations. Paris, 1873, in-8. J. Baudry, éditeur. (Renvoyé au comité des arts économiques.)

M. *Baye* (J. A.), chef de section adjoint à la compagnie des chemins de fer de l'Est, à Sainte-Ménehould (Marne), Mémoire descriptif d'un appareil hydraulique monté sur waggon, pour le lavage des minerais et des nodules de phosphates. (Arts mécaniques.)

M. *Gissey* (H.), mécanicien, rue de Rennes, 151, à Paris, présente divers sécateurs perfectionnés pour la taille des arbres et des haies.

M. *Chatin,* membre du comité d'agriculture, donne au Conseil des détails sur les perfectionnements que M. *Gissey* a introduits dans la construction de cet instrument. Un verrou placé à la portée du pouce permet de rendre libres ou de fixer les deux branches de cet outil, à la volonté de l'opérateur. Les formes des lames ont été étudiées pour satisfaire à tous les besoins, soit qu'il s'agisse de rosiers et des fleurs, soit qu'on ait à couper, dans les taillis, des brins de chêne au ras de terre, soit qu'il faille trancher de grosses branches dans les arbres en plein vent. (Agriculture.)

M. *Gaudin* (A.), calculateur au Bureau des longitudes, rue de Vaugirard, 73, à Paris, demande le concours de la Société pour prendre un brevet au sujet d'un ciment doué de propriétés particulières. (M. le *Président* renvoie cette lettre aux comités des arts chimiques et des arts économiques, en signalant les usages importants que l'inventeur a déjà faits de cette matière.)

M. *Faucon* (Louis), à Graveson, envoie une brochure relative au phylloxera, pour joindre aux pièces qu'il a déjà adressées et à la demande spéciale qu'il a faite en se posant candidat pour le prix proposé à ce sujet par la Société. (Agriculture.)

Le chimiste doit pouvoir scier avec une lime et limer avec une scie. Sous cette devise, l'auteur d'un mémoire adressé à la Société se présente comme concurrent pour le prix fondé pour une transformation produisant un corps de la série des acides gras. (Arts chimiques.)

Travail, soins et persévérance. Devise d'un dossier envoyé au concours pour la production de graines saines de vers à soie par petites éducations. (Agriculture.)

Un peu pour tous. Mémoire et dessins pour le concours de petits moteurs pour ateliers de famille. (Arts mécaniques.)

Vive bidentis amans et culti villicus horti. Devise d'un dossier envoyé au concours pour l'utilisation et la fixation des terrains en pente. (Agriculture.)

MM. *Lartigue* et *Forest* font présenter par M. *Tresca* leur sifflet électro-automoteur, qui fonctionne depuis longtemps sur une section de 110 kilomètres du chemin de fer du Nord et qui a pour objet de donner au machiniste et au chef de train des signaux indiquant l'état de la voie, en suppléant ainsi à l'emploi des disques usités maintenant. Des essais ont été tentés plusieurs fois pour faire marcher automatiquement un sifflet qui avertisse le mécanicien de ce qui se passe sur la voie; mais les contacts des parties fixes avec une locomotive marchant à grande vitesse n'avaient jamais pu fonctionner avec sécurité. MM. *Lartigue* et *Forest* les ont opérés, non plus par des organes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

solides et résistants, mais au moyen d'une brosse métallique qui assure, dans tous les cas, le passage de l'électricité. Une expérience de plus d'un an a prouvé, en effet, l'exactitude et la sûreté de leurs appareils. (M. le *Président* renvoie l'examen de cette communication au comité des arts mécaniques et prie M. *Lissajous* de s'adjoindre à ce comité pour la partie relative aux sciences physiques.)

Le directeur en chef des signaux du ministère de la guerre, aux États-Unis, division des télégraphes, pour le commerce et l'agriculture, envoie son rapport annuel pour 1872, en demandant l'échange de cette publication contre celles de la Société. Indépendamment des instructions administratives et techniques nécessaires pour assurer un bon service, les pièces à l'appui de ce rapport contiennent des détails intéressants sur les tempêtes aux États-Unis depuis 1635, sur les sinistres dans la navigation des grands lacs d'Amérique en 1872, sur les incendies du Nord en 1871, sur la manière d'observer la marche des tempêtes, etc. (Commission du *Bulletin*.)

M. le *Ministre de l'agriculture et du commerce* envoie deux exemplaires des numéros 5 à 12 du Catalogue des brevets d'invention pris en 1873, et deux exemplaires de la Table générale des tomes LXI à LXXIX de la collection des Brevets et du tome LXXXI de cette collection.

Un envoi de la part du même ministère contient le tome LXXXI de la description des Brevets d'invention. En présentant ce volume à l'assemblée, M. le *Secrétaire* explique le nouveau système adopté par l'Administration française pour cette publication qui sera désormais simplifiée. En même temps elle se composera d'une série de divisions techniques différentes, ayant chacune sa pagination, de manière que l'acheteur pourra n'acquérir que le fascicule contenant l'invention qui l'intéresse. C'est un intermédiaire entre le mode ancien de publication en France et celui qui est en usage en Angleterre, en sorte qu'il peut en résulter un assez grand avantage pour les industriels.

M. *Wolowski,* membre de l'Assemblée nationale et l'un des membres du comité de commerce de la Société, adresse un rapport verbal sur l'Exposition universelle de Vienne, présenté par lui à l'Académie des sciences morales et politiques. Paris, 1873, br. in-8. Willaumin, éditeur.

M. *Audemar* (H.), ingénieur de la maison Guyon et Audemar, à Dôle. Note sur la détente dans les machines d'extraction et sur la suppression de la coulisse de Stephenson dans les machines à soupapes. Saint-Étienne, 1873, br. in-8.

M. *Bernardin,* conservateur du Musée de la maison de Melle-lez-Gand (Belgique), les Richesses naturelles du globe. Gand, 1873, br. in-8.

Société Smithsonienne. Envoi de diverses publications sur la géologie et le commerce des États-Unis et du rapport annuel du Conseil de ses régents pour l'année 1871. Washington, 1873, un vol. in-8.

RAPPORTS DES COMITÉS. — *Conserves alimentaires*. — M. *Homberg* lit, au nom du comité des arts économiques, un rapport sur une conserve alimentaire dite *soupe française,* fabriquée par M. *Gremailly* fils aîné, cours du Chapeau-Rouge, 40, à Bor-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deaux, qui est représenté par M. *Callebaut,* fabricant de machines à coudre et membre de la Société, boulevard de Sébastopol, 105.

Le comité des arts économiques propose de remercier M. *Gremailly* de sa communication, et d'insérer au *Bulletin* le rapport auquel elle a donné lieu. Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

Biberon; allaitement artificiel. — M. *Homberg* lit, au nom du même comité, un rapport sur le biberon à soupape pour l'allaitement artificiel des enfants, qui est fabriqué par M. *Robert* (E.), mécanicien, à Dijon, rue Audrap, 21.

Le comité propose de remercier M. *Robert* de sa communication et d'insérer le rapport au *Bulletin.* Ces conclusions sont approuvées par le Conseil.

COMMUNICATIONS. — *Broyage mécanique des couleurs.* — M. *Salvetat,* membre du Conseil, donne des détails sur un perfectionnement important que M. *Bewley* (R.) jeune, Brook house foundry, à Uttoxester, a apporté dans le broyage des couleurs. Jusqu'à présent ce travail était fait à la main par des femmes, et, pour les couleurs destinées à la décoration des poteries, par exemple, il était long et dispendieux. M. *Bewley* a organisé une machine qui produit le même travail avec une grande perfection et en huit fois moins de temps.

Cette machine se compose d'un plateau horizontal en verre, de $0^{m},75$ de diamètre, animé d'un mouvement circulaire assez lent autour de son centre, et sur lequel repose un râteau qui presse sur ce plateau, par des cales en caoutchouc, sept molettes en verre groupées circulairement, mais dans une position excentrique au plateau, et qui est animé lui-même d'un mouvement propre. Ce double déplacement du plateau d'une part, et des molettes d'autre part, produit, entre ces deux parties de l'appareil, un mouvement relatif elliptique qui reproduit assez bien, mais avec plus de régularité et d'étendue, le travail que faisait la molette dans le broyage à la main. Quatre râteaux fixes, placés autour de la machine, ramènent sans cesse, vers le centre, la matière broyée, et l'ouvrier doit aider à ce travail lorsque cela est nécessaire.

M. *Salvetat* explique l'ajustage des molettes et les détails de l'opération. Il montre que toutes les parties du plateau tournant sont successivement soumises à l'action des molettes. Il indique la manière de les poser et fait remarquer qu'il n'est pas nécessaire qu'elles exercent toutes la même pression sur le plateau; il est même avantageux qu'une ou deux d'entre elles soient moins pressées pour que les grains plus gros de la matière à broyer qui auraient échappé à l'action des autres puissent être repris par elles et écrasés à leur tour.

Quelques résultats montrent l'avantage du système. Dans une expérience du travail courant, une machine mue à la main au moyen d'une manivelle a broyé à fond, dans l'espace de 5 heures, 250 grammes de couleur bleue; dans l'espace de 4 heures, 250 grammes de couleur rouge; et, dans le même espace de 4 heures, 40 grammes d'or précipité. Ces couleurs étaient destinées à la peinture sur porcelaine.

M. *Salvetat* a pensé qu'il serait utile de faire connaître, en France, cette machine,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui est déjà en usage, en Angleterre, depuis trois ans au moins, et qui figurait à l'Exposition de 1871.

Magnétisme, aimants singuliers. — M. *Jamin*, membre du comité des arts économiques, donne communication, à la Société, de quelques points remarquables de la théorie du magnétisme, résultant des études qu'il a faites depuis quelque temps sur cette partie encore peu connue de la physique.

C'est ainsi, dit-il, qu'on peut faire des aimants artificiels qui paraissent n'avoir qu'un seul pôle. Un de ces appareils est mis sous les yeux de l'assemblée, et une observation sommaire semble, en effet, montrer qu'il a cette singulière propriété. Un autre aimant artificiel, au contraire, possède deux pôles très-rapprochés, comme placés sur les faces transversales d'une barre, et a les plus grandes analogies avec les aimants naturels.

Ces formes singulières sont expliquées aisément par les recherches que M. *Jamin* a faites sur la propagation du magnétisme dans les barres métalliques. Il fait connaître ces recherches, et explique comment a lieu la répartition de l'influence d'un pôle puissant sur une barre de fer doux. Lorsque la longueur de cette barre est petite, l'intensité magnétique est sensiblement la même dans toute l'étendue de la barre, pendant qu'elle est en contact avec le pôle de la bobine. Lorsque la longueur de la barre est grande, l'intensité magnétique va en diminuant, au contraire, à mesure qu'on l'éloigne du pôle, suivant une loi logarithmique pareille à celle qui fait connaître la distribution de la chaleur dans une barre métallique dont une extrémité seulement est chauffée, de telle sorte qu'on pourrait, par analogie, nommer *température magnétique* l'intensité qu'on constate en chaque point de la barre. Quand le contact cesse ou que le pôle magnétique s'éteint, le fer doux ne présente plus aucun magnétisme.

Lorsque la barre de fer doux est remplacée par une barre d'acier, la distribution se fait d'une tout autre manière. On a affaire, en ce cas, à une force nouvelle qui est retardatrice, et qui modifie profondément la loi de distribution, en raison de son intensité propre; puis, lorsque le contact a cessé, elle a une action spéciale pour empêcher les dispositions de l'état magnétique obtenu, et, en raison de son énergie plus ou moins grande, elle produit une répartition du magnétisme tout autre que celle qui résulte de l'aimantation du barreau faite par les procédés ordinaires.

C'est ainsi qu'un barreau peut paraître n'avoir qu'un seul pôle, parce qu'il n'y a qu'un seul côté où il produit des effets d'une certaine intensité. Mais, quand on étudie d'une manière détaillée l'état du barreau, on reconnaît qu'il possède, vers le milieu de sa longueur, un pôle très-allongé linéaire, où la puissance magnétique est peu reconnaissable à cause du mode de sa distribution.

On explique, d'une manière analogue, les aimants courts qui ont leur pôle dans le sens transversal et qui ont la plus grande analogie avec les aimants naturels. Dans ce cas, le magnétisme est réparti de telle sorte que le pôle n'est plus un point unique intérieur, mais bien une surface d'une certaine étendue placée à l'extérieur, ou du moins

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très-près de la surface, et on peut concevoir qu'en effet la distribution du magnétisme, dans les aimants naturels, est de ce genre.

M. le *Président* remercie M. *Jamin* d'avoir donné à la Société la primeur de cette partie importante de ses recherches sur le magnétisme, et le prie d'en faire l'objet d'une note détaillée qui sera insérée dans le *Bulletin*.

Élections. — Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Bureau. — M. *Dumas*, président. — MM. le baron *Séguier* et *Balard*, vice-présidents. — MM. *Peligot* (Eugène) et *Laboulaye* (Ch.), secrétaires. — M. *Goupil de Préfeln*, trésorier. — MM. *Becquerel* (Edmond) et *Legentil*, censeurs.

Commission des fonds. — MM. le comte *de Mony-Colchen*, le baron *de Ladoucette*, le général *Mengin-Lecreulx*.

Comité des arts mécaniques. — MM. *Baude*, *Cavé*. — M. *Bréguet*, en remplacement de M. *Amédée Durand*, décédé, et M. *Lecœuvre*, en remplacement de M. *Phillips*, admis au nombre des membres honoraires.

Comité des arts chimiques. — MM. le baron *Thénard* et *Barral*. — MM. *Jacquelain*, *Gobley* et *Lamy*, en remplacement de MM. *Frémy*, *Bussy* et *Cahours*, admis au nombre des membres honoraires.

Comité des arts économiques. — MM. *Priestley*, *Lissajous*, *Le Roux*, et M. *Wolff*, en remplacement de M. *Clerget*, décédé.

Comité d'agriculture. — MM. *Huzard*, *Brongniart* et *Bourgeois*.

Comité du commerce. — MM. *Magnier*, *Wolowsky*, *Roy* (Gustave).

Nomination de membres. — Sont nommés membres de la Société par un vote du Conseil :

MM. *Gatine* (Louis), fabricant de produits chimiques, à Paris; *Decauville* aîné, ingénieur-agriculteur, à Petit-Bourg; *Savalle* fils, constructeur d'appareils de distillation; *Durier* (Émile), ancien juge au tribunal civil de Marseille; *Suc*, de la maison Suc, Chauvin et comp., mécanicien, à Paris; *Violet* (Adolphe), directeur des mines de Belvoye, près de Dôle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE

DES NOUVEAUX MEMBRES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS ADMIS EN 1873

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

MM.

Ameline, avocat, à Paris.
Beaudet, manufacturier, à Paris.
Béranger, négociant, à Paris.
Bérard, secrétaire du comité consultatif des arts et manufactures.
Blanche (Gustave), à Redon.
Bonnefon, pharmacien honoraire, à Ribérac.
Boucher, fabricant d'appareils de chauffage, à Fumay.
Bourbouze, préparateur de physique à la Sorbonne.
Bunel, architecte de la préfecture de la Seine.
Chabannes (vice-amiral *de*), à Paris.
Chevallier (Ludovic), manufacturier, à Orléans.
Corbin, constructeur-mécanicien, à Paris.
Coupier, manufacturier, à Poissy.
Coutelier, manufacturier, à Paris.
Daguin, ingénieur civil, à Paris.
Dalican, ingénieur-chimiste, à Paris.
D'Eichtal, ancien banquier, à Paris.
Dunod et *Bougleux*, manufacturiers, à Paris.
Duseigneur-Kleber, filateur de soie, à Lyon.
Fontaine, ingénieur civil, à Paris.
Frontault, ingénieur civil, à Paris.
Gaudet, ingénieur civil, au château de Magneux.
Jacquet, ingénieur civil, à Paris.
Jarre, ingénieur civil, aux usines d'Ornans.
Kirschlezer, ingénieur civil, à Turckheim.
La Vergne (comte *de*), à Mâcon.

MM.

Leduc-Vic, constructeur-mécanicien, à Paris.
Lemoine (Georges), ingénieur des ponts et chaussées, à Paris.
Leven (Louis), fabricant, à Paris.
Magnier, négociant, à Paris.
Marandon fils, manufacturier, à Argenton.
Millot, pharmacien, à Vesoul.
Mourceau, fabricant, à Paris.
Muret (*H.*), à Noyen-sur-Seine.
Nicolas (docteur), à Paris.
Noblet, manufacturier, à Pigny-l'Abbaye.
Petit (Émile), ingénieur civil, à Roanne.
Planche, ingénieur civil, à Imphy.
Quétel-Trémois, mécanicien-constructeur, à Paris.
Radisson (Raymond), affineur de métaux, à Lyon.
Renaud, capitaine, ing. des sapeurs-pompiers, à Paris.
Richard, ingénieur-mécanicien, à Paris.
Royer, fabricant de compas, à Paris.
Saint-Père fils, architecte, à Paris.
Schmiedt, ingénieur, à l'usine de Cluse, près Genève.
Simon fils aîné, fabricant, à Elbeuf.
Somasca, ingénieur civil, à Paris.
Verdin, peintre décorateur, à Paris.
Violette, ancien directeur des poudres et salpêtres, à Paris.
Wilm, chimiste, à Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LA SOIXANTE ET DOUZIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

A.

Abadie (*Bernard*), contre-maître, méd. br., **303**.
Albaret. Moissonneuse mécanique, **169** (pl. **488**).
Alcan. Rapport sur le mécanisme remplaçant le travail des enfants dans l'industrie des châles, imaginé par MM. *Boutard* et *Lassalle*, **65** (pl. **485**).
— Des produits textiles à l'Exposition universelle de Lyon, **75**, **343**.
— Rapport sur le moulin à soie à grande vitesse de M. *Duseigneur-Kleber*, **493** (dessins sur bois).
Amédée Durand, vice-président adjoint de la Société; sa mort, **694**.
Annat (*Étienne*), contre-maître, méd. br., **303**.
Ardisson (*Annibal*). Système de ballon dirigeable, **232**.
Argenteuil (marquis *d'*). Situation de son legs, **314**.
Armengaud jeune. Guide-manuel de l'inventeur et du fabricant, **234**.
— L'ouvrier mécanicien, *ib*.
— Formulaire de l'ingénieur, *ib*.
— Production artificielle du froid au moyen de la détente des gaz permanents et de l'air en particulier, **549**.
Arragon (*A.*) et *P. Vigier*. Emploi du talc pour empêcher les incrustations des chaudières à vapeur, **626**.
Asselin (*Eug.*). Emploi de la glycérine contre les incrustations des chaudières à vapeur, **489**.
Aubé (*Pierre-François*), contre-maître, méd. br., **303**.
Audemar (*H.*). Note sur la détente dans les machines d'extraction, **704**.
Audouin (M^me^ V^e^). Notes relatives à sa glu marine et à une colle imperméable, **555**.
Avril (*P.*). Télémètre de poche, **568**.

B.

Bablon. Procédé de soudure de l'aluminium, **239**.
Backwell. Sa première invention du télégraphe autographique, **377**.
Bageau (*H.*). Enduit hydrofuge, **700**.
Balard. Communication sur l'emploi de la dynamite dans l'exploitation d'une mine de pyrites, **491**.
Baltet (*Charles*). Traitement des vignes gelées, **568**.
Bapst. Situation de son legs, **314**.
Barbier (*Ch.*). Mission dans la république argentine et demande de concours à la Société, **689**.
Barral (*J. A.*). Communication sur le système d'abatage des animaux de boucherie de M. *Bruneau*, **238**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Barral (*J. A.*). Rapport sur des notes adressées par Mme Ve *Audouin* relativement à sa glu marine et à une colle imperméable, 555.
— Sur l'industrie de la bière en Angleterre, 691.
— Sur l'emploi des eaux d'égout pour irrigations, près de Croydon (Angleterre), 692.
— Communication sur l'exploitation des nodules de phosphates dans la Meuse, les Ardennes et le Pas-de-Calais, 702.
Baude. Sur les chemins de fer d'intérêt local, 17.
— Communication sur le rôle des chemins de fer pendant la guerre, 168.
— Compte rendu du livre de M. *Jacqmin* sur le même sujet, 188.
Baude (*Elphège*). Situation de la fondation de son prix pour les perfectionnements aux procédés du génie civil, 319.
Bauer. Propriétés de l'alliage de platine et de plomb, 64.
Bayart (Mme). Préparation de fils de chanvre et de lin meilleur marché que le fil de coton, 696.
Baye (*J. A.*). Appareil hydraulique pour le lavage des phosphates naturels, 703.
Belgrand (*E.*). Sur les crues de la Seine, 230.
Bell (*Lowthian*). Expériences sur la chaleur perdue par les parois des hauts fourneaux, 525.
Bell (*Patrick*). Sa part dans l'invention de la moissonneuse mécanique, 170.
Bella. Rapport sur la fabrication mécanique des fers à cheval de MM. *Mansoy* et *comp.*, 12.
Benrath (*H. E.*). Sur la composition normale du verre, 88.
Bernardin. Les richesses naturelles du globe, 704.
Bessemer. Sur la méthode de M. *Whitworth* pour le moulage de l'acier par pression hydraulique, 156.
Besset (*J.*). Vulgarisation de la culture à la vapeur, 696.
Beuchot (*Constant*). Système de navigation à vapeur, 490.
Bewley (*R.*). Machine à broyer les couleurs, 705.
Blascheck. Discours prononcé sur la tombe de M. *Godard-Desmarest*, 155.
Bloch (*N.*). Féculomètre, méd. br., 298; description, 553.
Block (*Maurice*). Communication sur l'Exposition universelle de Vienne, 630.
Bœttger. Encre portative pour voyager, 625.
Boitel. Rapport sur le grenier conservateur de M. *E. Pavy*, 234.
Bonnefond. Reçoit le prix de la Société pour ses travaux de sériciculture, 283.
Bopp du Pont. Appareil pour cuire sans feu les aliments, 695.
Boriglione (*Émile*). Système pour éviter les trépidations produites par les marteaux-pilons, etc., 166.
Boucharin (*P.*). Système de vidange, 489.
Bouchon. Situation de la fondation pour le prix relatif à la taille des meules, 318.
Bougleux et *Dunod*. Méd. plat. pour leur fabrication de divers produits dérivés des os, 290.
Bouguer. Ses recherches sur les effets de la lumière éclairant des corps non polis, 577.
Bouilhet (*H.*). Rapport sur les outils perfectionnés pour la bijouterie et la joaillerie de M. *Capitaine*, 504 (dessins sur bois).
— et *Christofle*. Situation de la caisse de secours fondée par eux pour les arts industriels, 316.
Boulay (*A.*). Compteur de rations d'avoine, méd. br., 298; description, 575.
Boutard et *Lassalle*. Mécanisme remplaçant le travail des enfants dans l'industrie des châles, 65 (pl. 485).
Bouvier (*Yvan*). Mémoire sur l'éducation en plein air du bombyx du chêne, 689.
Bouyn (*de*). Rails mobiles tournants pour chemins de fer, 568, 626.
Brachigny et *J. Deschamps*. Machine aéro-hydraulique, 696.
Bretonnière (*L.*) et *E. Croissant*. Matières organiques sulfurées tinctoriales, 696.
Brookbank (*William*). Expériences sur l'influence du froid sur la résistance de la fonte, 474.
Bruchon (*Cyprien*), contre-maître, méd. br., 304.
Brulé (*E.*). Presse pour machines à peigner le lin, 489.
Brüll. Sur la liberté du commerce de la dynamite, 489, 568, 696.
Bruneau. Système d'abatage des animaux de boucherie, 238.
Brunel (*Isambard*). Biographie de son père *Isambard Kingdom Brunel*, 568.
Buck et *Hart*. Leurs ponts obliques en Angleterre, 205.
Burdet. Modifications dans la filature de la soie, 81.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C.

Cabassol (*Léon*), contre-maître, méd. br., 305.
Caillaux (*Alfred*). Note sur la dynamite, 166.
Callier. Thermomètre avertisseur pour les incendies, 690.
Callon. De l'emploi de l'air comprimé pour le percement des galeries de mines, 448 (pl. 451).
— Cours de mécanique professé à l'École des mines (t. I), 629.
— Cours d'exploitation des mines (t. I), 700.
Calvert (*Crace*). Ses préparations d'acide phénique, 363.
Canard et *Guirand*. Trépan à hélice pour le forage des puits artésiens, 700.
Cap (*A. P.*). Travaux sur la glycérine, 696.
Capitaine. Méd. arg. pour ses outils perfectionnés pour la joaillerie et la bijouterie, 291; description, 504 (dessins sur bois).
Caron (*L.*). Enduit préservatif contre l'humidité, 236.
Carré. Situation de sa fondation, 315.
Castelnau. Double décimètre perfectionné, 122.
Castrogiovani. Système d'étouffage des cocons, 79.
Cavalerie (*F. D.*). Nouveau système de locomotion, 695.
Césanne (*E.*). Notice biographique sur *Jacques Maniel*, 568.
Chambrier. Système de télégraphe électrique, 3 (pl. 482 et 483).
— Méd. arg. pour son système de bouchage des bouteilles de champagne, 292; description, 507 (dessin sur bois).
Champion et *Pellet*. Instrument pour doser de très-petites quantités de soude, 569.
Chandler Roberts. Expériences sur l'alliage légal de l'or rendu cassant par des traces de plomb, d'antimoine, etc., 548.
Chantrien (*L. D.*) et *H. Sergent*. Sourdines pour remédier au bruit produit par les machines à coudre, 628.
Chatin. De l'emploi, en agriculture, des végétaux contenant du nitre, 239.
— Rapport sur le concours ouvert par la Société pour la production de graine saine de vers à soie de race indigène, 280.
Chevallier (*Ludovic*). Emploi du liége pour envelopper les cylindres des machines à vapeur, 573.
Christofle. Situation de son legs, 315.
Chuard. Nouvel appareil de sauvetage, 700.
Claudet (*Fréd.*). Procédé d'extraction des métaux précieux contenus dans les pyrites cuivreuses, 433.
Clément (*A.*). Ajusteur mécanique pour fer à cheval, 626.
Clerget, membre du Conseil; sa mort, 158.
Cloëz. Rapport sur le féculomètre de M. *N. Bloch*, 553.
Coignet. Fabrication d'engrais avec les déchets des substances animales, 235; description, 502.
Coleman (*J. J.*). De l'emploi de l'huile minérale pour le graissage des machines, 560 (dessin sur bois).
Colin. Modifications aux tiroirs des machines à vapeur, 159.
Consul général adjoint d'Autriche-Hongrie. Envoi de documents relatifs à l'Exposition universelle de Vienne, 159, 233, 236, 238.
Cormick (*Mac*). Sa moissonneuse mécanique, 172.
Cotillon (*J.*). Essai d'orthochromie, 236, 576.
Coutelier. Emploi du zinc estampé en feuilles pour couvertures des bâtiments, 558.
Couzon (*Ursin*), contre-maître, méd. br., 305.
Cristallerie de Baccarat. Situation de la caisse de secours fondée par elle en faveur des industries de la céramique et de la cristallerie, 317.
Croissant (*E.*) et *L. Bretonnière*. Matières organiques sulfurées tinctoriales, 696.
Croizier (le comte *de*). La Perse et les Persans, 698.

D.

Dannery. Débourrage automatique du coton, 344.
Danks. Son procédé de puddlage mécanique de la fonte, 365.
Darblay aîné, vice-président honoraire de la Société; sa mort, 694.
Day (*Saint-John Vincent*). De l'amiante et de ses applications dans l'industrie, notamment de son emploi pour garnir les pistons des machines à vapeur, 215 (pl. 489).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Deacon. Son procédé de fabrication du chlore, **354**.
Debray. Communication sur le baromètre métallique à aiguille de M. *Rédier*, **552**.
Decauville (*P.*). Reçoit par moitié le prix du labourage à vapeur décerné par la Société, **276**.
Dedieu. Divers genres de manomètres, **696**.
Defienne (feu). Lampe tubulaire à pétrole, méd. arg.), **292**; description, **403** (pl. **492**).
Dehérain. Cours de chimie agricole, **166**.
Délécu (*Gustave*), contre-maître, méd. br., **305**.
Deleuil d'Aix. Bêche à deux fins, **159**.
Demarcy (*Maxime*), contre-maître, méd. br., **306**.
Deschamps (*J.*) et *Brachigny*. Machine aéro-hydraulique, **696**.
Dobelle (*Alexandre*). Système de nettoyage des grains, **628**.
Donnet. Appareil servant à enfoncer les tubes des puits instantanés, **111** (pl. **487**).
Dreyfus. Théorie du tour à ovale, méd. arg., **293**; son mémoire, **330** (pl. **491**).
Dronier et *Voisin*. Sels excitateurs pour les piles à bichromate de potasse, **114**; méd. br., **279**.
Dubois et *François*. Perforateur mécanique, **451** (pl. **494**).
Dubosc (*Aristide*), contre-maître, méd. br., **306**.
Duclaux. Étude sur la nouvelle maladie de la vigne dans le sud-est de la France, **691**.
Ducournau. Machine à concasser les pierres, **702**.
Dufrené (*H.*). Histoire du travail; le langage, etc., **701**.
Dujardin (*Augustin*), contre-maître, méd. br., **306**.
Dumas (Président). Recherches sur la fermentation alcoolique, **33**.
— Sur les ferments appartenant au groupe de la diastase, **48**.
— Paroles prononcées en séance à l'occasion de la mort de M. le baron *Charles Dupin*, **165**.
— Observations sur le rôle des chemins de fer pendant la guerre, **168**.
— Discours prononcé dans la séance du 29 mai de la Société de secours des amis des sciences, **619**.
— Allocution lors de la proclamation des diplômes à l'École centrale des arts et manufactures, **683**.
— Paroles prononcées en séance du Conseil à l'occasion de la mort de MM. *Darblay* aîné, *Amédée Durand* et *Le Chatelier*, **694**.
Duméry. Rapport sur la fabrication des abat-jour et de leurs supports par M. *Maurel*, **321** (pl. **490**).
Du Moncel (comte *Th.*). Rapport sur les sels excitateurs pour les piles à bichromate de potasse de MM. *Voisin* et *Dronier*, **114**.
— Rapport sur le concours ouvert par la Société pour un appareil électrique puissant et économique, **271**.
— Rapport sur le télégraphe autographique de M. *Meyer*, **377** (dessins sur bois).
— Exposé des applications de l'électricité (t. II), **490**.
Dunod et *Bougleux*. Méd. plat. pour leur fabrication de divers produits dérivés des os, **290**.
Dupaigne. Ouvrage sur les montagnes, méd. arg., **293**; compte rendu, **444**.
Dupin (baron *Charles*), secrétaire général de la Société; sa mort, **165**; discours prononcé sur sa tombe par M. le général *Morin*, **222**; son éloge, par M. *Tresca*, **243**.
Duplessis (*J.*). Traité du lever des plans et de l'arpentage, **690**.
Dupuch (*G.*). Indicateur de niveau pour les chaudières à vapeur, **159**.
Durand-Claye (*Léon*) et *Le Chatelier*. Note sur la présence du phosphore dans les cendres de houille, **123**.
Durand (*Jean*), contre-maître, méd. br., **306**.
Duseigneur-Kleber. Appareil à grande vitesse pour le moulinage de la soie, **83**; méd. or, **286**; description, **493** (dessins sur bois).
Duvillers (*F.*). Ouvrage sur les parcs et jardins, **15**.

E.

Eichelbrenner et *Muller*. Nouveau four à gaz d'éclairage, méd. or, **288**; description, **437** (pl. **493**).

F.

Farcot (*J.*). Servo-moteur ou moteur asservi, **549**.
Farcot père. Rapport sur l'emploi du liége fait par M. *Ludovic Chevallier* pour envelopper les cylindres des machines à vapeur, **573**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Farjat. Nouveau genre d'essuie-pieds, **74**.
Faucon (*L.*). Note sur la submersion des vignes atteintes par le phylloxera, **629**.
Fauler. Situation de la caisse de secours fondée par lui pour l'industrie des cuirs, **316**.
Ferrari (*N. de*). Système de chapeau mécanique, **238**.
Figuier (*L.*). Les merveilles de l'industrie, **237**.
Fillet (*Joseph*). Système de direction des ballons, **232**.
Fontaine. Reçoit un encouragement pour son petit moteur à vapeur pour atelier de famille, **268**.
Fontenay (*H. de*). Analyse d'un mémoire de M. *Benrath* (*H. E.*) sur la composition normale du verre, **88**.
Forest et *Lartigue*. Sifflet électro-automoteur pour les chemins de fer, **703**.
Forret (*Pierre-Victor*), contre-maître, méd. br., **306**.
François et *Dubois*. Perforateur mécanique, **451** (pl. **494**).
Frezon. Procédé chimique d'épuration des tissus de laine, **347**.

G.

Galitzin (princesse). Situation de sa fondation, **315**.
Gaudin (*M. A.*). L'architecture du monde des atomes, **490**.
— Préparation d'un nouveau ciment, **703**.
Gautier. Défrichement des landes, méd. plat., **290**; description, **442**.
Genissieu. Note sur une forge à douze feux, **167**, **633**.
Gibbs. Son procédé pour l'utilisation des résidus des pyrites, **361**.
Gibson-Richardson. Sur la culture de l'orge en France, **163**, **233**, **551**.
Girdwood. Nouvelle garniture pour boîtes à étoupe, **158**.
Gireaudeau et *Jalibert*. Perfectionnements aux appareils de chauffage, **236**, **550**.
Giretti. Système d'étouffage des cocons, **79**.
Giroy. Appareil servant à enlever les neiges, **166**.
Gissey (*H.*). Sécateurs pour la taille des arbres et des haies, **703**.
Gobley. Rapport sur le procédé de M. *de Lafollye* pour le dosage du cuivre au moyen du cyanure de potassium, **179**.
Godard-Demarest, membre du Conseil; sa mort, **155**.
Gournerie (*de la*). Rapport sur le double décimètre perfectionné de M. *Castelnau*, **122**.
— De l'histoire et de la théorie de l'appareil de l'arche biaise, **202**.
— Rapport sur l'essai d'orthochromie de M. *Cotillon*, **576**.
— Note sur la détermination géométrique des teintes dans les dessins lavés, **577**.
Gramme. Reçoit le prix des arts économiques pour son moteur électrique, **271**.
Gremailly. Tablettes pour soupes, **568**.
Granier. Appareil pour constater le degré d'inflammabilité des huiles de pétrole, méd. br., **299**; description, **400** (pl. **492**).
Grison (*Th.*). Procédé d'impression sur étoffes, **626**.
Groulard (*Charles*), contre-maître, méd. br., **307**.
Grüne. Imperméabilisation des tissus en lin et en coton, **158**.
Gruner (*L.*). Sur l'acier spécial de *R. Mushet*, **84**.
— Note sur les minerais de fer riches et purs du sol français, **397**.
— Étude sur les hauts fourneaux, **509** (pl. **496**).
— Rapport au sujet de la liberté du commerce de la dynamite réclamée par M. *Brüll*, **568**.
Guillemin (*Amédée*). Ouvrage intitulé *la Vapeur*, **166**.
Guirand et *Canard*. Trépan à hélice pour le forage des puits artésiens, **700**.

H.

Hanisch. Sur l'argenture des moules de gélatine pour la galvanoplastie, **547**.
Hans et *Hermary*. Nouveau système de baromètre, **489**.
Hardy. Rapport sur l'ouvrage de M. *Duvillers* traitant des parcs et jardins, **15**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Hargreaves. Son procédé de fabrication du sulfate de soude, **360**.
Hart et *Buck*. Leurs ponts obliques en Angleterre, **205**.
Hausman. Analyse d'un verre antique en partie décomposé, **89**.
Hébrard (*Jacques*), contre-maître, méd. br., **307**.
Hemptine (*de*). Appareil de concentration pour l'acide sulfurique, **490**.
Hessé (*E.*). Perfectionnements à la fabrication des roues de voitures, **695**.
Heurteau (*Émile*). Notes de voyage en Galicie; les grandes salines de Pologne; les gisements de gypse, de soufre et de pétrole, **128**, **457**.
Heuzé. Notice historique sur l'introduction de la pomme de terre en France, **23**.
— Rapport sur le défrichement des landes opéré par M. *Gautier*, **442**.
— État de l'agriculture en France, **570**.
— Sur les productions agricoles de la France, **635**.
Hire (*J. H.*). Appareil pour contenir les liquides inflammables et permettre de les transvaser sans accident, **695**.
Homberg. Rapport sur un procédé employé en Amérique pour rafraîchir l'eau, **182**.
— Rapport sur le livre de M. *Dupaigne* intitulé les Montagnes, **444**.
Hull (*Edward*). La crise houillère en Angleterre, **423**.
Hupaïs (*d'*). Médaille de platine pour ses travaux de sériciculture, **282**.
Huzard. Rapport sur le compteur de rations d'avoine de M. *A. Boulay*, **575**.

J.

Jacqmin. Des chemins de fer pendant la guerre de **1870** et **1871**, **188**.
Jalibert et *Gireaudeau*. Perfectionnements aux appareils de chauffage, **236**, **550**.
Jamin. Sur la construction d'aimants artificiels d'une grande puissance, **490**.
— Expériences photométriques sur les teintes employées par les peintres dans leurs tableaux, **582**.
— Sur quelques aimants singuliers, **706**.
Jarre (*C.*). Système de pompe, **235**.
Johnson (*W.*). Expériences sur l'influence du froid sur la résistance du fil de fer, **475**.
Jolley. Armoire pour la conservation des substances alimentaires, **700**.
Joly (*V. Ch.*). Traité pratique du chauffage, de la ventilation et de la distribution des eaux (2e édit.), **702**.
Jordan. Revue de l'industrie du fer en **1867** (2e partie), **390**.
Jorrest. Nouvelle espèce de verre pour la photographie, **436**.
Jouffret. Tour pour la filature de la soie, **81**.
Joulie. Méthode d'analyse des phosphates du commerce, **240**.

K.

Kirkaldy (*David*). Recherches expérimentales sur les propriétés mécaniques de l'acier à différents degrés de trempe, **696**.
Kurshanoff. Manomètre à poudres, **570**.

L.

Laboulaye. Rapport sur le Manuel du conducteur de machines typographiques de M. *Monet*, **177**.
— Rapport sur le mémoire de M. *Dreyfus* traitant de la théorie du tour à ovale, **330**.
— Les droits des ouvriers; étude sur l'ordre dans l'industrie, **697**.
Lacroix. Couleurs vitrifiables en tube, broyées à l'eau ou à l'essence, **119**.
Lafollye (*de*). Procédé de dosage du cuivre au moyen du cyanure de potassium, **179**.
Lalande (*de*) et *P. Schutzenberger*. Procédé nouveau de teinture et d'impression au moyen de l'indigo, **629**.
Lamy. Des produits chimiques à l'Exposition universelle de Lyon, **183**.
— Rapport sur le livre de M. *Jordan* (Revue de l'industrie du fer en **1867**, 2e partie), **390**.
— Rapport sur le système de four à gaz d'éclai-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rage de MM. *Muller* et *Eichelbrenner*, 437 (pl. 493).
Larcher (*Zéphirin*), contre-maître, méd. br., 307.
Lartigue et *Forest*. Sifflet électro-automoteur pour les chemins de fer, 703.
Lassalle et *Boutard*. Mécanisme remplaçant le travail des enfants dans l'industrie des châles, 65 (pl. 485).
Laval (*E. de*). Pétition pour demander l'interdiction des tuyaux de plomb pour la conduite et la distribution des eaux alimentaires, 626.
Le Chatelier. Membre honoraire du Conseil ; nouvelle de sa mort, 694.
— et *Léon Durand-Claye*. Note sur la présence du phosphore dans les cendres de houille, 123.
Legentil. Rapport, au nom des censeurs, sur la comptabilité de l'exercice 1871, 320.
Legrand. Rapport sur l'état financier de la Société pour l'exercice 1871, 311.
— Situation de la caisse de secours fondée par lui en faveur de l'industrie de la savonnerie, 316.
Lehoucq (*Pierre*). Méthode de comptabilité, 689.
Lemaitre (*A.*). Nouveaux siéges de jardin, 695.
Lemoine (*Georges*). Notes de voyage en Angleterre ; sur quelques progrès récents des industries chimiques et métallurgiques, 350 (dessins sur bois).
Lenief. Système de sécateur, 689.
Lenoir (*Victor-Auguste*), contre-maître, méd. br., 307.
Leprestre. Herse tranchante pour la destruction des insectes nuisibles, 689.
Leret. Notice sur la vie et les travaux du docteur *Herpin*, de Metz, 233.
Limet. Appareil pour la préparation des cocons, 82.
Lissajous. Rapport sur le télégraphe électrique de M. *Chambrier*, 3 (pl. 482 et 483).
— Rapport sur les titres de sir *Charles Wheatstone* à la grande médaille d'Ampère, 261.
— Rapport sur la lampe tubulaire à pétrole de M. *Defienne*, 403 (pl. 492).
Loua. Comparaison statistique entre les industries des différents départements, 698.
Luca (*de*). Recherches sur la solfatare de Pouzzoles, 550.
Luynes (*V. de*). Rapport sur un appareil de M. *Granier* servant à constater le degré d'inflammabilité des huiles de pétrole, 400 (pl. 492).

M.

Maistrasse (*A.*). Pile à éléments de plomb de grande surface, 233.
— Application d'étain sur différents métaux par voie galvanique, 689.
Maître (*Édouard*). Nouvelle méthode pour la fabrication des parquets, 696.
Malderen (*Joseph van*). Médaille d'or pour les perfectionnements apportés par lui à la machine magnéto-électrique de la compagnie *l'Alliance*, 276.
Malfait (fils). Sur un mordant remplaçant le tartre dans la teinture sur laine des couleurs nécessitant l'emploi des sels d'étain, 487.
Mangon (*Hervé*). Rapport sur la moissonneuse de M. *Albaret*, 169 (pl. 488).
— Rapport sur le concours ouvert par la Société pour le labourage à vapeur, 276.
— Rapport sur la fabrication des engrais opérée par MM. *Coignet* au moyen de la torréfaction des matières animales, 502.
— Rapport sur la forge maréchale à douze feux établie par la compagnie générale des voitures de Paris, 633 (pl. 499).
Maniel (*Jacques*). Sa biographie, 568.
Mansoy et *comp.* Fabrication mécanique des fers à cheval, 12 ; méd. arg., 294.
Marès (*Paul*). De l'utilité d'une institution scientifique permanente en Algérie, 140.
Martin (*Louis de*). Lettre au sujet de l'œuvre entreprise pour l'enseignement de l'agriculture par le comice agricole de Narbonne, 697.
Mathey (*C. M.*). Emploi du vent comme auxiliaire pour réduire la consommation du charbon dans les machines à vapeur, 695.
Mathieu (*Eugène*), contre-maître, méd. br., 308.
Maugue (M^elle^ *Zoé*), contre-maîtresse, méd. br., 308.
Maurel. Fabrication des abat-jour et de leurs supports, méd. arg., 295 ; description, 321 (pl. 490).
Melsens. Mémoire sur l'influence du froid sur les boissons alcooliques, 629.
Ménier. Situation de la caisse de secours fondée par lui en faveur des arts chimiques, 318.
Meunier. Grue à double effet et appareil de sûreté pour l'ascension par échelle dans les puits, 238.
Meunier (*Ch.*) et *Scheurer-Kestner*. Recherches sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les produits de la combustion de la houille, 519.
Meunier (*L.*). Appareil déjecteur épurateur de l'eau d'alimentation des chaudières à vapeur, 569.
Meyer. Télégraphe autographique, méd. or, 287; description, 377 (dessins sur bois).
Meyer (*J.*). Sur l'influence de l'ammoniaque dans les ateliers où l'on emploie le mercure, 547.
Meyère (*Paul*). Système d'accrochage des waggons sans danger pour les hommes d'équipe, 696.
Meynard. Procédé d'emballage des graines de vers à soie, 79.
Miahle. Communication relative à la saponification, 571.
Milly (*de*). Situation de la caisse de secours fondée par lui pour l'industrie de la stéarine, 317.
Moittié (*Éloi*), contre-maître, méd. br., 308.
Moncel (*du*). Voy. *Du Moncel*.
Monet. Manuel du conducteur des machines typographiques, 177.
Monks (*F.*). Expériences sur l'influence du froid sur la résistance du fer, 47.
Montaigne (*Léonor*), contre-maître, méd. br., 308.
Moride (*E.*). Appareil siphoïde pour transvaser sans danger les liquides inflammables, 700.
Morin (*E.*). Planétaire pour l'enseignement de la cosmographie, 700.
Morin (général). Discours prononcé sur la tombe de M. le baron *Charles Dupin*, 222.
Mourceau (*H.*). Perfectionnements dans la fabrication des tissus pour ameublement, 695.
Muller et *Eichelbrenner*. Nouveau four à gaz d'éclairage, méd. or, 288; description, 437 (pl. 493).
Mulot (*Louis-Georges*). Notice sur sa vie, 430.

P.

Paliard. Rapport sur les essuie-pieds de M. *Farjat*, 74.
— Rapport sur les couvertures pour bâtiments en zinc estampé de M. *Coutelier*, 558.
Pâris. Produits en tôle et fonte émaillées, 441.
Pasteur. Reçoit le grand prix fondé, en 1867, par la Société d'encouragement, 262.
— Recherches sur la fabrication de la bière et sur ses causes d'altération; procédé de fabrication, 698.
Pattinson. Son procédé de fabrication de la magnésie, 363.
Paupier (*Léonard*). Instruments de pesage, 159.
Pavy (*E.*). Grenier conservateur, 234.
Peligot (*E.*). Rapport sur les titres de M. *Pasteur* au grand prix fondé, en 1867, par la Société, 262.
— Rapport sur les produits en tôle et fonte émaillées de M. *Pâris*, 441.
— Sur la répartition de la potasse et de la soude dans les végétaux, 613.
— Observations au sujet de l'emploi, en irrigations, des eaux d'égout, près de Croydon (Angleterre), 693.
Pellet et *Champion*. Instrument pour doser de très-petites quantités de soude, 569.
Percy. Analyses de cendres de houille, 124.
Perret (*Michel*). Four pour la désulfuration complète des pyrites, 185.
Petitclerc (*Ch.*). Piano à queue verticale, 695.
Pillé (*Anatole*), contre-maître, méd. br., 309.
Pimont (*Prosper*). Enduit calorifuge, 233.
Poirier (*P.*). Four pour la calcination du calcaire et des minerais, 695.
Pollard. Système de moufle pour cuire les peintures sur porcelaine, méd. arg., 296; description, 499 (pl. 495).
Ponsart (*Toussaint*), contre-maître, méd. br., 309.
Priestley. Rapport sur le système de bouchage des bouteilles à vin de Champagne imaginé par M. *Chambrier*, 507 (dessin sur bois).

Q.

Quétel-Trémois. Machine à travailler le bois, 689.

R.

Raffard. Communication d'un procédé employé en Amérique pour rafraîchir l'eau, 182.
Raffy (*Guillaume*), contre-maître, méd. br., 310.
Rarchaert (*Lucien*). Système de locomotive, 166.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rédier. Baromètre métallique à aiguille mue par un mécanisme d'horlogerie, **552**.
Regnault. Perfectionnements à ses appareils indicateurs de la marche des trains de chemins de fer, **695**.
Renault. Sur quelques procédés nouveaux employés pour obtenir la reproduction de dessins, **453**.
Renaux (*F.*). Appareil pour fosses d'aisances, dépourvu de tout mécanisme, **695**.
Rigat (*P.*). Appareil hydraulique, **568**.
Riquier (M^me^ *Antoine*), contre-maîtresse, méd. br., **310**.
Robert. Biberon à bas prix, **690**.
Robin. Système de garde-robes à siphon, **570**.
Rolland et *Schlœsing*. Leur procédé de fabrication de la soude au moyen du chlorure de sodium et du bicarbonate d'ammoniaque, **360**.
Rous (*Ermond*). Plateau à étaux parallèles, **700**.
Rousseau. Casse-fils-chaîne arrêtant spontanément le métier à tisser le velours de coton, **345**.
Roy (*Eugène*). Préparation d'une encre à base de charbon et de glycérine, **690**.
Roy (*Gustave*). Situation de la fondation du prix pour l'industrie cotonnière, **319**.

S.

Saint-Père (*Ch.* et *Eug.*). Appareil hydraulique appliqué à la fermeture des boutiques, **71** (pl. **486**) ; méd. arg., **296**.
Saix (*Calixte*). Échantillons de diamant noir artificiel, **159**.
Salvetat. Rapport sur les couleurs vitrifiables en tube broyées à l'eau ou à l'essence, par M. *Lacroix*, **119**.
— Rapport sur le système de moufle de M. *Pollard* pour cuire les peintures sur porcelaine, sur verre, etc., **499** (pl. **495**).
— Communication sur la machine à broyer les couleurs de M. *R. Bewley*, **705**.
Sandberg. Expériences sur l'influence du froid sur la résistance du fer, **478**.
Savalle (*Désiré*). Progrès récents de la distillation, **550**.
Scheurer-Kestner et *Ch. Meunier*. Recherches sur les produits de la combustion de la houille, **519**.
Schlœsing et *Rolland*. Leur procédé de fabrication de la soude par le chlorure de sodium et le bicarbonate d'ammoniaque, **360**.
Schutzenberger (*P.*) et *F. de Lalande*. Procédé nouveau de teinture et d'impression au moyen de l'indigo, **629**.
Sergent (*H.*) et *L. D. Chantrien*. Sourdines pour remédier au bruit produit par les machines à coudre, **628**.
Siemens. De l'emploi de l'injection de vapeur pour l'aspiration ou la compression des gaz, **50** (pl. **484**).
— Sa nouvelle méthode de fabrication du fer, **369**.
Simmonds. Ouvrage sur les résidus de fabrique et sur les progrès faits dans leur utilisation, **697**.
Sirand. Publication de ses travaux de sériciculture, **233**.
Smith (*T. Guilford*). Sur le développement de la fabrication du fer dans l'ouest des États-Unis, **100**.
Solliers (*Henry*), contre-maître, méd. br., **311**.
Spence. Fabrication de l'alun, **156**.
Steinbeck (*A.*). Réclamation de priorité au sujet de la machine électrique de M. *Gramme*, **238**.

T.

Tarin. Traité théorique et pratique sur les abeilles, **233**.
Tarnier (*E.*). Éléments de géométrie pratique à l'usage des écoles primaires, **629**.
Tétard (*S.* et *E.*). Reçoivent par moitié le prix de labourage à vapeur décerné par la Société, **276**.
Thomas (*Yves*). Nouvel échappement à pendule conique pour l'horlogerie, **166**.
Tiratay (*H. F.*). Échappement libre à double impulsion pour chronomètre, **700**.
Tranié. Traité d'arrosage pratique, méd. arg., **297**.
Tremaux (*J. M.*). Garniture à frottement réduit pour les pistons des machines à vapeur, **695**.
Tresca. Rapport sur l'appareil hydraulique appliqué à la fermeture des boutiques, par MM. *Ch.* et *Eug. Saint-Père*, **71** (pl. **486**).
— Rapport sur l'appareil servant à enfoncer les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tubes des puits instantanés, imaginé par M. *Donnet*, **111** (pl. **487**).
— Rapport sur le concours ouvert par la Société pour un petit moteur destiné à un atelier de famille, **268**.
— Éloge de M. le baron *Charles Dupin*, **243**.
— Note sur la forme qu'il convient de donner aux mètres que la Commission internationale doit construire, **406**, **479** (dessins sur bois).
— Mémoire sur le rabotage des métaux, **585**, **655** (pl. **497**, **498**, **500** et dessins sur bois).
— Communication sur le sifflet électro-automoteur de MM. *Lartigue* et *Forest*, **703**.
Troost. Communication sur le procédé de soudure de l'aluminium de M. *Bablon*, **239**.

V.

Vallery. Perfectionnements aux serrures de sûreté, **159**.
Vigier (*P.*) et *A. Arragon*. Emploi du talc pour empêcher les incrustations des chaudières à vapeur, **626**.
Violette (*H.*). Communication sur les constructions de la compagnie immobilière de Lille, **627**.
Voisin et *Dronier*. Sels excitateurs pour les piles à bichromate de potasse, **114**; méd. br., **299**.

W.

Weldon. Son procédé de fabrication du chlore par l'emploi de la chaux, **351**; son second procédé par l'emploi de la magnésie, **355**.
West (*G.*). Statistique des volumes des équivalents chimiques, **570**.
Wheatstone (sir *Charles*). Reçoit la grande médaille d'Ampère, de la Société, **261**; sa lettre de remercîment, **569**.
Whitworth. Sa méthode de moulage de l'acier par pression hydraulique, **156**.
Wolowski. Communication sur la correspondance par carte postale, **159**.
— Communication sur un nouveau système de marque de fabrique, **161**.
— Rapport verbal sur l'Exposition universelle de Vienne, **704**.
Worms (*Émile*). L'Allemagne économique, etc., **698**.

Y.

Young (*Edward*). Rapport sur l'immigration aux États-Unis, **698**.

Z.

Zeller (*Guillaume*), contre-maître, méd. br., **311**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE

ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA SOIXANTE ET DOUZIÈME ANNÉE DU BULLETIN.

A.

Abatage. Système d', des animaux de boucherie, par M. *Bruneau;* communication de M. *Barral*, 238.
Abat-jour. Fabrication des, et de leurs supports, par M. *Maurel*, méd. arg., 295; rapport de M. *Duméry*, 321 (pl. 490).
Acide phénique. Sur la fabrication de l', en Angleterre, par M. *Georges Lemoine*, 363.
Acide sulfurique. Sur un perfectionnement dans la fabrication de l', par M. *Lamy*, 187.
— Appareil de concentration pour l', par M. *de Hemptine*, 490.
Acier. Sur l'acier spécial de *R. Mushet*, par M. *L. Gruner*, 84.
— Sur la méthode de M. *Whitworth* pour le moulage de l', par pression hydraulique, par M. *Bessemer*, 156.
— De l'influence du froid sur la résistance de l', et du fer, 474.
— Recherches expérimentales sur les propriétés mécaniques de l', à différents degrés de trempe, par M. *David Kirkaldy*, 696.
Aérostation. Système de ballon dirigeable, par M. *Joseph Fillet*, 232.
— Autre système, par M. *Annibal Ardisson*, *ib.*
Agriculture. Notice historique sur l'introduction de la pomme de terre en France, par M. *Heuzé*, 23.
Agriculture. Sur la culture de l'orge en France, par M. *Gibson-Richardson*, 163, 233, 551.
— Moissonneuse mécanique, par M. *Albaret;* rapport de M. *Hervé Mangon*, 169 (pl. 488).
— De l'emploi en, des végétaux contenant du nitre; communication de M. *Chatin*, 239.
— Méthode d'analyse des phosphates employés en, par M. *Joulie*, 240.
— Rapport sur le concours ouvert par la Société pour le labourage à vapeur, par M. *Hervé Mangon*, 276.
— Défrichement des landes, par M. *Gautier*, méd. plat., 290; rapport de M. *Heuzé*, 442.
— État de l', en France; communication de M. *Heuzé*, 570.
— Sur les productions agricoles de la France, par M. *Heuzé*, 635.
— Vulgarisation de la culture à la vapeur, par M. *J. Besset*, 696.
— OEuvre pour l'enseignement de l', entreprise par le comice agricole de Narbonne; lettre de M. *Louis de Martin*, 697.
— Communication sur l'exploitation, dans les Ardennes, la Meuse et le Pas-de-Calais, des phosphates naturels employés en, par M. *Barral*, 702.
Aimants. Construction d', artificiels d'une grande puissance, par M. *Jamin*, 490.
— Sur quelques, singuliers, par *le même*, 706.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Air. De l'emploi de l', comprimé pour le percement des galeries de mines; communication de M. *Callon*, 448 (pl. 451).
— Production industrielle du froid au moyen de la détente des gaz permanents et de l', en particulier, par M. *J. Armengaud*, 549.
Alimentation. Tablettes pour soupes, par M. *Gremailly*, 568.
Alliage. Propriétés de l', de platine et de plomb par M. *Bauer*, 64.
— Expériences de M. *Chandler-Roberts* sur l', légal de l'or rendu cassant par des traces de plomb, d'antimoine, etc., 548.
Aluminium. Procédé de soudure de l', par M. *Bablon*; communication de M. *Troost*, 239.
Alun. Fabrication de l', par M. *Spence*, 156.
Ameublement. Perfectionnements dans ses tissus pour, par M. *H. Mourceau*, 695.
Amiante. De l', et de ses applications dans l'industrie, notamment de son emploi comme garniture des pistons dans les machines à vapeur, par M. *Saint-John Vincent Day*, 215 (pl. 489).
Ammoniaque. Sur l'influence de l', dans les ateliers où l'on emploie le mercure, par M. *J. Meyer*, 547.
Appareil. Système d', hydraulique appliqué à la fermeture des boutiques, par MM. *Ch.* et *Eug. Saint-Père*; rapport de M. *Tresca*, 71 (pl. 486); méd. arg., 296.
— servant à enfoncer les tubes des puits instantanés, par M. *Donnet*, rapport de M. *Tresca*, 111 (pl. 487).
— servant à enlever les neiges, par M. *Giroy*, 166.
— ayant pour but d'éviter les trépidations des marteaux-pilons, etc., par M. *Émile Boriglione*, 166.
— pour constater le degré d'inflammabilité des huiles de pétrole, par M. *Granier*, méd. br., 299; rapport de M. *de Luynes*, 400 (pl. 492).
— Système d', hydraulique, par M. *E. Rigat*, 568.
— Perfectionnement à son, indicateur de la marche des trains des chemins de fer, par M. *Regnault*, 695.
— ayant pour but de cuire sans feu, par MM. *Bopp du Pont*, 695.
— siphoïde pour transvaser sans danger les liquides inflammables, par M. *E. Moride*, 700.
— Système d', hydraulique pour le lavage des phosphates naturels, par M. *J. A. Baye*, 703.
Argent. Procédé d'extraction de l'or et de l', contenus dans les pyrites cuivreuses, par M. *Fréd. Claudet*, 433.
— Procédé pour recouvrir d', les moules de gélatine pour la galvanoplastie, par M. *Hanisch*, 547.

B.

Ballon. Appareil pour la direction des, par M. *Joseph Fillet*, 232.
— Autre système, par M. *Annibal Ardisson*, *ib.*
Baromètre. Nouveau système de, par MM. *Hans* et *Hermary*, 489.
— Système de, métallique à aiguille mue par un mécanisme d'horlogerie, par M. *Rédier*; communication de M. *Debray* et remarques de M. *Tresca*, 552.
Bâtiments. Emploi du zinc estampé en feuilles pour couverture des, par M. *Coutelier*; rapport de M. *Paliard*, 558.
Biberon. Système de, à bas prix, par M. *Robert*, 690.
Bibliographie. Ouvrage sur les parcs et jardins, par M. *F. Duvillers*; rapport de M. *Hardy*, 15.
— La vapeur, par M. *Amédée Guillemin*, 166.
— Note sur la dynamite, par M. *Alfred Caillaux*, *ib.*
— Cours de chimie agricole, par M. *Dehérain*, *ib.*
— Manuel du conducteur de machines typographiques, par M. *Monet*; rapport de M. *Laboulaye*, 177.
— Des chemins de fer pendant la guerre de 1870 et 1871, par M. *Jacqmin*; compte rendu par M. *Baude*, 188.
— Travaux de sériciculture, par M. *P. Sirand*, 233.
— Nouveau traité théorique et pratique sur les abeilles, par M. *Tarin*, 233.
— Note sur la vie et les travaux du docteur *Herpin*, de Metz, par M. *Leret*, *ib.*
— Guide-manuel de l'inventeur et du fabricant, par M. *Armengaud* jeune, 234.
— L'ouvrier mécanicien, par *le même*, *ib.*
— Formulaire de l'ingénieur, par *le même*, *ib.*
— Essai d'orthochromie, par M. *J. Cotillon*, 236; rapport de M. *de la Gournerie*, 576.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bibliographie. Les merveilles de l'industrie, par M. *L. Figuier*, 237.
— Revue de l'industrie du fer en 1867 (2e partie), par M. *Jordan;* rapport de M. *Lamy*, 390.
— Les montagnes, par M. *Dupaigne*, méd. arg., 293; rapport de M. *Homberg*, 444.
— L'architecture du monde des atomes, par M. *M. A. Gaudin*, 490.
— Exposé des applications de l'électricité (t. II), par M. *Th. du Moncel*, *ib.*
— Servo-moteur ou moteur asservi, par M. *Joseph Farcot*, 549.
— Recherches sur la solfatare de Pouzzoles, par M. *de Luca*, 550.
— Progrès récents de la distillation, par M. *Désiré Savalle*, *ib.*
— Biographie d'*Isambard Kingdom Brunel*, par son fils *Isambard Brunel*, 568.
— Notice biographique sur *Jacques Maniel*, par M. *E. Cesanne*, *ib.*
— Traitement des vignes gelées, par M. *Charles Ballet*, *ib.*
— Statistique générale de l'industrie de la France (enquête 1861-1865), *ib.*
— Statistique des volumes des équivalents chimiques, par M. *G. West*, 570.
— Éléments de géométrie pratique à l'usage des écoles primaires, par M. *E. Tarnier*, 629.
— Cours de mécanique professé à l'École des mines (t. I), par M. *J. Callon*, *ib.*
— Mouvement de la population en France pendant 1866, 1867 et 1868, 690.
— Traité du lever des plans et de l'arpentage, par M. *J. Duplessis*, 690.
— Études sur la nouvelle maladie de la vigne dans le sud-est de la France, par M. *Duclaux*, 691.
— Ouvrage sur les résidus de fabriques et sur les progrès faits dans leur utilisation, par M. *Simmonds*, 697.
— Les droits des ouvriers; étude sur l'ordre dans l'industrie, par M. *Ch. Laboulaye*, *ib.*
— La Perse et les Persans, par M. le comte *de Croizier*, 698.
— L'Allemagne économique, etc., par M. *Émile Worms*, *ib.*
— Rapport sur l'immigration aux États-Unis, par M. *Edward Young*, *ib.*
— Cours d'exploitation des mines, par M. *Callon* (t. I), p. 700.
— Histoire du travail, le langage, etc., par M. *H. Dufrené*, 701.
Bibliographie. Traité pratique du chauffage, de la ventilation et de la distribution des eaux, par M. *V. Ch. Joly* (2e édit.), 702.
— Rapport verbal sur l'Exposition universelle de Vienne, par M. *Wolowski*, 704.
— Note sur la détente dans les machines d'extraction, etc., par M. *H. Audemar*, *ib.*
— Les richesses naturelles du globe, par M. *Bernardin*, *ib.*
Bière. Sur l'industrie de la, en Angleterre; communication de M. *Barral*, 691.
— Recherches sur la fabrication de la, et sur ses causes d'altération; procédé de fabrication, par M. *Pasteur*, 698.
Bijouterie. Perfectionnements aux outils pour la, et la joaillerie, par M. *Capitaine*, méd. arg., 291; rapport de M. *Bouilhet*, 504 (dessins sur bois).
Blé. Greniers conservateurs du, par M. *E. Pary*; rapport de M. *Boitel*, 234.
Bois. Machine à travailler le, par M. *Quétel-Trémois*, 689.
— Nouvelle méthode pour la fabrication des parquets en, par M. *Édouard Maitre*, 696.
Boîtes à étoupe. Nouvelle garniture pour les, par M. *Girdwood*, 158.
Bouchage. Nouveau système de, des bouteilles de champagne, par M. *Chambrier*, méd. arg., 292; rapport de M. *Priestley*, 507 (dessin sur bois).
Boucherie. Système d'abatage des animaux de, par M. *Bruneau;* communication de M. *Barral*, 238.
Brevets d'invention. Nouveau mode de publication des, faite par le Ministère, 704.

C.

Caisses de secours. (Voy. **Fondations.**)
Calcination. Four pour la, du calcaire et des minerais, par M. *P. Poirier*, 695.
Carte postale. Sur la correspondance par, par M. *Wolowski*, 159.
Céramique. Préparation pour la, de couleurs en tube broyées à l'eau ou à l'essence, par M. *Lacroix;* rapport de M. *Salvetat*, 119.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Céramique. Nouveau système de moufle pour cuire les peintures sur porcelaine, par M. *Pollard*, méd. arg., 296; rapport de M. *Salvetat*, 499 (pl. 495).
Châles. Mécanisme pour remplacer le travail des enfants dans l'industrie des, par MM. *Boutard* et *Lassalle;* rapport de M. *Alcan*, 65 (pl. 485).
Chanvre. Fil de, meilleur marché que celui de coton, par Mme *Bayart*, 696.
Chapeau. Système de, mécanique, par M. *N. de Ferrari*, 238.
Chaudières à vapeur. Indicateur de niveau d'eau pour, par M. *G. Dupuch*, 159.
— Emploi de la glycérine contre les incrustations des, par M. *Eug. Asselin*, 489.
— Appareil déjecteur épurateur de l'eau d'alimentation des, par MM. *L. Meunier* et *comp.*, 569.
— Emploi du talc pour empêcher les incrustations des, par MM. *P. Vigier* et *A. Arragon*, 626.
Chauffage. Appareils perfectionnés de, par MM. *Gireaudeau* et *Jalibert*, 236, 550.
— Nouveau système de, des fours à gaz, par MM. *Muller* et *Eichelbrenner*, méd. or, 288; rapport de M. *Lamy*, 437 (pl. 493).
Chemins de fer. Sur les, d'intérêt local, par M. *Baude*, 17.
— Des, pendant la guerre; communication de M. *Baude*, et observations de M. *Dumas*, 168.
— Sur le livre de M. *Jacqmin* traitant des, pendant la guerre de 1870 et 1871, par M. *Baude*, 188.
— Rails mobiles tournants, par M. *E. de Bouyn*, 568, 626.
— Modifications à ses appareils indicateurs de la marche des trains de, par M. *Regnault*, 695.
— Moyen pour accrocher les waggons de, sans exposer les hommes d'équipe, par M. *Paul Meyère*, 696.
— Sifflet électro-automoteur pour les, par MM. *Lartigue* et *Forest*; communication de M. *Tresca*, 703.
Chlore. Progrès récents de la fabrication du, en Angleterre, par M. *Georges Lemoine*, 350; premier procédé de M. *Weldon*, 351; procédé de M. *Deacon*, 354; nouveau procédé de M. *Weldon*, 355; état de la question, 358.
Ciment. Préparation d'un nouveau, par M. *A. Gaudin*, 703.
Cinématique. Théorie du tour à ovale, par M. *Dreyfus*, méd. arg., 293; rapport de M. *Laboulaye*, 329; mémoire de M. *Dreyfus*, 330 (pl. 491).
Cocons. Système d'étouffage des, par M. *Castrogiovani*, 79.
— Autre système, par M. *Giretti*, *ib.*
— Appareil pour la préparation des, par M. *Limet*, 82.
Colle. Notes relatives à la glu marine et à une, imperméable, par Mme Ve *Audouin;* rapport de M. *Barral*, 555.
Combustibles. La crise houillère en Angleterre, par M. *Edward Hull*, 423.
Comptabilité. Rapport sur la, pour l'exercice 1871, par M. *Legrand*, 311; rapport, au nom des censeurs, par M. *Legentil*, 320.
— Méthode de, par M. *Pierre Lehoucq*, 689.
Compteurs. Système de, pour les rations d'avoine, par M. *A. Boulay*, méd. br., 298; rapport de M. *Huzard*, 575.
Concours. Compte rendu des prix mis au, par la Société pour être décernés en 1873, 257.
— Rapport sur le, relatif au grand prix fondé en 1867 par la Société et décerné, cette fois, à M. *Pasteur*, par M. *Peligot*, 262.
— Rapport sur le, pour un petit moteur destiné à un atelier de famille, par M. *Tresca*, 268.
— Rapport sur le, pour un appareil électrique puissant et économique, par M. le comte *du Moncel*, 271.
— Rapport sur le, pour le labourage à vapeur, par M. *Hervé Mangon*, 276.
— Rapport sur le, pour la production de graine saine de vers à soie de race indigène, par M. *Chatin*, 280.
Conseil d'administration. Liste des membres titulaires, des adjoints et des membres honoraires composant le, en 1873, 105.
Conservation. Grenier pour la, des grains, par M. *E. Pavy;* rapport de M. *Boitel*, 234.
— Armoires pour la, des substances alimentaires, par M. *Jolley*, 700.
Correspondance. Sur la, par carte postale; communication de M. *Wolowski*, 159.
Cosmographie. Planétaire pour l'enseignement de la, par M. *E. Morin*, 700.
Coton. Procédé d'imperméabilité des tissus en, et en lin, par M. *Grüne*, 158.
— Sur l'industrie du, à l'Exposition de Lyon, par M. *Alcan*, 343.
Couleurs. Préparation de, vitrifiables en tube, broyées à l'eau ou à l'essence, par M. *Lacroix;* rapport de M. *Salvetat*, 119.
— Machine à broyer les, par M. *R. Bewley;* communication de M. *Salvetat*, 705.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Crues. Sur les, de la Seine, par M. *E. Belgrand*, 230.
Cuivre. Dosage du, au moyen du cyanure de potassium, par M. *de Lafollye;* rapport de M. *Gobley*, 179.
— Sur les progrès de la métallurgie du, en Angleterre, par M. *Georges Lemoine*, 364.

D.

Déchets. Production d'engrais par la torréfaction des, des substances animales, par MM. *Coignet*, 235; rapport de M. *Hervé Mangon*, 502.
Décret nommant les membres du Jury international des récompenses à l'Exposition universelle de Vienne, 372, 484.
Défrichement. Travaux de, des landes, par M. *Gautier*, méd. plat., 290; rapport de M. *Heuzé*, 442.
Dépenses. Rapport sur le compte des recettes et des, de l'exercice 1871, par M. *Legrand;* rapport, au nom des censeurs, par M. *Legentil*, 320.
Dessin. Double décimètre perfectionné pour le, géométrique, par M. *Castelnau;* rapport de M. *de la Gournerie*, 122.
— Sur quelques procédés nouveaux employés pour obtenir la reproduction de, par M. *Renault*, 453.
— Méthode pour ombrer le, par M. *Cotillon* ; rapport de M. *de la Gournerie*, 576.
— Note sur la détermination géométrique des teintes dans le, par M. *de la Gournerie*, 577.
Diamant. Échantillons de, noir artificiel, par M. *Calixte Saix*, 159.
Diastase. Sur les ferments appartenant au groupe de la, par M. *Dumas*, 48.
Diplômes. Proclamation des, aux élèves sortant de l'École centrale ; allocution de M. *Dumas*, 683.
Discours prononcé sur la tombe de M. *Godard-Desmarets*, par M. *Blascheck*, ouvrier verrier de Baccarat, 155.
— prononcé sur la tombe du baron *Charles Dupin*, par M. le général *Morin*, 222.
— prononcé par M. *Dumas* dans la séance du 29 mai de la Société de secours des amis des sciences, 619.
Discours prononcé par *le même* lors de la proclamation des diplômes aux élèves sortant de l'École centrale, 683.
Dynamite. Sur la liberté du commerce de la, par M. *Brüll*, 489; projet de rapport de M. *Gruner*, 568; réclamation de M. *Brull*, 696.
— Emploi de la, dans l'exploitation d'une mine de pyrites; communication de M. *Balard*, 491.

E.

Eaux. Procédé de réfrigération des, employé en Amérique, et communiqué par M. *Raffard ;* rapport de M. *Homberg*, 182.
— Pétition pour demander l'interdiction des tuyaux de plomb pour la conduite et la distribution des, d'alimentation, par M. *E. de Laval*, 626.
Éclairage. Lampe tubulaire à pétrole, par M. *Defienne*, méd. arg., 292; rapport de M. *Lissajous*, 403 (pl. 492).
Ecole centrale. Allocution prononcée à l'occasion de la proclamation des diplômes, par M. *Dumas*, 683.
Égouts. Emploi des eaux d', en irrigations, près de Croydon (Angleterre), communication de M. *Barral*, 692; remarques de M. *E. Peligot*, 693.
Électricité. Sels excitateurs pour les piles à bichromate de potasse, par MM. *Voisin* et *Dronier;* rapport de M. *du Moncel*, 114.
— Pile à éléments de plomb de grande surface, par M. *A. Maistrasse*, 233.
— Modifications à ses appareils fonctionnant par l', pour indiquer la marche des trains de chemins de fer, par M. *Regnault*, 695.
Éloge du baron *Charles Dupin*, par M. *Tresca*, 243.
Émail. Produits en tôle et en fonte recouverts d', par M. *Pâris;* rapport de M. *E. Peligot*, 441.
Emballage. Système d', des graines de vers à soie, par M. *Meynard*, 79.
Encollage. Sur les progrès de l', des chaînes dans le tissage à l'Exposition de Lyon, par M. *Alcan*, 346.
Encre. Préparation d'une, portative pour les voyages, par M. *Bœttger*, 625.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Encre. Préparation d'une, à base de charbon et de glycérine, par M. *Eug. Roy*, 690.
Enduit. Système d', dit calorifuge, par M. *Prosper Pimont*, 233.
— Préparation d'un, dit préservatif contre l'humidité, par M. *L. Caron*, 236.
— Peinture ou, hydrofuge, par M. *H. Bageau*, 700.
Enfants. Mécanisme pour remplacer le travail des, dans l'industrie des châles, par MM. *Boutard* et *Lassalle*; rapport de M. *Alcan*, 65 (pl. 485).
Engrais. Production d', au moyen des débris des substances animales, par MM. *Coignet*, 235; rapport de M. *Hervé Mangon*, 502.
Enseignement. OEuvre entreprise pour l', de l'agriculture par le comice agricole de Narbonne; lettre de M. *Louis de Martin*, 697.
— Planétaire pour l', de la cosmographie, par M. *E. Morin*, 700.
Essuie-pieds. Nouveau genre d', par M. *Farjat*; rapport de M. *Paliard*, 74.
Étain. Application d', sur différents métaux par voie galvanique, par M. *A. Maistrasse*, 689.
Étouffage. Système d', des cocons, par M. *Castrogiovani*, 79.
— Autre système par M. *Giretti, ib.*
Exposition universelle. Des produits textiles à l', de Lyon, par M. *Alcan*, 75; production des fils de la soie, 77; du matériel des filatures et du moulinage, 81; industrie du coton, 343; industrie des lainages, 345; encollage, 346.
— Des produits chimiques à la même exposition, par M. *Lamy*, 183.
— Documents relatifs à l', de Vienne, envoyés par le consul général adjoint d'Autriche-Hongrie, 159, 233, 236, 238. — Décrets fixant la liste des membres du Jury international des récompenses, 372, 484.
— Ouverture d'une, gastronomique aux Champs-Élysées, à Paris, 237.
— Communication sur l', de Vienne, par M. *M. Block*, 630.

F.

Fécule. Instrument pour constater le degré d'hydratation de la, par M. *N. Bloch*, méd. br., 298; rapport de M. *Cloëz*, 553.
Fer. Sur le développement de la fabrication du, dans l'ouest des États-Unis, par M. *T. Guilford Smith*, 100.
— Échantillon de, laminé et courbé provenant des résidus de la combustion des pyrites, par M. *Michel Perret*, 185.
— Sur les progrès de la métallurgie du, en Angleterre, par M. *Georges Lemoine*; conditions économiques, 364; puddlage mécanique de *Danks*, 365; fours à gaz *Siemens*, 367; fabrication de l'acier au four *Siemens, ib.*; nouvelle méthode *Siemens* pour la fabrication du fer, 369.
— Revue de l'industrie du, en 1867 (2e partie), par M. *Jordan*; rapport de M. *Lamy*, 390.
— Note sur les minerais de, riches et purs du sol français, par M. *Gruner*, 397.
— Produits en tôle et en fonte de, émaillées, par M. *Pâris*; rapport de M. *E. Peligot*, 441.
— De l'influence du froid sur la résistance du, et de l'acier, 474.
Fer à cheval. Fabrication mécanique du, par MM. *Mansoy* et *comp.*; rapport de M. *Bella*, 12; méd. arg., 294.
— Ajusteur mécanique du, par M. *A. Clément*, 626.
Fermentation. Recherches sur la, alcoolique, par M. *Dumas*, 33; le mouvement de fermentation peut-il se communiquer à distance ? 34; la fermentation peut-elle être provoquée par une action chimique, ou peut-elle provoquer cette action ? 36; la fermentation peut-elle être réglée? 37; influence des gaz sur la fermentation, 39; action des métalloïdes, 40; action des acides, *ib.*; action des bases, 41; action des sels, 43; résumé, 46.
— Sur les ferments appartenant au groupe de la diastase, par *le même*, 48.
— Recherches sur les ferments et particulièrement sur le ferment de la bière, par M. *Pasteur*, 698.
Fermeture. Appareil hydraulique appliqué à la, des boutiques, par MM. *Ch.* et *Eug. Saint-Père*; rapport de M. *Tresca*, 71 (pl. 486); méd. arg., 296.
Filature. Du matériel de la, de la soie à l'Exposition de Lyon, par M. *Alcan*, 81.
— Procédé de, du lin et du chanvre donnant un fil meilleur marché que celui de coton, par Mme *Bayart*, 696.
Finances. Compte des recettes et dépenses de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la Société pour l'exercice 1871; rapport de M. *Legrand*, 311; rapport des censeurs par M. *Legentil*, 320.
Fondations. De M. le marquis *d'Argenteuil*, 314.
— De M. *Bapst*, *ib.*
— De M. *Christofle*, 315.
— De Mme la princesse *Galitzin* et de M. *Carré*, *ib.*
— Caisse de secours pour l'industrie des cuirs, 316.
— Caisse de secours pour l'industrie de la savonnerie, *ib.*
— Caisse de secours pour les arts industriels, *ib.*
— Caisse de secours pour la stéarinerie, 317.
— Caisse de secours pour l'industrie de la céramique et de la cristallerie, *ib.*
— Caisse de secours pour les arts chimiques, 318.
— Pour la taille des meules, *ib.*
— Pour l'industrie cotonnière, 319.
— Pour les perfectionnements aux procédés du génie civil, *ib.*
Forage. Appareil servant à enfoncer les tubes des puits instantanés, par M. *Donnet;* rapport de M. *Tresca*, 111 (pl. 487).
— Trépan à hélice pour le, des puits artésiens, par MM. *Canard* et *Guiran*, 700.
Forge. Système de, à douze feux; note de M. *Genissieu*, 167; rapport de M. *Hervé Mangon*, 633 (pl. 499).
Fosses d'aisances. Système de vidange des, par M. *P. Boucharin*, 489.
— Garde-robes à siphon pour, par M. *Robin*, 570.
— Appareil pour, dépourvu de tout mécanisme, par M. *F. Renaux*, 695.
Four. Système de, à étages multiples pour la désulfuration totale des pyrites, par M. *Michel Perret*, 185.
— Nouveau, à gaz d'éclairage, par MM. *Muller* et *Eichelbrenner*, méd. or, 288; rapport de M. *Lamy*, 437 (pl. 493).
— Système de, pour le grillage des minerais, par M. *P. Poirier*, 695.
Fraude. Système de marque de fabrique pour prévenir la, commerciale; communication de M. *Wolowski*, 161.

G.

Galvanoplastie. Sur l'argenture des moules de gélatine pour la, par M. *Hanisch*, 547.
— Application de l'étain sur différents métaux par la, par M. *A. Maistrasse*, 689.
Gaz d'éclairage. Nouveau four à, par MM. *Muller* et *Eichelbrenner*, méd. or, 288; rapport de M. *Lamy*, 437 (pl. 493).
Géographie. Ouvrage sur les montagnes, par M. *Dupaigne*, méd. arg., 293; rapport de M. *Homberg*, 444.
Glu. Notes relatives à la, marine et à une colle imperméable, par Mme Ve *Audouin;* rapport de M. *Barral*, 555.
Glycérine. Emploi de la, contre les incrustations des chaudières à vapeur, par M. *Eug. Asselin*, 489.
— Travaux sur la, par M. *A. P. Cap*, 696.
Graissage. De l'emploi des huiles minérales pour le, des machines, par M. *J. J. Coleman*, 560 (dessin sur bois).
Grenier. Système de, conservateur des grains, par M. *E. Pavy;* rapport de M. *Boitel*, 234.
Grue. Système de, à double effet, par M. *Meunier*, 238.

H.

Hauts fourneaux. Étude sur les, par M. *Gruner*, 509 (pl. 496); agrandissement progressif, *ib.*; réactions principales, 513; quantités de chaleur absorbées et dégagées, 514; la marche des hauts fourneaux varie avec le rapport de l'acide carbonique à l'oxyde de carbone, 516; ce rapport est l'indice de la marche des hauts fourneaux, 517; poids et composition des gaz du gueulard, *ib.*; accord des formules avec les analyses complètes, 518; mode de prise de gaz donnant la moyenne de plusieurs heures, 519; détermination de la chaleur consommée par un haut fourneau, 521; chaleur absorbée par la réduction du minerai et la fusion de la fonte, *ib.*; chaleur absorbée par la fusion du laitier, la dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

composition du calcaire, etc., 523; chaleur sensible emportée par les gaz, 524; chaleur perdue par les parois, 525; détermination de la chaleur reçue par un haut fourneau, *ib.*; appréciation de la marche d'un haut fourneau, 526; conséquences déduites, 527; influence d'une marche extralente, 532; influence des hauteurs ou volumes exagérés, 534; au delà d'une certaine hauteur, la température des gaz du gueulard ne baisse plus à cause du dédoublement de l'oxyde de carbone, 536; influence du vent surchauffé, 538; conclusions, 543; application de la nouvelle méthode d'analyse à des hauts fourneaux français, 543.

Horlogerie. Nouvel échappement à pendule conique, par M. *Yves Thomas*, 166.

— Échappement libre à double impulsion, par M. *H. F. Tiratay*, 700.

Horticulture. Sécateur pour l', par MM. *Lenief*, 689.

— Différents sécateurs pour la taille des arbres et des haies, par M. *H. Gissey*, 703.

Houille. Note sur la présence du phosphore dans les cendres de, par MM. *Le Chatelier* et *Léon Durand-Claye*, 123.

— Sur la crise de la, en Angleterre, par M. *Edward Hull*, 423.

Huiles minérales. Les gisements d', en Pologne, par M. *Émile Heurteau*, 128, 457.

— Appareil pour constater le degré d'inflammabilité des, par M. *Granier*, méd. br., 299; rapport de M. *de Luynes*, 400 (pl. 492).

— De l'emploi des, pour le graissage des machines, par M. *J. J. Coleman*, 560 (dessin sur bois).

— Appareil pour contenir les, et permettant de les transvaser sans accidents, par M. *J. H. Hire*, 695.

— Appareil siphoïde destiné au même but, par M. *E. Moride*, 700.

Hydrogène. Procédé de reproduction de dessins au moyen de l'action de l', sur une surface imprégnée d'un sel oxydé d'argent, par M. *Renault*, 453.

Hydrologie. Sur les crues de la Seine, par M. *E. Belgrand*, 230.

I.

Imperméabilisation. Procédé d', des tissus en lin et en coton, par M. *Grüne*, 158.

Impôt. Réclamation des fabricants de papier de paille et de bois au sujet du projet d', sur le sel destiné à la fabrication de la soude, 698.

Impression. Procédés d', sur étoffes, par M. *Th. Grison*, 626.

Incendies. Thermomètre avertisseur des, par M. *Callier*, 690.

Incrustations. Emploi du talc pour empêcher les, des chaudières à vapeur, par MM. *P. Vigier* et *A. Arragon*, 626.

Indicateur. Système d', de niveau d'eau pour chaudières à vapeur, par M. *G. Dupuch*, 159. (Voy. **Niveau.**)

Indigo. Procédé nouveau de teinture et d'impression au moyen de l', par M. *P. Schutzenberger* et *F. de Lalande*, 629.

Injection. De l'emploi de l', de vapeur pour l'aspiration ou la compression des gaz, par M. *Siemens*, 50 (pl. 484); transmission des dépêches par la pression atmosphérique, 56; élévation de l'eau, 57; évaporation dans la fabrication du sucre, 59; soufflerie des fours, 61.

Insectes nuisibles. Herse tranchante pour la destruction des, par M. *Leprestre*, 689.

Institution scientifique. De l'utilité d'une, permanente en Algérie, par M. *Paul Marès*, 140.

Instruments de musique. Piano à queue verticale, par M. *Ch. Petitclerc*, 695.

Instruments de précision. Double décimètre perfectionné par M. *Castelnau*; rapport de M. *de la Gournerie*, 122.

— Nouveau système de baromètre, par MM. *Hans* et *Hermary*, 489.

— Baromètre à aiguille indicatrice mue par un mécanisme d'horlogerie, par M. *Rédier*; communication de M. *Debray* et remarques de M. *Tresca*, 552.

— Télémètre de poche, par M. *P. Avril*, 568.

— Thermomètre avertisseur des incendies, par M. *Callier*, 690.

— Divers genres de manomètres, par MM. *Dedieu*, 696.

Irrigations. Traité pratique d', par M. *Tranié*, méd. arg., 297.

— Sur le système d', par les eaux d'égout employé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

près de Croydon (Angleterre) ; communication de M. *Barral*, 692 ; remarques de M. *E. Peligot*, 693.

J.

Jardins. Ouvrage sur les parcs et, par M. *F. Duvillers;* rapport de M. *Hardy*, 15.

Joaillerie. Outils perfectionnés pour la, et la bijouterie, par M. *Capitaine*, méd. arg., 291 ; rapport de M. *Bouilhet*, 504 (dessins sur bois).

K.

Kieserite. Propriétés et applications de la, 435.

L.

Laine. Sur l'industrie de la, à l'Exposition de Lyon, par M. *Alcan*, 345.

— Sur un mordant remplaçant le tartre dans la teinture sur, des couleurs nécessitant l'emploi des sels d'étain, par M. *Malfait*, 487.

Lampe. Système de, tubulaire à pétrole, par M. *Defienne*, méd. arg., 292 ; rapport de M. *Lissajous*, 403 (pl. 492).

Landes. Défrichement des, par M. *Gautier*, méd. plat., 290 ; rapport de M. *Heuzé*, 442.

Lavage. Appareil pour le, des nodules de phosphates, par M. *J. A. Baye*, 703.

Lavis. Méthode de, par M. *Cotillon ;* rapport de M. *de la Gournerie*, 576.

Levûre de bière. De l'action qu'exerce la, sur la dissolution du sucre candi après trois jours de contact avec des dissolutions saturées de différents sels; expériences de M. *Dumas*, 44.

Liége. Emploi du, pour envelopper les cylindres des machines à vapeur, par M. *Ludovic Chevallier ;* rapport de M. *Farcot*, 573.

Lin. Procédé d'imperméabilisation des tissus en, et en coton, par M. *Grüne*, 158.

— Système de presse pour machines à peigner le, par M. *E. Brulé*, 489.

— Fil de, à meilleur marché que celui de coton, par M^me^ *Bayart*, 696.

Liste des membres titulaires, des adjoints et des membres honoraires composant le Conseil d'administration en 1873, 105.

— des médailles d'or, de platine, d'argent et de bronze décernées pour des inventions ou des perfectionnements industriels, 284, 286.

— des médailles de bronze décernées aux contremaitres et ouvriers, 300, 303.

— des souscripteurs perpétuels et à vie, 317.

— des membres du Jury international des récompenses pour l'Exposition universelle de Vienne, 372, 484.

— des nouveaux membres français et étrangers admis en 1873 à faire partie de la Société d'encouragement, 709.

Locomotion. Nouveau système de, par M. *F. D. Cavalerie*, 695.

Locomotives. Système de, par M. *Lucien Rarchaert*, 166. (Voy. **Machines locomotives**.)

M.

Machines à vapeur. Modifications aux tiroirs de, par M. *Colin*, 159.

— Emploi de l'amiante pour garnir les pistons des, par M. *Saint-John Vincent Day*, 215 (pl. 489).

— Chemises en liége pour cylindres de, par M. *Ludovic Chevallier;* rapport de M. *Farcot*, 573.

— Emploi du vent comme auxiliaire pour réduire la consommation des, par M. *C. M. Mathey*, 695.

— Garniture à frottement réduit pour les pistons des, par M. *J. M. Trémaux*, 695.

Machines à vapeur locomotives. Système de, par M. *Lucien Rarchaert*, 166.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Machines diverses. Machine à moissonner, par M. *Albaret*; rapport de M. *H. Mangon*, 169 (pl. 488).
— Grue à double effet, par M. *Meunier*, 238.
— Perforateur mécanique, par MM. *Dubois* et *François*, 451 (pl. 494).
— Machine à travailler le bois, par M. *Quétel-Trémois*, 689.
— Machine aéro-hydraulique, par MM. *Brachigny* et *J. Deschamps*, 696.
— Plateau à étaux parallèles, par M. *Ermond Rous*, 700.
— Machine à concasser les pierres, par M. *Ducournau*, 702.
— Machine à broyer les couleurs, par M. *R. Bewley*; communication de M. *Salvetat*, 705.
Magnésie. Sur l'emploi de la, fait par M. *Weldon*, pour la fabrication du chlore, par M. *Georges Lemoine*, 355.
— Sur la fabrication de la, en Angleterre, par *le même*, 362.
— Propriétés et applications de la kieserite, composé formé de sulfate de, et d'eau, 435.
Magnétisme. Études sur le, relatives aux aimants, par M. *Jamin*, 490, 706.
Maisons ouvrières. Construction de, par la compagnie immobilière de Lille; communication de M. *H. Violette*, 627.
Manomètre. Système de, à poudres, par M. *N. Kurshanoff*, 570.
— Divers modèles de, par MM. *Dedieu*, 696.
Maréchalerie. Forge à douze feux établie par la compagnie générale des voitures de Paris sous la direction de M. *Génissieu*; rapport de M. *Hervé Mangon*, 633 (pl. 499).
Marmite. Système de, nouvelle pour cuire sans feu, par MM. *Bopp du Pont*, 695.
Marque de fabrique. Sur un système de, communication de M. *Wolowski*, 161.
Médailles. Rapport de M. *Lissajous* sur les titres de Sir *Charles Wheatstone* à la grande, d'Ampère, 261; lettre de sir *Wheatstone*, 569.
— Liste des, décernées pour des inventions ou des perfectionnements industriels, 284; m. or, 286; m. platine, 289; m. argent, 291; m. bronze, 298.
— Liste des, décernées aux contre-maîtres et ouvriers, 300, 303.
Mercure. Sur l'influence de l'ammoniaque dans les ateliers où l'on emploie le, par M. *J. Meyer*, 547.
Métallurgie. Sur le développement de la fabrication du fer dans l'ouest des États-Unis, par M. *T. Guilford Smith*, 100.
— Étude sur les hauts fourneaux, par M. *Gruner*, 509 (pl. 496).
Mètre. Note sur la forme qu'il convient de donner au, que la commission internationale doit construire, par M. *Tresca*, 406 (dessins sur bois); considérations sur la roideur des barres employées à la construction des étalons, 407; importance particulière du plan des fibres neutres, 408; formes diverses répondant à la condition précédente, 409; influence des dispositions qui précèdent sur les effets des inégalités de température ou de pression, *ib.*; conditions de symétrie, 411; profil en X de 20 millimètres, *ib.*; détermination de l'épaisseur du jambage inférieur, 412; aire de la section transversale, *ib.*; calcul du moment d'inertie de la section, 413; tableau des données mécaniques des différents profils, 414; mode de suspension de la barre, 415; flèche de la barre sous son propre poids, 416; application de la théorie de Bessel à la mesure du rapprochement entre les deux points extrêmes, 417; application aux mètres à bouts, 418; avantages divers que présente la section proposée, 419; applications des solides à fibre neutre apparente, 422; résolutions de la commission internationale, 479.
Mines. Notes de voyage en Galicie. Les grandes salines de Pologne; les gisements de gypse, de soufre et de pétrole, par M. *Émile Heurteau*, 128; environs de Cracovie, Wieliscka, Bochnia, Szwoszowice, 129; Boryslaw, Stebnik, Kalucz, 457; résumé et conclusions, 471.
— Note sur les minerais de fer riches et purs du sol français, par M. *Gruner*, 397.
— De l'emploi de l'air comprimé pour le percement des galeries de, communication de M. *Callon*, 448; perforateur mécanique, système *Dubois* et *François*, 451 (pl. 494).
Moissonneuse. Système de, mécanique, par M. *Albaret*; rapport de M. *H. Mangon*, 169 (pl. 488).
Mordant. Sur un, remplaçant le tartre dans la teinture sur laine des couleurs nécessitant l'emploi des sels d'étain, par M. *Malfait*, 487.
Moteur. Système de, aéro-hydraulique, par MM. *Brachigny* et *J. Deschamps*, 696.
Moufle. Nouveau système de, pour cuire les peintures sur porcelaine, par M. *Pollard*, méd. arg., 296; rapport de M. *Salvetat*, 499 (pl. 495).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Moulage. Sur la méthode de M. *Whitworth* pour le, de l'acier par pression hydraulique, par M. *Bessemer*, **156**.
Moulinage. Du matériel du, de la soie à l'Exposition de Lyon, par M. *Alcan*, **81**.
— Appareil à grande vitesse pour le, de la soie, par M. *Duseigneur-Kleber*, **83**; méd. or, **286**; rapport de M. *Alcan*, **493** (dessins sur bois).
Moût. Sur le, de la bière, par M. *Pasteur*, **698**.

N.

Navette. Lanceur mécanique de, dans le tissage des châles, par MM. *Boutard et Lassalle;* rapport de M. *Alcan*, **65** (pl. **485**).
Navigation. Système de, à vapeur, par M. *Constant Beuchot*, **490**.
Nécrologie. Notice sur M. *Godard-Desmarest*, membre du Conseil, **152**.
— Mort de M. *Clerget*, membre du comité des arts économiques, **158**.
— Mort de M. le baron *Charles Dupin*, secrétaire général de la Société; paroles de M. *Dumas* à cette occasion, **165**; discours prononcé sur sa tombe par M. le général *Morin*, **222**; son éloge, par M. *Tresca*, **243**.
— Notice sur *Louis-Georges Mulot*, **430**.
— Mort de M. *Darblay* aîné, vice-président honoraire de la Société, **694**.
— Mort de M. *Amédée Durand*, vice-président adjoint de la Société, *ib*.
— Mort de M. *Le Chatelier*, membre honoraire du comité des arts mécaniques, *ib*.
Neige. Appareil propre à enlever la, par M. *Giroy*, **166**.
Nettoyage. Système pour le, des grains, par M. *Alexandre Dobelle*, **628**.
Nitre. De l'emploi, en agriculture, des végétaux contenant du, communication de M. *Chatin*, **239**.
Niveau. Indicateur de, d'eau pour chaudières à vapeur, par M. *G. Dupuch*, **159**.

O.

Or. Procédé d'extraction de l', et de l'argent contenus dans les pyrites cuivreuses, par M. *Fréd. Claudet*, **433**.
— Sur l', fragile; expériences de M. *Chandler Roberts*, **548**.
Orge. Culture de l', en France; communication de M. *Gibson-Richardson*, **163**, **233**, **551**.
Os. Produits divers dérivés des, par MM. *Dunod* et *Bougleux*, méd. plat., **290**.
Outils. Bêche à deux fins, par M. *Deleuil* d'Aix, **159**.
— Perfectionnements aux, de bijoutiers et joailliers, par M. *Capitaine*, méd. arg., **291**; rapport de M. *Bouilhet*, **504** (dessins sur bois).
— Sécateur à pédale, par MM. *Lenief*, **689**.
— Herse tranchante pour la destruction des insectes nuisibles, par M. *Leprestre*, *ib*.
— Trépan à hélice pour le forage des puits artésiens, par MM. *Canard* et *Guiran*, **700**.
— Sécateurs pour la taille des arbres et des haies, par M. *H. Gissey*, **703**.
Ouvrages nouveaux. (Voy. **Bibliographie**.)

P.

Papier. Réclamation des fabricants de, de paille et de bois au sujet du projet d'impôt sur le sel employé à la préparation de la soude, **698**.
Peinture. Nouveau système de moufle pour cuire la, sur porcelaine, verre, etc., par M. *Pollard;* méd. arg., **296**; rapport de M. *Salvetat*, **499** (pl. **495**).
Pesage. Instruments de, par M. *Léonard Paupier*, **159**.
Pétrole. Les gisements de, en Pologne, par M. *Émile Heurteau*, **128**, **457**.
— Appareil pour constater le degré d'inflammabilité des huiles de, par M. *Granier*, méd. br., **299**; rapport de M. *de Luynes*, **400** (pl. **492**).
— Appareil destiné à contenir les huiles de, et permettant de les transvaser sans accident, par M. *J. H. Hire*, **69**.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pétrole. Appareil siphoïde destiné au même but, par M. *E. Moride*, 700.
Phosphate d'alumine. Emploi d'un, pour la fabrication de l'alun, par M. *Spence*, 156.
Phosphates de chaux. Méthode d'analyse des, du commerce, par M. *Joulie*, 240.
— Sur l'exploitation des, naturels dans les Ardennes, la Meuse et le Pas-de-Calais; communication de M. *Barral*, 702.
— Appareil pour le lavage des, par M. *J. A. Baye*, 703.
Phosphore. Note sur la présence du, dans les cendres de houille, par MM. *Le Chatelier* et *Léon Durand-Claye*, 123.
Photographie. Nouvelle espèce de verre pour la, par M. *Jorrest*, 436.
— Nouveau procédé de, par M. *Renault*, 456.
Phylloxera. Note sur la submersion des vignes atteintes par le, par M. *L. Faucon*, 629, 703.
Piano. Système de, à queue verticale, par M. *Ch. Petitclerc*, 695.
Pierre. Machine à concasser la, par M. *Ducournau*, 702.
Pile. Sels excitateurs pour la, à bichromate de potasse, par MM. *Voisin* et *Dronier*, rapport de M. *du Moncel*, 114; méd. br., 299.
— Système de, à éléments de plomb de grande surface, par M. *A. Maistrasse*, 233.
Pistons. Emploi de l'amiante pour garnir les, des machines à vapeur, par M. *Saint-John Vincent Day*, 215 (pl. 489).
— Garniture de, à frottement réduit, par M. *J. M. Trémaux*, 695.
Platine. Propriétés de l'alliage de, et de plomb, par M. *Bauer*, 64.
Plomb. Pétition pour demander l'interdiction du, dans la confection des tuyaux distributeurs des eaux alimentaires, par M. *E. de Laval*, 626.
Pommes de terre. Notice historique sur l'introduction de la, en France, par M. *Heuzé*, 23.
Pompe. Système de, par M. *G. Jarre*, 235.
Potasse. Sur la répartition de la, et de la soude dans les végétaux, par M. *E. Peligot*, 613.
Potassium. Dosage du cuivre au moyen du cyanure de, par M. *de Lafollye*; rapport de M. *Gobley*, 179.
Poudre. Manomètre à, par M. *N. Kurshanoff*, 570.
Presse. Système de, pour machines à peigner le lin, par M. *E. Brulé*, 489.
Priorité. Réclamation de, au sujet de la machine électrique de *Gramme*, par M. *A. Steinbeck*, 238.
Prix. Compte rendu des, mis au concours par la Société pour être décernés en 1873, 257.
— Rapport sur le concours ouvert pour le grand, fondé, en 1867, par la Société, et décerné cette fois à M. *Pasteur*, par M. *E. Peligot*, 262.
— Rapport, fait par M. *Tresca*, sur le concours pour un petit moteur destiné à un atelier de famille, 268.
— Rapport, fait par M. le comte *du Moncel*, sur le concours pour un appareil électrique puissant et économique, 271.
— Rapport, fait par M. *Hervé Mangon*, sur le concours pour le labourage à vapeur, 276.
— Rapport, fait par M. *Chatin*, sur le concours pour la production de graine saine de vers à soie de race indigène, 280.
Procès-verbaux des séances du Conseil d'administration. Séance ordinaire du 10 janvier, 1873, 158; — du 24 janvier, 164; — du 14 février, 232; — du 28 février, 235; — du 14 mars, 238; — séance générale du 28 mars, 241; — ordinaire du 25 avril, 489; — du 9 mai, 549; — du 23 mai, 567; — du 13 juin, 569; — du 27 juin, 626; — du 11 juillet, 628; — du 25 juillet, 689; — du 28 novembre, 693; — du 12 décembre, 700; — générale du 26 décembre (élections), 702.
Puits. Appareil servant à enfoncer les tubes des, instantanés, par M. *Donnet*; rapport de M. *Tresca*, 111 (pl. 487).
— Appareil de sûreté pour l'ascension par échelles dans les, par M. *Meunier*, 238.
Puits artésiens. Trépan à hélice pour le forage des, par MM. *Canard* et *Guiran*, 700.
Pyrites. Four à étages multiples pour la désulfuration complète des, de fer, par M. *Michel Perret*, 185.
— Sur le procédé de M. *Gibbs* pour l'utilisation des résidus des, par M. *Georges Lemoine*, 361.
— Procédé d'extraction des métaux précieux contenus dans les, cuivreuses, par M. *Frèd. Claudet*, 433.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

R.

Rabotage. Mémoire sur le, des métaux, par M. *Tresca*, 585 (pl. 497, 498, 500 et dessins sur bois); exposé sommaire des principaux faits, 586; classification des différents modes de rabotage, 588; disposition des outils, 589; description des expériences, 590; tranchant rectiligne, face agissante de l'outil cylindrique et perpendiculaire à la direction du mouvement, 595; tranchant rectiligne, face agissante de l'outil cylindrique et inclinée par rapport à la direction du mouvement, 598; considérations géométriques sur les résultats du rabotage déterminé par un outil à tranchant incliné, 601; copeaux engagés par les deux côtés, 655; face agissante de l'outil plane et perpendiculaire à la direction du mouvement, 656; considérations communes aux différentes séries précédentes, 661; copeaux engagés d'un seul côté, 662; copeaux obtenus avec un outil cylindrique, 669; observations communes aux diverses séries précédentes, 671; expérience spéciale sur l'influence des attaches latérales des copeaux, 672. — Tranchant courbe; rabotage rectiligne par un outil à tranchant courbe, 674; observations communes aux séries d'expériences qui précèdent, 683.

Recettes. Rapport sur le compte des, et dépenses de l'exercice 1871, par M. *Legrand*, 311; rapport des censeurs, 320.

Réclamation. Envoi d'une, de priorité au sujet de la machine électrique de *Gramme*, par M. *A. Steinbeck*, 238.

— adressée à l'Assemblée nationale par les fabricants de papier de paille et de bois au sujet du projet d'impôt sur le sel destiné à la fabrication de la soude, 698.

Réfrigération. Sur un moyen de, de l'eau, en Amérique, communiqué par M. *Raffard*; rapport de M. *Homberg*, 182.

— Production industrielle du froid au moyen de la détente des gaz permanents et de l'air en particulier, par M. *J. Armengaud*, 549.

— Mémoire sur la, des boissons alcooliques, par M. *Melsens*, 629.

Résidus. Production d'engrais par la torréfaction des, des substances animales, par MM. *Coignet*, 235; rapport de M. *Hervé Mangon*, 502.

Résistance. De l'influence du froid sur la, du fer et de l'acier, 474.

Roues. Perfectionnements à la fabrication des, de voitures, par M. *M. E. Hessé*, 695.

S.

Saponification. Communication relative à la, par M. *Mialhe*, 571.

Sauvetage. Nouvel appareil de, par M. *Chuard*, 700.

Séances du Conseil. (Voy. **Procès-verbaux**.)

Séance générale du 28 mars 1873 (récompenses), 241.

Sel gemme. Les grands gisements de, de Pologne, par M. *Émile Heurteau*, 128, 457.

Sériciculture. Sur les progrès de la, par M. *Alcan*, 77.

— Système d'emballage des graines de vers à soie, par M. *Meynard*, 79.

— Système d'étouffage des cocons, par M. *Castrogiovani*, *ib*.

— Autre système d'étouffage, par M. *Giretti*, *ib*.

— Publication des résultats de ses expériences de, par M. *P. Sirand*, 233.

— Rapport, fait par M. *Chatin*, sur le concours ouvert par la Société pour la production de graine saine de vers à soie de race indigène, 280.

— Mémoire sur l'éducation du bombyx du chêne en plein air, par M. *Yvan Bouvier*, 689.

Serrure. Perfectionnement à la, de sûreté, par M. *Vallery*, 159.

Siéges. Nouveaux, de jardin, par M. *A. Lemaître*, 695.

Soie. Sur la production des fils de la, et sur le matériel des filatures et du moulinage à l'Exposition de Lyon, par M. *Alcan*, 77, 81.

— Appareil à grande vitesse pour le moulinage de la, par M. *Duseigneur-Kleber*, 83; méd. or, 286; rapport de M. *Alcan*, 493 (dessins sur bois).

Soude. Sur l'industrie de la, en Angleterre, par M. *Georges Lemoine*, 358; fours tournants, 359; utilisation des marcs de soude, *ib*.; procédé *Hargreaves*, 360.

— Instrument pour doser de très-petites quantités de, par MM. *Champion* et *Pellet*, 569.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Soude. Sur la répartition de la potasse et de la, dans les végétaux, par M. *E. Peligot*, 612.
— Réclamation des fabricants de papier de paille et de bois au sujet du projet d'impôt sur le sel destiné à la fabrication de la, 698.
Soudure. Procédé de, de l'aluminium, par M. *Bablon;* communication de M. *Troost*, 239.
Soufre. Les gisements de pétrole et de, de la Pologne, par M. *Émile Heurteau*, 128.
Souscriptions. Liste des, perpétuelles et à vie, 317.
Statistique. Sur le développement de la fabrication du fer dans l'ouest des États-Unis, par M. *T. Guilford Smith*, 100.
— Comparaison de, entre les industries des différents départements de la France, par M. *Loua*, 698.
Stéréotomie. De l'histoire et de la théorie de l'appareil de l'arche biaise, par M. *de la Gournerie*, 202; indication des appareils de l'arche biaise, *ib.*; considérations générales sur les principes de la coupe des pierres, 207; théorie de l'appareil de l'arche biaise, 210.
Substances alimentaires. Tablettes pour soupes, par M. *Gremailly*, 568.
— Armoires pour la conservation des, par M. *Jolley*, 700.
— Développement de la fabrication de l'extrait de viande *Liebig*, 701.
Sûreté. Perfectionnements aux serrures de, par M. *Vallery*, 159.
— Appareil de, pour l'ascension par échelles dans les puits, par M. *Meunier*, 238.
— Système d'accrochage des waggons de chemins de fer réalisant la, des hommes d'équipe, par M. *Paul Meyère*, 696.
— Sifflet de, électro-automoteur, par MM. *Lartigue* et *Forest*, 703.

T.

Tale. Emploi du, contre les incrustations des chaudières à vapeur, par MM. *P. Vigier* et *A. Arragon*, 626.
Teinture. Sur un mordant remplaçant le tartre dans la, sur laine des couleurs nécessitant l'emploi des sels d'étain, par M. *Malfait*, 487.
Teinture. Procédés nouveaux pour la, et l'impression sur étoffes, par M. *Th. Grison*, 626.
— Procédé nouveau de, au moyen de l'indigo, par MM. *P. Schutzenberger* et *F. de Lalande*, 629.
— Matières organiques sulfurées pour la, par MM. *E. Croissant* et *L. Bretonnière*, 696.
Télégraphie électrique. Appareil de, par M. *Chambrier;* rapport de M. *Lissajous*, 3 (pl. 482 et 483).
— Appareil autographique de M. *Meyer*, méd. or, 287; rapport de M. *du Moncel*, 377 (dessins sur bois).
Thermomètre. Système de, avertisseur des incendies, par M. *Callier*, 690.
Tiroir. Modifications au, des machines à vapeur, par M. *Colin*, 159.
Tissage. Mécanisme pour remplacer le travail des enfants dans le, des châles, par MM. *Boutard* et *Lassalle;* rapport de M. *Alcan*, 65 (pl. 485).
— Perfectionnements dans le, des étoffes d'ameublement, par M. *H. Mourceau*, 695.
Toiture. Construction d'une, métallique en feuilles de zinc estampé, par M. *Coutelier;* rapport de M. *Paliard*, 558.
Tôle. Produits en, et fonte de fer émaillées, par M. *Páris;* rapport de M. *E. Peligot*, 441.
Tour. Théorie du, à ovale, par M. *Dreyfus*, méd. arg., 293; rapport de M. *Laboulaye*, 329; mémoire de M. *Dreyfus*, 330 (pl. 491).
Travaux publics. De l'histoire et de la théorie de l'appareil de l'arche biaise, par M. *de la Gournerie*, 202.
Trépidations. Appareil pour éviter les, causées par les marteaux-pilons, etc., par M. *Émile Boriglione*, 166.
— Sourdines pour remédier aux, des machines à coudre, par MM. *H. Sergent* et *L. de Chantrien*, 628.
Tubes. Appareil servant à enfoncer les, des puits instantanés, par M. *Donnet*; rapport de M. *Tresca*, 111 (pl. 487).
Tuyaux. Pétition pour demander l'interdiction des, de plomb pour la conduite des eaux alimentaires, par M. *E. de Laval*, 626.
Typographie. Manuel du conducteur de machines, par M. *Monet;* rapport de M. *Laboulaye*, 177.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

V.

Vapeur. De l'emploi de l'injection de, pour l'aspiration ou la compression du gaz, par M. *Siemens*, 50 (pl. 484); transmission des dépêches par la pression atmosphérique, 56; élévation de l'eau, 57; évaporation dans la fabrication du sucre, 59; soufflerie des fours Siemens, 61.
Vent. Emploi du, comme auxiliaire pour réduire la consommation des machines à vapeur, par M. *C. M. Mathey*, 695.
Verre. Sur la composition normale du; analyse d'un mémoire de M. *H. E. Benrath*, par M. *H. de Fontenay*, 88.
— Nouvelle espèce de, pour les travaux photographiques, par M. *Jorrest*, 436.
Vers à soie. (Voy. **Sériciculture**.)
Vidange. Nouveau système de, par M. *P. Boucharin*, 489.
Viticulture. Sur la submersion des vignes atteintes par le phylloxera, par M. *L. Faucon*, 629, 703.
Voitures. Construction perfectionnée des roues de, par MM. *H. E. Hessé*, 695.
Voyage. Notes de, en Galicie, par M. *Émile Heurteau*, 128. (Voy. **Mines**.)
— Notes de, en Angleterre, par M. *Georges Lemoine* (dessins sur bois); fabrication du chlore, 350; industrie de la soude, 358; procédé de M. *Gibbs* pour l'utilisation des résidus des pyrites, 361; fabrication de la magnésie, 362; acide phénique, 363; métallurgie du cuivre, 364; métallurgie du fer, *ib.*

Z.

Zinc. Emploi du, estampé en feuilles pour toitures, par M. *Coutelier*; rapport de M. *Paliard*, 558.

TABLE DES PLANCHES ET DES DESSINS.

PLANCHES.

Pages.

Pl. 482, *double*. Télégraphe électrique de M. Chambrier. 11
Pl. 483, *triple*. *Id.* *id.* . . . . . *ib.*
Pl. 484, *triple*. Injecteur de vapeur, par M. C. W. Siemens. 63
Pl. 485, *double*. Mécanisme remplaçant le lanceur de navettes dans le métier à châles, par MM. Boutard et Lassalle. 69
Pl. 486, *double*. Appareil hydraulique appliqué à la fermeture des boutiques, par MM. Saint-Père. 73
Pl. 487, *simple*. Appareil pour enfoncer les tubes des puits instantanés, par M. Donnet. . . 113
Pl. 488, *triple*. Machine à moissonner, par M. Albaret. 176
Pl. 489, *simple*. Fabrication des garnitures de piston en amiante. 221
Pl. 490, *double*. Fabrication des supports d'abat-jour, par M. Maurel. 327

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

Pl. 491, *simple*. Théorie du tour à ovale, par M. Dreyfus. 333
Pl. 492, *simple*. A, appareil pour l'essai des huiles de pétrole, par M. Granier. — B, lampe tubulaire à pétrole, par Mme Defienne. 405
Pl. 493, *double*. Système de chauffage des fours à gaz d'éclairage, par MM. Muller et Eichelbrenner. 440
Pl. 494, *double*. Perforateur mécanique, système Dubois et François. 453
Pl. 495, *simple*. Moufle pour la cuisson des peintures sur porcelaine, par M. Pollard. . . . 504
Pl. 496, *simple*. Étude sur les hauts fourneaux, par M. Gruner. 545
Pl. 497, *simple*. Mémoire sur le rabotage des métaux, par M. Tresca. 595
Pl. 498, *triple*. *Id.* *id.* 599
Pl. 499, *simple*. Forge maréchale à douze feux. 635
Pl. 500, *triple*. Mémoire sur le rabotage des métaux, par M. Tresca. 667

DESSINS.

Notes de voyage en Galicie, par M. Émile Heurteau. — 1 figure. 133
Histoire et théorie de l'appareil de l'arche biaise, par M. de la Gournerie.— 1 figure. 209
Progrès récents des industries chimiques et métallurgiques en Angleterre, par M. Georges Lemoine. — 6 figures. . . . . 351, 366, 368 et 370
Télégraphe autographique de M. Meyer. — 3 figures. . . . . 386 et 387
Sur la forme qu'il convient de donner au mètre de la commission internationale, par M. Tresca. — 5 figures. . . . . 411, 415, 418 et 419
Moulin à soie à double effet et à grande vitesse, par M. Duseigneur-Kleber. — 2 figures. . . 498
Outils de joaillier et de bijoutier, par M. Capitaine. — 3 figures. 506
Système de bouchage des bouteilles de champagne, par M. Chambrier. — 1 figure. 508
Emploi des huiles minérales pour le graissage des machines, par M. Coleman. — 1 figure. . 566
Mémoire sur le rabotage des métaux, par M. Tresca.— 10 figures. . . 586, 589, 602, 663, 664, 665, 668, 672 et 681

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PROGRAMME

DES

PRIX ET MÉDAILLES

MIS AU CONCOURS

POUR ÊTRE DÉCERNÉS DANS LES ANNÉES 1874, 1875, 1876, 1877, 1878 ET 1879.

GRANDES MÉDAILLES, GRANDS PRIX ET FONDATIONS.

GRANDES MÉDAILLES.

La Société décerne, chaque année, sur la proposition de l'un des six comités du Conseil, une médaille en or, portant l'effigie de l'un des grands hommes qui ont illustré les arts ou les sciences, *aux auteurs, français ou étrangers, des travaux qui ont exercé la plus grande influence sur les progrès de l'industrie française,* pendant le cours des six années précédentes.

Ces grandes médailles sont distribuées dans l'ordre suivant :

1874. Commerce.	à l'effigie de	Chaptal.
1875. Arts mécaniques.	—	de Prony.
1876. Arts chimiques.	—	de Lavoisier.
1877. Beaux-arts.	—	de Jean Goujon.
1878. Agriculture.	—	de Thénard.
1879. Arts économiques.	—	d'Ampère.

Ces médailles ont été décernées, savoir : en 1868, pour le commerce, à M. *F. de Lesseps ;* — en 1870, pour la chimie, à M. *H. Sainte-Claire Deville ;* — en 1872,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour l'agriculture, à M. *Boussingault ;* — en 1873, pour la physique et les arts économiques, à sir *Charles Wheatstone.*

GRAND PRIX DU MARQUIS D'ARGENTEUIL.

Le marquis d'Argenteuil a légué à la Société d'encouragement une somme de 40 000 francs pour la fondation d'un prix qui doit être décerné, tous les six ans, à l'auteur de la *découverte la plus utile au perfectionnement de l'industrie française, principalement pour les objets dans lesquels la France n'aurait point encore atteint la supériorité sur l'industrie étrangère, soit quant à la qualité, soit quant au prix des objets fabriqués.*

Le prix de 12 000 francs, ainsi fondé, a été décerné, en 1846, à M. *Vicat* pour ses travaux sur les chaux hydrauliques ; en 1852, à M. *Chevreul*, pour ses travaux sur les corps gras ; en 1858, à M. *Heilmann*, pour sa peigneuse mécanique ; en 1864, à M. *Sorel*, pour la galvanisation du fer ; en 1870, à M. *Champonnois*, pour l'organisation des distilleries agricoles.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1876.

GRAND PRIX DE LA SOCIÉTÉ.

La Société d'encouragement décerne, tous les six ans, un grand prix de 12 000 fr. *à l'auteur de la découverte la plus utile à l'industrie française.* Ce prix alterne avec celui qui a été fondé par le marquis d'Argenteuil.

Il a été décerné, en 1873, à M. Pasteur pour ses travaux sur l'éducation des vers à soie, sur la conservation des vins et sur la fabrication de la bière et du vinaigre.

Il sera décerné de nouveau, s'il y a lieu, en 1879.

PRIX POUR L'INDUSTRIE COTONNIÈRE.

Les *exposants de la classe n°* 27, à l'Exposition universelle de 1867, ont donné à la Société d'encouragement une somme de 13 169 fr. 85 c. pour la fondation d'un prix qui sera délivré, tous les six ans, à celui qui aura contribué le plus efficacement au développement ou au progrès de l'industrie cotonnière en France.

Ce prix sera décerné pour la première fois en 1874 et sera de 2 000 francs. — Pour les périodes suivantes, il sera porté à 4 000 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PRIX ELPHÈGE BAUDE, POUR LE MATÉRIEL DU GÉNIE CIVIL ET DE L'ARCHITECTURE.

Les *exposants de la classe* 65, à la même Exposition universelle, ont donné à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale une somme de 2 315 fr. 75 c. pour fonder un prix qui sera décerné, tous les cinq ans, *à l'auteur des perfectionnements les plus importants au matériel et aux procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture.*

Ce prix sera de 500 francs et sera décerné, pour la première fois, s'il y a lieu, en 1875.

PRIX DU DOCTEUR HERPIN (DE METZ) POUR LES ARTS ÉCONOMIQUES.

Le Dr *Herpin* (de Metz), qui a été, pendant quarante ans, membre du comité des arts économiques, a légué à la Société d'encouragement une rente de 500 francs, pour constituer un prix quadriennal à décerner à l'auteur des travaux ou recherches les plus utiles au perfectionnement des arts économiques, et spécialement de ceux qui ont pour objet la conservation domestique ou ménagère des substances alimentaires à l'usage des habitants de la campagne.

Les sommes restées libres demeureront affectées à l'emploi déterminé par le fondateur, et ne pourront en être détournées pour quelque motif que ce soit.

En conséquence, la Société décernera, en 1877, *un prix de* 1 200 *francs* à l'auteur des meilleurs travaux qui aient été reconnus par elle conformes aux intentions du testateur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PRIX DIVERS PROPOSÉS ET MIS AU CONCOURS

POUR ÊTRE DÉCERNÉS DANS LES ANNÉES 1874, 1875, 1876, 1877, 1878 ET 1879.

ARTS MÉCANIQUES.

1° **Prix de 3 000 francs** *pour une machine motrice de* 25 *à* 100 *chevaux, brûlant au maximum, en travail courant,* 700 *grammes de houille de bonne qualité, par heure et par force de cheval mesurée sur l'arbre de la machine, pesant moins de* 300 *kilog., et coûtant de* 300 *à* 400 *francs par force de cheval.*

Ce prix sera accordé à l'inventeur d'une machine motrice réalisant toutes les conditions de légèreté dans la construction ou d'économie dans l'usage, qui seraient de nature à en rendre l'emploi général.

L'importance, toujours croissante, de la machine à vapeur dans tous les grands travaux de l'industrie, a amené, avec la généralisation de son emploi, des perfectionnements qui ont réduit successivement le chiffre de la consommation par cheval.

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale a favorisé ce mouvement par le concours qu'elle a ouvert en 1848, et qui a établi, d'une manière précise, l'état de la question à cette époque. Depuis lors, les constructeurs les plus en renom ont abaissé encore le chiffre de la consommation, et la Société serait heureuse d'avoir à constater de nouveau un progrès marqué.

C'est dans ce but qu'elle a institué le prix proposé. Toutes les conditions imposées par l'énoncé devront être simultanément remplies. Afin de dégager, autant que possible, l'influence du générateur, le constructeur aura le droit d'employer dans les essais le système de générateur qui lui paraîtra le plus favorable; il aura aussi le choix du combustible, mais les expériences devront durer plusieurs jours au moins sans interruption, et assez longtemps pour que les faits constatés acquièrent une notoriété suffisante.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1876.

2° **Prix de 1 000 francs** *pour un petit moteur destiné à un atelier de famille.*

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 pe-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tite 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.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1874.

3° **Prix de 2 000 francs** *pour des progrès à réaliser dans la filature mécanique du lin et du chanvre.*

La filature mécanique du lin, dont la prospérité a été surtout la conséquence de la crise cotonnière, laisse encore à désirer. Elle n'atteint pas la limite de finesse obtenue par la main ; ses métiers sont plus volumineux, plus lourds, plus chers que ceux des autres filatures. L'intervention de l'eau chaude est indispensable, si ce n'est pour les gros fils, et la force motrice dépensée est bien plus grande, à numéro égal, pour le lin que pour les autres substances textiles.

Ces faits constituent des inconvénients graves ; ils compliquent les opérations, limitent l'échelle des produits, entraînent à des dépenses considérables, rendent le travail insalubre et expliquent la lenteur du développement normal de l'industrie du chanvre et du lin, qui intéresse particulièrement les pays agricoles. La Société pense que la plupart de ces obstacles tiennent à l'insuffisance de l'assouplissage et de la désagrégation mécanique et physique des filasses du chanvre et du lin, et que, mieux divisées, celles-ci pourraient se filer à une plus grande finesse ou bien à finesse égale avec une dépense moindre et une production supérieure. De légères modifications aux machines en usage suffiraient en ce cas pour procurer les résultats désirés. La division de la matière première devrait néanmoins se borner à une désagrégation physique de la masse des fibres, sans atteindre les inconvénients connus de la cotonisation chimique.

Certains systèmes de rouissage se rapprochent du but par l'état dans lequel ils mettent la substance filamenteuse. S'ils ne sont pas encore répandus dans la pratique, c'est que les filateurs répugnent à tout essai qui les oblige à modifier des machines coûteuses, dont le fonctionnement normal est nécessaire à l'établissement.

La Société d'encouragement propose un prix de 2 000 francs, en faveur de l'industriel qui, le premier, produira, mécaniquement et d'une façon courante, des fils de lin

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une finesse dépassant 100 000 mètres au kilogramme ou des fils de chanvre de 15 000 mètres au kilogramme ; la production de ces fils dans tous les numéros sera obtenue avec une économie d'au moins 15 pour 100 sur la force motrice, et avec une diminution telle dans la température de l'eau, si son action restait nécessaire, qu'il n'en résulte pas de buée sensible (1).

Pour avoir droit au prix proposé, il faudra avoir livré à la consommation au moins pour *vingt mille francs* de fils de lin ou de chanvre dans les conditions ci-dessus énoncées.

Dans le cas où le progrès serait atteint par suite de l'emploi de filasses rouies par l'un des procédés existants, la Société se réserve d'accorder à son auteur une récompense spéciale sous forme de médaille ou de prix.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

4° **Prix de 2 000 francs** *pour le peignage des cotons ordinaires et autres filaments courts préparés, jusqu'à ce jour, par le cardage.*

Il est actuellement bien reconnu qu'il y aurait un grand intérêt à substituer la préparation du peignage à celle du cardage, dans le travail de tous les fils destinés à la fabrication des retors et des étoffes rases et lisses, quelle que soit la nature des filaments qui les composent. Les avantages des produits peignés et leur supériorité sur les articles préparés à la carde ont été analysés, d'une manière assez étendue, dans les ouvrages spéciaux, et notamment dans les *Traités sur la filature du coton et de la laine* de M. Alcan, pour qu'il soit inutile d'y revenir ici. Les services considérables rendus par la peigneuse *Heilmann* et par celles qui l'ont suivie depuis prouvent, d'ailleurs, l'importance de ce genre de transformations (2).

Mais, jusqu'ici, les différents genres de peigneuses n'ont pu s'appliquer qu'aux fibres d'une certaine longueur. Des difficultés techniques et une dépense de travail que ne comportent pas les substances cardées se sont opposées à la propagation des machines imaginées à cet effet, et dont quelques spécimens ont figuré aux dernières expositions internationales.

La Société d'encouragement, pénétrée de l'importance de la solution pratique de cette question, et convaincue des progrès qui résulteraient de la substitution d'une bonne peigneuse à la carde, surtout dans la filature du coton, propose un prix pour être décerné à l'inventeur d'une peigneuse pour le coton dit courte-soie, préparé, jusqu'ici, par le cardage.

---

(1) Quelques filateurs sont déjà arrivés à ce dernier résultat par l'immersion dans l'eau des bobines de préparations, ou leur pénétration par l'intervention de la vapeur d'eau. La Société désirerait voir ces méthodes se propager.

(2) Voir le rapport sur le prix d'Argenteuil accordé à la peigneuse Heilmann. *Bulletin de la Société d'encouragement :* année 1857, page 498.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'emploi de cette machine ne devra pas être plus onéreux que celui de la carde, c'est-à-dire que le même poids, bien peigné, ne devra pas coûter plus que s'il avait été cardé d'une manière parfaite. La peigneuse ne devra pas exiger plus de soin ni d'entretien qu'une carde ordinaire. Pour mériter le prix, il sera nécessaire de prouver que la nouvelle peigneuse a produit au moins 10 000 kilogrammes. Une collection complète d'échantillons de la matière textile, travaillée dans les divers degrés de préparation par lesquels elle a passé dans le nouveau système, devra être adressée au siége de la Société, avec les pièces à l'appui, pour justifier de la réalisation des conditions du présent programme.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1874.

5° **Prix de 3 000 francs** *pour une machine à tailler les limes de toute espèce.*

Le problème de la taille mécanique et automatique des limes est poursuivi depuis longtemps.

Il y a quatre siècles environ que Léonard de Vinci imagina une machine dont on retrouve des dessins dans ses manuscrits déposés à la bibliothèque de l'Institut. Les plus anciennes collections de machines, et notamment celles du Conservatoire des arts et métiers, renferment des modèles de ce genre. Les publications scientifiques et les brevets d'invention en décrivent un assez grand nombre. La solution pratique de la question n'en paraît cependant pas plus avancée. Ce n'est pas parce que la consommation des limes aurait diminué avec l'usage des machines-outils; elle a augmenté, au contraire, par la propagation du grand outillage automatique, au point de représenter en France une valeur annuelle de près de 10 millions.

L'insuccès des tentatives pratiques tient évidemment aux conditions complexes et délicates qu'il est nécessaire de réaliser. Si l'on examine, par exemple, une lime ordinaire de $0^{m},30$, on la trouve formée de 140 000 à 900 000 dents, suivant sa finesse, et selon qu'elle a reçu la taille dite *bâtarde* ou la taille *douce*. Bien exécuté à la main, ce travail ne laisse rien à désirer sous le rapport de la forme régulière de ces dents et de leur espacement, et cependant l'ouvrier tailleur a dû le réaliser au moyen de 30 000 à 50 000 coups de marteau frappés sur un même burin dans des conditions identiques.

C'est ainsi que l'ouvrier obtient deux séries de sillons parallèles, dont le croisement, à peu près à angle droit, détermine, par le refoulement ou écrouissement de la matière, un nombre infini de parallélipipèdes ou dents qui doivent agir chacune comme l'outil d'une machine à raboter. Ces dents doivent couper la matière sans se polir, s'écraser, rompre, ou même blanchir sous les efforts considérables auxquels elles sont soumises.

On ne comprendrait pas l'insuccès des nombreuses tentatives faites pour obtenir, automatiquement, un résultat semblable à celui qu'on obtient par ce travail manuel, si on n'en rappelait les causes. La principale tient peut-être à ce que l'on s'est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

constamment attaché à l'imitation servile du travail à la main, tout en recourant à l'action d'nn burin mécanique soumis au choc. L'imitation est d'autant plus difficile à réaliser que, par économie, on donne à la machine, qui n'a jamais l'élasticité, la docilité et l'intelligence de la main de l'ouvrier, une vitesse beaucoup plus considérable. Les recherches se sont concentrées sur les transmissions du mouvement, lorsqu'il fallait surtout modifier l'organe principal, l'outil, agissant sous l'action de la machine.

Dans l'espoir de voir étudier le problème en vue des considérations qui précèdent, la Société d'encouragement propose un prix pour la réalisation d'une machine à tailler, automatiquement, les limes de toutes espèces et de toutes dimensions.

Les limes devront, sous le rapport de la perfection de la taille, rivaliser avec les meilleures limes du commerce; les dents obtenues par le refoulement ou écrouissement de la matière devront présenter des sillons régulièrement espacés et d'une égale profondeur.

L'organe tailleur ou outil de la machine devra avoir une forme mathématique invariable, agir sans choc et être à l'abri de réparations anormales.

Le coût et l'entretien de la machine, sa production, la force motrice nécessaire, devront être tels que son usage offre des avantages sensibles sur les résultats obtenus à la main.

Le prix ne sera accordé qu'à une machine ayant fonctionné régulièrement pendant trois mois au moins.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

6° **Prix** *pour un moyen pratique et économique de tailler les meules de moulin en écartant les causes actuelles d'insalubrité de cette industrie.*

(Fondation faite par une Société de souscripteurs.)

Une souscription a été ouverte à la Ferté-sous-Jouarre pour la fondation de ce prix. Le résultat bien connu de la taille des meules et les tristes effets qu'elle produit sur les ouvriers qui s'en occupent ont ému les souscripteurs si bien placés pour en apprécier l'importance.

Les concurrents sont libres dans l'emploi des moyens, pourvu qu'ils enlèvent à cette industrie son insalubrité. Ils devront justifier des expériences spéciales qu'ils auront effectuées pour démontrer l'efficacité de leur procédé et la possibilité de son application industrielle.

Le prix sera décerné par la Société d'encouragement pour l'industrie nationale sur le rapport d'une commission, les principaux fabricants entendus. La commission expérimentera les procédés proposés dans les ateliers de la Ferté-sous-Jouarre, et dans tous autres centres de fabrication meulière.

Les mémoires des concurrents doivent être déposés au secrétariat de la Société

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'encouragement avant le 1er janvier de l'année dans laquelle le prix sera décerné.

Dans le cas où aucun concurrent n'aurait mérité le prix au 1er janvier 1876, les fonds restant en caisse pourront être retirés par les souscripteurs pendant un délai de six mois, après lequel le reliquat appartiendra de droit, par moitié, à la Société de secours mutuels et au bureau de bienfaisance de la Ferté-sous-Jouarre.

Jusqu'à la proclamation du prix ou jusqu'au délai qui vient d'être indiqué, les fonds resteront déposés à la caisse des dépôts et consignations. La somme réalisée par la souscription au 1er janvier 1867 s'élevait à 5 300 francs.

Sur cette somme, afin de pourvoir aux frais des expériences exigées pour l'étude des procédés proposés par les concurrents, il est réservé 300 francs et leurs intérêts cumulés.

Le prix s'élèvera donc à la somme de 5 000 francs en capital, avec les intérêts cumulés, jusqu'à l'époque de sa délivrance.

Le prix pourra être décerné en 1874; mais le concours restera ouvert, s'il y a lieu, jusqu'à 1875, inclusivement.

7° **Prix de 2 000 francs** *pour un moyen pratique d'amortir les ébranlements et les vibrations qui résultent de l'emploi des marteaux mécaniques ou autres machines à percussion, et qui portent obstacle à ce que leur usage, dans les villes, devienne aussi fréquent qu'il le faudrait dans l'intérêt de l'industrie.*

L'emploi des marteaux mécaniques, qui sont en général mis en mouvement par la vapeur, s'est beaucoup répandu depuis quelques années, malgré les inconvénients causés par les secousses qu'ils produisent. Ces machines sont indispensables pour un grand nombre de fabrications, et d'autres outils à percussion moins puissants, mais souvent aussi incommodes, sont nécessaires à de petits ateliers qui sont essentiellement liés à l'industrie parisienne. Leur utilité a amené à les comprendre dans la deuxième classe des établissements incommodes et insalubres; dès lors ils ont pu être installés dans les villes, et leur emploi à Paris a pris un assez grand développement. Cependant le bruit et les trépidations insupportables, que ces appareils produisent, ont donné lieu à de vives réclamations et à des procès civils ; ces plaintes ont été telles qu'il a été question de demander le déclassement de ces établissements et leur assimilation à ceux de première classe qui ne peuvent être placés que hors des villes et complétement isolés.

Il n'est pas nécessaire de montrer quel trouble une pareille mesure porterait dans toute l'industrie parisienne qui occupe, au milieu des quartiers les plus populeux, un grand nombre d'ateliers employant les marteaux-pilons, et, à tous les étages des maisons, des machines à percussion de moindre importance. Mais on doit désirer de voir adopter des moyens faciles à mettre en œuvre et assez efficaces, pour amortir les trépidations que ces marteaux produisent. Le danger que ces ébranlements réguliers et continus peuvent faire courir aux constructions contiguës, et l'incommodité grave qu'ils ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour les habitations voisines, disparaîtraient ainsi, et ces utiles appareils pourraient être mis partout en usage, sans inconvénient.

Les possesseurs de ces machines ont cherché, de plusieurs manières, à empêcher la propagation des ébranlements qu'elles causent. Ils en ont modifié l'assiette en maçonnerie, ils ont augmenté le poids de la chabotte, ils l'ont fait reposer sur des charpentes environnées de corps mous ou élastiques. Mais ces tentatives sont isolées, les résultats n'en ont été ni mesurés ni constatés régulièrement, et il est utile que cette question soit examinée en détail et d'une manière spéciale.

C'est cette étude que la Société d'encouragement veut provoquer, et elle propose un prix de 2 000 francs pour celui qui aura fait connaître des moyens pratiques et assurés d'empêcher la propagation, hors de l'atelier, des trépidations causées par les machines à percussion.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1876.

ARTS CHIMIQUES.

1° **Prix de 2 000 francs** *pour le meilleur procédé de préparation en grand de l'oxygène.*

L'oxygène recevrait des applications importantes s'il était livré à un prix modéré à l'industrie.

Il permettrait d'obtenir des températures très-élevées dans des foyers d'un petit volume et dans un temps très-court.

Il fournirait aux huiles et carbures d'hydrogène liquides ou gazeux un aliment capable d'accroître dans une proportion très-considérable leur pouvoir éclairant.

Il est facile de comprendre que ces applications de l'oxygène à bas prix ne seraient pas les seules, mais elles suffisent pour déterminer la Société à diriger de nouveau sur ce point l'attention des industriels. Elle l'a fait à plusieurs reprises, et elle n'ignore pas les efforts tentés, peut-être sur son initiative, par divers inventeurs. Elle a mis la même question au concours pour 1869; les travaux qui se sont produits à cette époque lui ont paru très-dignes d'intérêt et l'engagent à maintenir encore le même sujet de prix au concours. Le prix sera donné à celui d'entre les concurrents qui aura le mieux satisfait aux besoins de l'industrie.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1874.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° **Prix de 2 000 francs** *pour l'application industrielle de l'eau oxygénée.*

Les chimistes, dans les recherches de chimie organique, mettent en œuvre une série nombreuse d'actions oxydantes. La grande variété de substances sur lesquelles ils ont à agir, l'intensité plus ou moins grande des réactions qu'ils veulent produire, les ont successivement amenés à utiliser les agents d'oxydation les plus divers, et à profiter de tout ce que la science met, dans ce sens, à leur disposition. Tel de ces agents qui, pour un corps donné, se montre inactif ou insuffisant présente, au contraire, avec un autre corps, trop d'énergie, et produit une décomposition complète. Le chimiste qui entend, par un choix judicieux, proportionner l'action oxydante au phénomène qu'il provoque, et qui veut atteindre le but sans le dépasser, a besoin d'avoir à sa disposition un arsenal de réactions diverses du même genre.

L'industrie a, peu à peu, emprunté aux procédés des laboratoires quelques-uns de ces agents variés; il importe de voir se multiplier leur introduction dans la pratique des arts.

Elle n'utilisa, pendant longtemps, que l'action de l'oxygène de l'air, agissant directement, ou bien dissous dans la rosée, comme on le fait encore dans le blanchiment des toiles. Cette méthode d'oxydation lente, la première que l'homme ait connue, met sans doute à profit cette modification de l'oxygène, l'ozone, qui paraît exister fréquemment dans l'atmosphère. Elle fut remplacée, au siècle dernier, par l'action du chlore libre, puis par celle des combinaisons décolorantes de ce corps, chlorure de chaux, etc., qui, avec le concours des acides et selon le degré de leur dilution, peuvent fournir ou du chlore ou de l'acide hypochloreux libre.

Quoique, dans le plus grand nombre des cas, ces corps agissent par une action oxydante simple, on conçoit que, dans d'autres, ils peuvent exercer une action complexe, agissant à la fois comme oxydants et chlorurants, et produire ainsi des phénomènes très-divers.

Les chromates dont l'industrie fait depuis longtemps usage, et les permanganates dont elle commence à se servir, ne présentent pas cet inconvénient, mais ils laissent, dans les liquides au sein desquels ils exercent leur action, des produits de décomposition qui restreignent leur emploi.

Il est un agent d'oxydation, des plus énergiques, dont la décomposition, facile à provoquer, ne donne que de l'oxygène et de l'eau; c'est l'eau oxygénée que Thénard découvrit en 1818, et qui est une des plus belles découvertes du savant illustre dont le nom est cher à la Société. Quelques travaux de chimie organique ont utilisé, dans ces derniers temps, ses propriétés remarquables; mais elles n'ont pas encore trouvé place dans l'industrie; c'est une lacune qu'il importe de combler.

On sait combien la préparation de l'eau oxygénée est laborieuse, quand on veut l'obtenir à la fois pure et concentrée, mais l'industrie n'a rien à tirer d'un pareil produit. Au contraire, quand on se contente d'obtenir l'eau oxygénée mêlée à des matières

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étrangères inertes, et étendue d'eau, état qui suffirait certainement à beaucoup de réactions, sa préparation est facile.

La faible valeur du carbonate de baryte que nous envoie principalement l'Angleterre, ainsi que le prix peu élevé de l'acide nitrique permettraient de préparer, avec économie, la baryte caustique, base de la production de l'eau oxygénée. Son prix baisserait encore, si l'opération, exécutée dans une fabrique d'acide sulfurique, permettait d'utiliser les vapeurs nitreuses provenant de la décomposition du nitrate de baryte. Cette baryte caustique, pour se transformer en bioxyde de barium, n'a pas besoin, d'ailleurs, d'oxygène pur; l'air atmosphérique suffit. Le bioxyde obtenu, si on le traite par l'acide chlorhydrique étendu, on obtient une eau oxygénée à l'emploi de laquelle la présence du chlorure de barium ne nuit guère. Dans les cas spéciaux où la présence de ce corps pourrait gêner, on substituerait à l'acide chlorhydrique l'acide fluorhydrique que les enlevages sur verre ont introduit dans l'industrie depuis quelques années.

Mais il est un mode de préparation qui semble plus particulièrement applicable à l'industrie, c'est celui qui repose sur la décomposition du bioxyde de barium par l'acide carbonique. M. Dumas, qui l'a signalé, fait remarquer qu'il permet de régénérer le carbonate de baryte et de reconstituer le bioxyde de barium; qu'il fournit de l'eau oxygénée étendue d'eau, mais pure; enfin, que la préparation peut se faire dans des vases clos par des procédés réglés et une marche courante.

L'industrie pourra utiliser, sans doute, l'action oxydante de l'eau oxygénée. La préparation en grand de ce corps extraordinaire rendrait plus fréquent son emploi dans les recherches de chimie, et la science pure tirerait parti, à son tour, de l'emprunt que l'industrie lui aurait fait.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1878.

3° **Prix de 5 000 francs** *pour la préparation économique de l'ozone et pour ses applications.*

M. Schönbein a constaté l'existence d'une modification de l'oxygène à laquelle il a donné le nom d'ozone.

Cette modification prend naissance, quand on électrise l'oxygène ou l'air; quand on dégage par certains procédés spéciaux l'oxygène des corps qui en contiennent; quand le phosphore, les essences et certains corps combustibles s'oxydent à froid; enfin, quand l'air est agité par les orages ou modifié par l'action des végétaux vivants.

L'ozone possède, comme corps oxydant, une activité comparable à celle du chlore. Il oxyde l'argent à froid; il détruit instantanément une foule de substances organiques; il décolore les matières colorantes; il brûle les miasmes, etc. Il aurait tous les avantages du chlore sans en avoir peut-être les inconvénients.

Si l'industrie avait à sa disposition un procédé qui lui permît de produire l'ozone

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec économie et de le conserver ou de l'utiliser facilement, elle pourrait en tirer un parti avantageux ; car, après avoir agi sur les matières organiques, par exemple, l'ozone ne laisse que des substances inertes, l'eau et l'acide carbonique. Le chlore donne, comme on sait, de l'acide chlorhydrique dont il faut se débarrasser ; de plus, il se substitue à l'hydrogène dans une foule de cas et crée ainsi des complications dont il faut tenir compte et que l'ozone ne fait jamais naître.

La Société est disposée, en conséquence, à favoriser tout effort tendant à produire l'ozone avec économie et facilité, et donnant les moyens de récolte et de conservation nécessaires pour que ce corps remarquable puisse être mis régulièrement à la disposition de l'industrie.

Le prix est proposé pour une solution complète du problème, mais la Société se réserve d'encourager toutes les tentatives sérieuses.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

4° **Prix de 2 000 francs** *pour la fixation de l'azote de l'air, sous forme d'acide nitrique, d'ammoniaque ou de cyanogène.*

L'azote de l'air intervient-il d'une manière directe dans les phénomènes de la nitrification, dans la formation de l'ammoniaque atmosphérique et dans la production des matières organiques azotées d'origine végétale ? Ce sont des questions qu'il appartient à la théorie de résoudre.

Mais l'azote de l'air existe en quantités immenses autour de la terre et est à la disposition de l'homme. Il lui reste à le fixer sous l'une des trois formes qui permettent à l'agriculture et à l'industrie d'en tirer parti : acide nitrique, ammoniaque, cyanogène. Il importe peu laquelle des trois combinaisons serait réalisée directement, puisque les procédés connus de la chimie permettent de passer avec facilité de l'un quelconque de ces composés aux autres.

Cette fixation peut d'ailleurs être faite de plusieurs manières. Ainsi on sait, par des expériences déjà fort anciennes de Curandau, qu'un mélange de potasse et de charbon, calciné fortement au contact de l'air, peut absorber de l'azote en donnant naissance à du cyanure de potassium. M. Desfosses a confirmé et étendu cette observation de Curandau, *Journal de Pharmacie*, 1828, et a fait pressentir qu'elle pourrait recevoir une application dans l'industrie. Plus tard, en effet, la formation du cyanure de potassium au moyen de l'azote de l'air a été proposée et même effectuée en grand, comme base d'un procédé pour la fabrication du prussiate de potasse. Il paraît que les pertes résultant de la volatilité du cyanure de potassium, à la haute température nécessaire pour sa production, ont fait renoncer à l'emploi de ce procédé ; mais d'autres cyanures moins volatils pourraient être mis à profit et servir de base à la préparation subséquente du bleu de Prusse et des cyanures industriels.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'autres procédés pourraient être employés pour obtenir des nitrates ou des sels ammoniacaux.

On sait, d'une autre part, avec quelle facilité tous ces divers produits peuvent, dans des conditions favorables, faciles à réaliser, transformer leur azote en carbonate d'ammoniaque.

Or le carbonate d'ammoniaque constitue la combinaison dans laquelle l'azote se trouve le plus communément dans les engrais résultant des matières animales en décomposition ; c'est celle sous laquelle il paraît le plus propre à fertiliser le sol auquel on le mélange.

Le problème qu'il s'agit de résoudre et dont on possède aujourd'hui une solution scientifique serait d'obtenir, industriellement, le cyanure de potassium ou tout autre composé azoté, dans des conditions économiques acceptables même pour la fabrication des engrais, en empruntant l'azote à l'air atmosphérique, à l'exclusion des matières animales.

C'est à ce point de vue que la Société d'encouragement propose un prix de 2 000 fr. pour la fabrication économique, soit des nitrates et des sels ammoniacaux, soit du cyanure de potassium ou des cyanures analogues, au moyen de l'azote de l'air.

Ce prix sera décerné en 1876.

5° **Prix de 3 000 francs** *à décerner au fabricant d'acide sulfurique qui, le premier, en employant les pyrites dans sa fabrication, ne livrera au commerce que de l'acide sulfurique entièrement exempt d'arsenic.*

On sait que la substitution des pyrites au soufre, dans la fabrication de l'acide sulfurique, a eu pour résultat d'introduire, dans cet acide et, par suite, dans les nombreux produits qui en dérivent, de notables quantités d'arsenic. Ce corps s'y rencontre à l'état d'acide arsénieux ou d'acide arsénique.

Les propriétés vénéneuses de l'arsenic sont trop connues pour qu'il soit utile d'insister sur les dangers que présente, pour la santé publique, l'emploi de l'acide sulfurique arsenifère, intervenant comme matière première dans la préparation de divers produits alimentaires.

Quoique divers procédés, d'une efficacité certaine, aient été proposés pour dépouiller l'acide sulfurique de l'arsenic qu'il renferme, comme ces procédés ne s'exécutent pas sans quelque dépense, les fabricants ne les ont pas adoptés. Il y a lieu d'espérer qu'on arrivera à trouver un procédé de cette nature, qui puisse être employé sans qu'il en résulte une augmentation sensible dans le prix de revient pour l'acide sulfurique.

La Société d'encouragement, vivement préoccupée de la présence de l'arsenic dans une matière première d'une aussi grande importance, propose un prix de la valeur de 3 000 francs pour le fabricant qui, le premier, travaillant avec les pyrites, ne livrera au commerce que de l'acide sulfurique entièrement exempt d'arsenic.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6° **Prix de 1 000 francs** *pour l'emploi industriel d'une substance minérale quelconque abondante et à bas prix.*

La craie, la chaux, le plâtre, l'argile, la silice, le sulfate de soude, le sulfate de baryte, le granit et les roches granitoïdes altérées, les argiles, le fluorure de calcium, le phosphate de chaux, le sel marin, le sulfate de fer, les minerais de fer, etc., sont autant de substances dont tout emploi nouveau crée une richesse, suscite un commerce, développe des trafics de transport et fournit à la population de nouvelles sources de bien-être.

Trouver de nouveaux emplois à l'une quelconque des substances de cet ordre constitue donc une amélioration industrielle intéressante que la Société veut provoquer, et qu'elle désire trouver l'occasion d'encourager ou de récompenser.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875, à la plus importante des applications de cette nature que la Société aura été appelée à constater.

7° **Prix de 1 000 francs** *pour l'utilisation des résidus de fabrique.*

Il fut un temps où les chimistes rejetaient, comme inutile et sans objet, le résidu, le *caput mortuum*, de leurs opérations. En tenir compte fut une révélation qui, de proche en proche, conduisit de Glauber à Lavoisier, c'est-à-dire de la manipulation indécise à la théorie la plus sûre.

Beaucoup d'industries en sont encore à cette période où les résidus de leurs travaux demeurent sans emploi et deviennent, par leur importance, l'occasion de troubles pour l'hygiène publique, ou de lourdes dépenses et de grandes gênes.

Les laitiers des hauts fourneaux, les charrées des fabriques de soude, les sels de manganèse des fabriques de chlorure de chaux, les eaux mères des marais salants, etc., constituent des masses dont l'exploitation sollicite vivement l'attention de l'industrie.

Tout emploi utile de ces matériaux dégrèverait d'une charge les industries qui les produisent, et réduirait d'autant le prix de revient de leurs produits.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1874.

8° **Prix de 1 000 francs** *pour une application utile des métaux nouvellement découverts.*

Depuis quelques années, les métaux soupçonnés par les anciens chimistes ont été mis à nu, d'autres métaux curieux ont été découverts. Le calcium, le magnésium, le barium, le strontium sont très-répandus à la surface de la terre; le thallium et les nou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

veaux métaux alcalins sont rares, mais doués de caractères spécifiques qui les recommandent à l'attention des expérimentateurs.

Il est impossible que le génie de l'homme laisse sans emploi des métaux aussi communs que le calcium, aussi étranges que le thallium, aussi rapprochés des métaux nobles par leur densité que le tungstène.

Le magnésium promet de fournir la source lumineuse la plus économique et la plus puissante. Les métaux nouveaux ont presque tous quelque propriété de nature à être également mise à profit.

La Société voudrait susciter des travaux dans cette direction. Elle récompensera donc tout effort utile tenté en vue d'utiliser les nouveaux métaux, laissant les expérimentateurs libres de choisir leur voie.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1876.

9° **Prix de 1 000 francs** *pour de nouvelles applications des corps simples non métalliques.*

Le silicium, le bore, le brome, l'iode même, le sélénium, le phosphore sont des corps rares autrefois et peu connus, aujourd'hui faciles à obtenir et bien étudiés.

Trouver à ces substances, qui sont douées d'aptitudes si diverses et si variées, des applications nouvelles, est un objet à la fois digne d'attention et de nature à répondre aux efforts tentés dans ce but.

Le prix sera décerné en 1876.

10° **Prix de 1 000 francs** *pour la découverte d'un nouvel alliage utile aux arts.*

La plupart des alliages employés dans l'industrie sont connus depuis longtemps. Cependant de nouveaux métaux ont été découverts, et l'un d'eux, l'aluminium, a fourni un bronze doué de qualités extraordinaires dont les arts et les beaux-arts tireront un parti considérable, lorsque son prix de revient le rendra accessible aux emplois communs de la vie.

Le bronze d'aluminium, éminemment malléable et ductile, partage avec le fer et l'acier la propriété de se laisser forger à chaud et de pouvoir être soudé. Fusible à une température élevée, il se prête à tous les travaux du moulage. Il résiste mieux à l'air et aux agents d'oxydation que les bronzes ou laitons anciennement connus.

Pourquoi les métaux, nouvellement connus, ne seraient-ils pas susceptibles de fournir aussi des alliages doués de qualités spéciales dignes de l'attention de l'industrie? Ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont des études à entreprendre et des essais à tenter : la Société, en les provoquant, tiendra compte, du reste, de tout travail exact, faisant connaître les propriétés des alliages anciens ou nouveaux, alors même que leurs auteurs n'auraient pas trouvé l'occasion de faire sortir de leurs recherches de nouvelles applications industrielles.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1876.

11° **Prix de 3000 francs** *pour la production artificielle du graphite propre à la fabrication des crayons.*

Le graphite propre à la fabrication des crayons, sans préparation préalable, est devenu fort rare. Les anciennes mines connues sont à peu près épuisées, et la découverte, en Sibérie, d'un gisement nouveau d'une grande richesse a été un véritable événement. Toutefois, si riche que puisse être cette mine, elle ne saurait suffire indéfiniment à la consommation. Ses produits se vendent, d'ailleurs, à un prix fort élevé, qui ne peut que s'accroître, à mesure que l'enseignement du dessin prendra plus d'extension et produira ainsi une augmentation rapide dans l'emploi des crayons.

Ne serait-il pas possible d'obtenir artificiellement le graphite en masses assez considérables pour répondre aux besoins de l'industrie ? Ne pourrait-on pas, de la sorte, la soustraire à l'obligation d'avoir recours aux procédés de lavage et d'agglomération qu'elle emploie, et dont les produits laissent beaucoup à désirer ?

Le gisement bien connu du graphite dans les roches cristallines, et spécialement dans les calcaires cristallins, permet d'entrevoir la solution du problème.

On sait, d'ailleurs, que le graphite constitue l'état le plus stable du charbon ; qu'il prend naissance dans diverses circonstances ; qu'en particulier il se forme lorsqu'on chauffe le diamant au foyer de la pile, comme l'a vu M. Jacquelain, et qu'il se sépare abondamment de la fonte grise au moment de sa solidification.

Il s'agit donc, en réalité, d'étudier, de préciser et de régler les conditions de la production d'un corps dont la formation artificielle est déjà constatée, et de découvrir un procédé pratique qui permette de l'utiliser en grand.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1877.

12° **Prix de 3000 francs** *pour la préparation artificielle du diamant noir compacte.*

La chimie a prouvé que le carbone ou charbon, le graphite ou plombagine et le diamant constituent des substances identiques. La conversion du diamant en plombagine s'effectue très-facilement; l'inverse, c'est-à-dire la conversion du charbon et de la plombagine en diamant, est certainement possible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais, si le charbon pouvait être changé en un corps dur, identique au diamant, il ne s'ensuivrait pas que ce diamant fût cristallisé et comparable aux diamants des joailliers.

L'industrie resterait indifférente, du reste, à la découverte d'un moyen propre à réaliser la cristallisation du charbon ; elle ne le serait pas à la découverte d'un moyen d'obtenir le charbon en masses dures et amorphes, comparables au diamant noir ; car elle y trouverait le meilleur agent pour attaquer et pour polir les corps les plus durs.

Les détails connus sur le gisement du diamant, et surtout du diamant carbonique, sont encore extrêmement incomplets. L'un et l'autre se trouvent, et souvent ensemble, dans des sables d'alluvion provenant de la désagrégation de roches plus ou moins anciennes qui sont elles-mêmes des terrains de transport. Nous ne possédons aucune notion certaine sur la gangue primitive du diamant, et nous ne connaissons aucune différence de gisement qui permette d'entrevoir une différence correspondante dans le mode de formation de la variété cristalline et de la variété compacte.

Nous savons seulement qu'il existe des variétés d'anthracite d'une dureté singulière.

On pourrait, de là, être conduit à penser que les causes qui ont donné naissance à l'anthracite commune, étant modifiées, auraient pu lui assigner une dureté qui la rapprocherait plus ou moins du diamant carbonique.

La Société d'encouragement attache une si grande importance à la fabrication du diamant noir, qu'elle se réserve de récompenser libéralement celui qui, par une étude plus approfondie du gisement des diamants noirs ou cristallisés, aurait fourni un point de départ plus sûr aux recherches expérimentales relatives à la production artificielle de cette substance précieuse.

Tout procédé qui permettrait de réaliser cette production serait considéré, d'ailleurs, à quelque prix qu'elle fût effectuée, comme un progrès considérable, promettant pour l'avenir aux ateliers un moyen d'action d'une grande puissance pour le travail du fer, de la fonte, de l'acier et des pierres dures, et serait couronné en conséquence.

Le prix sera décerné en 1877.

13° **Prix de 4000 francs** *pour la découverte de procédés capables de fournir, par des transformations chimiques quelconques, des espèces organiques utiles, telles que la quinine, le sucre de canne, etc.*

La chimie organique est en possession de doctrines et de méthodes pratiques au moyen desquelles on peut prévoir et réaliser la production, par voie de transformation, d'un grand nombre de substances. L'urée, l'huile d'amandes amères, l'huile volatile de reine des prés, l'alcool, l'acide des fourmis, les essences à odeur de fruit, etc., etc., ont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

été reproduits, par M. Wöhler ou par ses successeurs, au moyen de procédés certains, en partant de substances qui semblaient très-éloignées de la composition de ces corps, et quelquefois avec autant d'économie que de facilité.

Il n'y a pas de limites à ces sortes de créations, ou plutôt de ces nouveaux arrangements. Aux yeux de la théorie, il n'y a pas de différence entre la production de l'urée et celle de l'indigo ou de la quinine, entre celle de l'essence d'amandes amères et celle de l'alizarine, entre celle de l'acide formique ou de l'alcool et celle du sucre de canne.

Aux yeux de la pratique, il n'en est pas de même et, tandis que les alcaloïdes artificiels connus demeurent presque tous d'un faible intérêt à ses yeux, la découverte de la quinine artificielle aurait un retentissement immense et rajeunirait la gloire de Pelletier et de Caventou.

La Société d'encouragement, convaincue que les progrès de la chimie organique permettent d'aborder ces sortes de problèmes, ne craint pas d'engager les chimistes à s'en occuper; s'ils n'atteignent pas le but, ils seront du moins récompensés de leurs efforts par des résultats scientifiques nouveaux.

Elle fait remarquer, d'ailleurs, qu'il ne s'agit point de la découverte de procédés exploitables au point de vue commercial, mais de la découverte pure et absolue d'un moyen quelconque pour la formation artificielle d'une substance éminemment utile de l'ordre de celles qui sont citées plus haut.

Le prix sera décerné, dès qu'il y aura lieu. Le concours restera ouvert jusqu'à 1877, inclusivement.

14° **Prix de 4 000 francs** *proposé pour la préparation artificielle des acides gras ou des matières cireuses.*

Les acides gras employés pour la préparation des bougies, les cires végétales ou animales, la paraffine produite par la distillation des substances végétales, sont des matières qui reçoivent la même application aux besoins de l'éclairage domestique; elles ont une production limitée et généralement au-dessous des besoins.

Dans l'état actuel de la science, la chandelle devrait, cependant, être bannie de la consommation. Les lampes elles-mêmes devraient trouver dans la bougie une concurrence encore plus sérieuse.

Comme on sait convertir maintenant, l'une en l'autre, les substances organiques par des procédés réguliers, la Société demande avec confiance la découverte d'un procédé capable de fournir, artificiellement, l'acide stéarique ou l'acide margarique, la paraffine ou l'une des matières cireuses employées à la fabrication des bougies.

Subsidiairement, elle accordera de sérieux encouragements à tout procédé nouveau de préparation des acides gras donnant, en acides solides, la plus belle et la meilleure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qualité, avec le rendement le plus élevé, ou bien en produits liquides (acide oléique et glycérine) les produits les plus blancs et les moins odorants, pour le prix de revient le moins élevé.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1874.

15° **Prix de 6000 francs** *pour une théorie de l'acier fondée sur des expériences certaines et ayant pour résultat les moyens de mieux diriger la fabrication de l'acier.*

La constitution de l'acier n'est pas connue. Le travail délicat mis en pratique pour la production de cet agent si nécessaire aux arts est fondé sur l'empirisme. Cependant, si la nature de l'acier n'était pas ignorée, il deviendrait possible d'en diriger la préparation par des règles plus certaines et d'en améliorer peut-être les qualités.

Mais comment se diriger pour convertir en aciers supérieurs des aciers communs, lorsqu'on ignore ce qui constitue leur différence ?

Comment renoncer, d'autre part, à l'espérance de découvrir un jour le moyen de transformer un fer quelconque en fer de première qualité pour acier fondu, lorsqu'on sait qu'il suffit, pour produire ce résultat, d'enlever ou d'ajouter au fer des traces presque inappréciables de matières étrangères ?

La première question à résoudre, si on veut abandonner la voie du tâtonnement et procéder d'une manière raisonnée, est évidemment de fixer d'abord la théorie de l'acier et de la fonder sur des expériences certaines, variées et contrôlées par la pratique.

La Société encouragera tous les efforts tentés dans cette direction par des médailles ou des récompenses annuelles.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1878.

16° **Prix de 3000 francs** *proposé pour la désinfection des résidus d'épuration des usines à gaz.*

Les immenses services rendus à l'éclairage public par les usines à gaz sont tellement incontestables, qu'il importe d'éloigner de cette industrie les inconvénients quelconques dont les procédés qu'elle met en usage peuvent devenir l'occasion. Pour le moment, celui qui mérite le plus de fixer l'attention se rapporte à la révivification des matières employées pour épurer le gaz.

Les matières épurantes, généralement en usage, consistent en un mélange de sesquioxyde de fer hydraté, de sulfate de chaux et de chaux en excès. Les résidus sont extraits des caisses d'épuration à l'état de protoxyde et de sulfure de fer mêlés de soufre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de carbonate de chaux, de sulfure de calcium imprégnés de carbonate, de sulfocyanhydrate, d'acétate d'ammoniaque, de divers carbures d'hydrogène, d'acide phénique, d'essences sulfurées, en un mot de tous les produits volatils et infects du goudron.

On parvient à révivifier, ou plutôt à réoxyder ces résidus ferrugineux, de façon à les faire servir un grand nombre de fois, en les étendant sous des hangars ouverts à tous vents et en les retournant, de temps à autre, avec des pelles pour multiplier les surfaces de contact exposées à l'air atmosphérique.

C'est particulièrement pendant la vidange des caisses d'épuration et l'étendage à l'air des résidus que se dégagent en abondance des vapeurs incommodes, qui, suivant la direction des courants d'air, peuvent gêner les habitations jusqu'à des distances de 1 200 ou 1 500 mètres, et souvent même bien au delà. Or ces inconvénients s'accroissent à mesure que la consommation et, par suite, la production du gaz de la houille se développent dans les villes. A tous ces points de vue, on conçoit qu'en France Paris occupe le premier rang.

On sait qu'en effectuant la réoxydation dans les caisses d'épuration elles-mêmes sans les ouvrir, et dirigeant les produits gazeux sous un foyer incandescent, les vapeurs sulfurées se transforment en eau, acide carbonique et acide sulfureux, et dès lors peuvent être rejetées dans l'atmosphère sans inconvénient. Mais, lorsqu'on veut procéder ainsi, on évite difficilement l'altération des claies et l'échauffement trop grand de la masse qui se réoxyde ; peut-être faudrait-il faire usage de grilles en briques creuses et diminuer l'épaisseur des couches de résidus.

Quels que soient, au surplus, les moyens employés par les concurrents, s'ils sont efficaces, praticables avec économie ; si, en un mot, ils ont réalisé dans une grande usine le moyen de réoxyder les mélanges d'épuration en prévenant tout dégagement au dehors des gaz et vapeurs infects, ils auront droit à la récompense proposée.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1874.

17° **Prix de 1 000 francs** *pour un procédé capable d'effectuer la désinfection et la clarification promptes et durables des eaux d'égouts.*

A mesure que la voirie des villes se perfectionne et que leur hygiène s'améliore, les terrains perméables en disparaissent. Les égouts reçoivent et emportent toutes leurs immondices dans les rivières ou les fleuves prochains, et les eaux ainsi que le lit de ces cours d'eau ne tardent pas à en être plus ou moins infectés. La Tamise et la Seine ont fait voir à quelles difficultés on est exposé par ce progrès incessant de l'imperméabilité du sol des rues et de l'étendue de leur superficie.

Ce mal n'est pourtant pas sans remède; c'est en été surtout que les eaux d'égouts deviennent dangereuses, alors que les eaux sont basses dans les rivières et dans les fleuves. Mais, dans cette saison aussi, les eaux d'arrosage sont recherchées par les maraîchers placés à proximité des villes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'un autre côté, si la clarification et la désinfection des eaux d'égouts exigent des dépenses pour l'établissement et l'entretien des appareils ou bien pour l'achat des agents chimiques nécessaires, les dépôts formés par leur épuration constituent des engrais que l'agriculture ne laissera pas sans emploi et dont la valeur compensera les frais de leur production.

Existe-t-il un agent chimique susceptible d'opérer cette désinfection et cette clarification des eaux d'égouts, qui, sans les rendre potables, permettraient de les faire circuler même à l'air libre et de les livrer à l'horticulture ou à l'agriculture maraîchère sans inconvénient pour la salubrité? La Société n'en doute pas.

On sait que le charbon très-divisé et divers sels métalliques à bas prix, ceux de fer, de zinc, de manganèse, sont des agents énergiques de désinfection.

On sait aussi que l'alun et les sels d'alumine sont des clarificateurs très-puissants, dont les Égyptiens ont, de temps immémorial, fait usage pour rendre aux eaux troubles du Nil leur limpidité, et que le sulfate d'alumine brut a été adopté par M. Le Chatelier pour clarifier les eaux d'égouts.

D'autres procédés peuvent être tentés. Mais, ce que la Société demande, c'est moins une invention que l'établissement réel et permanent, même par des moyens connus, d'un système d'épuration pratique, opérant tous les jours sur 500 mètres cubes au moins, utilisant également les eaux rendues à leur limpidité et les engrais fournis par les dépôts.

Ce qu'elle veut constater, c'est la valeur pratique des eaux d'arrosage ainsi régénérées et celle des engrais boueux qui en auront été séparés.

La Société pense que, dans cette question si digne d'intérêt à tous égards, l'époque des études théoriques est passée et que celle de l'application est venue. C'est donc l'application qu'elle sollicite et qu'elle entend récompenser. C'est de la pratique seule que peuvent venir désormais des lumières définitives.

La ville de Paris a fait un essai de ce système à Asnières et à Gennevilliers. La Société trouvera dans ces opérations un moyen de comparaison et de contrôle; mais elle a surtout pour objet de faire pénétrer l'emploi des procédés dont il s'agit, dans les villes d'une population moyenne ou faible, dans les centres manufacturiers, dans les usines qui rejettent des eaux infectées, etc.

Le but qu'elle poursuit est spécialement d'amener la découverte des agents et des moyens d'exécution rémunérateurs. Elle désire que l'hygiène des villes et des agglomérations, que l'état salubre des cours d'eau, soïent obtenus sans frais ou même avec profit par les concurrents, persuadée que c'est le seul moyen de rendre général l'emploi des méthodes qu'ils auront choisies et d'assurer leur pleine efficacité.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

18° **Prix de 1 000 francs** *pour la découverte d'une encre n'attaquant pas les plumes métalliques.*

La découverte d'une encre douée de qualités comparables à celles des encres usuelles, et assurant au même degré la durée de l'écriture, mais n'ayant pas l'inconvénient d'attaquer les plumes métalliques, notamment les plumes de fer ou d'acier, a été signalée depuis longtemps comme l'un des vœux du commerce. La Société met au concours cette question qui tire une importance sérieuse du grand usage de l'encre dans les occupations habituelles de la population.

Cette encre ne devra pas être d'un prix plus élevé que les encres ordinaires.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

19° **Prix de 1 500 francs, de 1 000 francs et de 500 francs** *relatifs à l'emploi de l'acide borique et du borax dans les arts céramiques.*

L'introduction de l'acide borique et des borates dans les glaçures des faïences fines doit compter au nombre des améliorations les plus importantes dont la fabrication des poteries ait été l'objet; une fusion brillante, une grande dureté, un accord parfait avec le biscuit amené, par une température élevée, à l'état dense et sonore, telles sont les qualités précieuses que ces éléments nouveaux ont ajoutées, depuis le commencement de ce siècle, aux glaçures des faïences fines qui sont si supérieures aux anciennes terres de pipe.

Les arts céramiques fournissent le débouché le plus important pour l'acide borique de Toscane et pour celui qu'on retire, depuis quelques années, du borate de soude du Pérou. Mais le marché de ces produits tend à se centraliser et à se fixer en Angleterre, et, en présence du développement toujours croissant que les arts céramiques prennent dans le Staffordshire, l'Écosse et le reste du Royaume-Uni, les manufactures françaises se préoccupent, à juste titre, des moyens de s'assurer, à un prix convenable, des quantités suffisantes de cette matière, qui leur est aujourd'hui indispensable.

Elles ont aussi, à ce même point de vue, un intérêt très-grand à provoquer la découverte des moyens par lesquels on pourrait remplacer l'acide borique et le borax dans les glaçures des faïences fines, sans nuire aux qualités des produits. Le problème n'est pas insoluble.

Les phosphates, certains silicates, peu plombeux, cuisant à des températures élevées, les composés résultant des mélanges de spath fluor, de quartz et d'argile, kaolin ou sulfate de chaux qu'a indiqués M. *Berthier*, quelques micas et les lépidolithes que M. *Regnault* a analysés, formeraient probablement des glaçures convenables d'une dureté suffisante et d'un usage dépourvu de danger.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toute autre voie tendant à régler le prix du borax, toute découverte créant sur le sol français une exploitation régulière d'acide borique qui satisferait aux exigences des arts céramiques seraient accueillies.

On sait, par exemple, que *Beudant* a constaté, dans les eaux des lacs de Hongrie, des quantités notables d'acide borique que l'évaporation dépose sous forme de borax natif.

On sait aussi qu'en 1853 MM. *Bouis* et *Filhol* ont signalé, dans les eaux des Pyrénées et du Midi, la présence de ce même acide; il est possible que de nouvelles recherches en fassent découvrir des sources exploitables.

Dans l'Amérique du Sud, les terrains d'Iquique dépendants de la République de l'Équateur contiennent de vastes amas de borate de chaux, qui sont devenus l'objet d'un grand commerce depuis l'Exposition universelle de 1851, et qui fournissent maintenant l'acide borique suffisant pour remplacer celui qu'on ne peut plus tirer de Toscane.

Si les arts céramiques peuvent, dans certaines conditions nouvelles, se passer d'acide borique, quelques industries importantes pour le commerce de la France ne sauraient le remplacer : la peinture sur porcelaine, la peinture sur émail, la décoration du cristal, la fabrication des verres d'optique, etc.

Comment mettre en doute les avantages que l'art du verrier en général pourrait retirer de l'emploi de l'acide borique, si sa valeur commerciale permettait de le substituer, en partie, à l'acide silicique ?

La Société met, en conséquence, au concours la solution des questions suivantes :

1° Prix de 1 500 francs pour une composition qui puisse être substituée à l'acide borique ou au borax dans les glaçures des poteries, sans altérer la valeur actuelle des faïences et sans augmenter leur prix.

2° Un prix de 1 000 francs sera décerné à l'auteur de la découverte de gisements exploitables d'acide borique dans la France ou dans ses possessions.

3° La Société décernera de même une médaille de 500 francs à l'industriel qui introduira en France, pour les y traiter, des matières autres que le tinkal ou l'acide brut de Toscane, contenant de l'acide borique en quantité suffisante pour une exploitation régulière.

Ces prix seront décernés, s'il y a lieu, en 1875.

20° **Prix de 1 000 francs** *pour l'extraction, en France, de l'iode que contiennent les nitrates de soude de l'Amérique méridionale et les phosphates minéraux.*

La fabrication de certaines couleurs d'aniline a donné, dans ces dernières années, un emploi industriel à l'iode. Le prix de cette matière s'est, dès lors, notablement élevé, et ce renchérissement a été augmenté par les embarras que les exploitations des cendres de varech ont éprouvés depuis l'introduction, dans le commerce, des sels de potasse de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Strasfürth. Ces fabriques, en effet, tiraient une partie notable de leurs avantages de la vente des sels de potasse, dont la fabrication était, en quelque sorte, complémentaire de celle de l'iode. Alors, tant que les sels de potasse se sont maintenus à un taux élevé, la concurrence entre les diverses fabriques a fait baisser le prix de l'iode ; mais, maintenant que le prix du chlorure de potassium se trouve réduit aux deux cinquièmes de son taux ancien, les fabriques ont considérablement élevé celui de l'iode.

Heureusement les végétaux marins ne sont plus aujourd'hui, d'une manière exclusive, la seule source de cette matière qui puisse être exploitée. Le nitrate de soude de l'Amérique méridionale en contient des quantités exploitables, sous deux formes différentes, les iodures et les iodates; ces derniers sont plus abondants. Cet iode est extrait, en Amérique, des eaux mères du raffinage du nitrate de soude; mais le double état dans lequel il est engagé exige qu'on prenne des soins spéciaux et qu'on fasse des dosages exacts dans le traitement par lequel on l'obtient. Ces soins ne peuvent jamais être donnés d'une manière régulière, en plein désert, avec des ressources incomplètes et des ouvriers peu exercés, et on ne retire, en général, des eaux mères, pas plus de 40 pour 100 de l'iode qu'elles contiennent.

Cette extraction serait beaucoup plus fructueuse, si la matière brute était transportée en Europe pour y être raffinée, et si on appliquait à l'extraction de la totalité de l'iode qu'elle contient les méthodes perfectionnées en usage dans les fabriques actuelles de produits chimiques.

D'autre part, on a reconnu que les phosphates du Lot et de plusieurs autres gisements contiennent une certaine quantité d'iode, dont une partie se manifeste dans les nuages violets qui s'élèvent des cuves où on fabrique les superphosphates. Il y a là, encore, une source d'iode qui ne doit pas être négligée, à cause de l'extension que l'emploi du superphosphate prend chaque jour dans l'agriculture.

La Société d'encouragement désire provoquer l'établissement, en France, d'une exploitation de ces nouvelles sources d'iode. Elle est, en effet, persuadée que la consommation de l'iode ne peut que s'accroître, et qu'il est important de pourvoir de bonne heure au développement de la production d'une matière qui est devenue indispensable pour plusieurs industries. Elle décernera un prix de 1 000 francs pour la création d'un établissement de cette nature ayant réalisé une fabrication réellement industrielle et d'une importance notable.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1876.

21° **Prix de 3 000 francs** *pour un procédé industriel de fabrication des rails en acier fondu, en ne se servant que de minerais communs, contenant, comme les minerais oolithiques et houillers,* 0,50 *à* 1,50 *pour* 100 *d'acide phosphorique.*

Les rails en acier fondu préparés par les procédés *Bessemer* ou *Martin-Siemens* tendent, depuis quelques années, à remplacer les rails en fer doux soudé. Leur parfaite

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

homogénéité et leur durée beaucoup plus grande expliquent assez la préférence si marquée qu'on leur accorde aujourd'hui.

Malheureusement, cet acier fondu ne peut être fabriqué, jusqu'à ce jour, qu'au moyen de minerais d'une qualité supérieure, qui sont manganésifères et qui ne contiennent pas de phosphore. Or le prix de ces minerais exceptionnels s'élève rapidement; ils seront même bientôt épuisés, si on ne parvient pas, dans un avenir prochain, à faire usage de minerais ordinaires pour cette fabrication.

Les fers oxydés purs devraient être réservés pour la production de l'acier de choix, nécessaire pour les ressorts, les essieux, les bandages de roues, les machines, les outils, etc. Quant à la grande consommation de l'acier pour rails, elle ne devrait faire appel qu'aux minerais ordinaires.

Il y aurait donc un immense intérêt à pouvoir épurer, par un procédé simple et peu coûteux, les fontes ou les minerais ordinaires plus ou moins phosphoreux, et à les transformer en acier fondu par l'affinage.

Les grands progrès que la fabrication de l'acier a faits depuis quelques années donnent tout lieu de croire que ce perfectionnement sera réalisé prochainement.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1876.

22° **Prix de 1 000 francs** *pour l'établissement, en France, d'une usine où l'on réaliserait le traitement complet des minerais de nickel et la préparation de ce métal pur.*

La France possède des mines de nickel et de cobalt dans les Pyrénées, les Alpes, les Vosges et en Algérie.

Jusqu'ici les produits de ces mines y ont été traités pour obtenir le smalt et quelques autres dérivés. Les minerais, après avoir subi ce premier traitement, sont envoyés ensuite à l'étranger pour l'extraction et la purification du nickel. C'est surtout en Allemagne que cette extraction est faite sur une grande échelle. Cependant les applications du nickel deviennent de plus en plus importantes, et la France, jusqu'ici tributaire de l'étranger, aurait intérêt à s'affranchir de cette dépendance.

Les minerais français suffiraient pour alimenter une usine qui s'occuperait de la préparation complète et de la purification du nickel. Cette usine pourrait également traiter les minerais de Sardaigne et d'Espagne, et, d'autre part, l'existence d'une semblable exploitation augmenterait l'activité dans les mines actuelles ; elle attirerait aussi l'attention sur d'autres mines analogues signalées depuis longtemps sur notre sol.

La Société d'encouragement désire provoquer cet établissement et propose, pour cela, un prix de 1 000 francs qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1876.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARTS ÉCONOMIQUES.

1° Prix de 1 000 francs *pour une application industrielle de l'endosmose des liquides.*

Il y a quarante ans, un illustre académicien français, du Trochet, découvrit la mystérieuse propriété des membranes végétales et animales à laquelle il donna le nom d'*Endosmose*.

Le fait général dont la science lui est redevable peut s'énoncer ainsi : lorsque deux liquides de composition différente, c'est-à-dire formés par le mélange de substances différentes, sont séparés par une membrane, certaines de ces substances peuvent passer d'un compartiment à l'autre à l'exclusion des autres. La membrane exerce une véritable action élective.

Un chimiste anglais, M. Graham, a agrandi le cercle de ces phénomènes; nous savons aujourd'hui que les membranes n'agissent que par leur qualité de corps poreux, et non comme corps organisés; des cloisons de plâtre, de porcelaine dégourdie, de graphite, donnent lieu aux mêmes phénomènes que les membranes végétales ou animales. Il y a là une force mécanique moléculaire qui peut vaincre non-seulement l'affinité d'un corps pour son dissolvant, mais même des affinités chimiques faibles.

L'industrie doit, sans doute, tirer un jour le plus grand parti de ces actions physiques d'une nouvelle espèce, pour concentrer des principes disséminés dans de grandes masses de produits naturels ou artificiels, pour en éliminer de nuisibles, pour déplacer les sucs contenus dans des cellules végétales, etc. L'Endosmose suffira, dans certains cas, pour provoquer des doubles décompositions exigeant, sans son concours, tantôt des températures trop élevées ou trop basses, tantôt l'influence d'agents trop dispendieux, ou capables d'altérer les produits utiles.

Déjà, un de nos plus éminents industriels, M. Dubrunfaut, a montré, dans le traitement des mélasses, combien il était facile de donner à l'Endosmose une forme industrielle et pratique. Depuis longtemps, on sait que l'alcool se concentre dans les réservoirs membraneux qui le renferment. Certains procédés de tannage ont mis l'Endosmose à profit. Il y a donc là une voie à tenter pour un grand nombre d'industries.

Désirant encourager les recherches faites dans cette direction, la Société décernera un prix pour la meilleure application industrielle de l'endosmose des liquides.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1876.

2° Prix de 1 000 francs *pour l'application industrielle de l'endosmose des gaz.*

M. Graham a montré que les membranes ou les corps poreux, mis en présence des gaz, produisaient sur ceux-ci des phénomènes analogues à ceux que du Trochet a dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couverts pour les liquides. Les cloisons poreuses ont la faculté de diffuser avec une rapidité très-inégale les différents gaz, soit dans le vide, soit dans une atmosphère gazeuse.

En particulier, la Société verrait avec satisfaction résoudre le problème posé par l'emploi du gaz dans les appartements. Veut-on se préserver des dangers d'explosion, il faut ouvrir des ventilateurs à la partie supérieure des pièces ainsi éclairées. Mais, si ces pièces sont chauffées par des poêles ou cheminées, l'appel qui se fait par ces ventilateurs en rend l'habitation très-incommode et jette quelque doute sur l'efficacité de la ventilation. Il s'agirait de trouver une étoffe ou un diaphragme capable d'arrêter l'air et de livrer issue au gaz de l'éclairage. Les ventilateurs qui en seraient munis garderaient ainsi leurs bons effets et perdraient leurs inconvénients.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1877.

3° **Prix de 1 000 francs** *pour le meilleur moyen de chauffer les appartements en y renouvelant convenablement l'air.*

Dans l'étude de cette question :

On cherchera à combiner les avantages que présentent les foyers à feu apparent avec ceux des poêles des différents genres, et à obtenir, à l'aide des appareils de chauffage proposés, l'évacuation de l'air vicié, l'introduction d'un volume équivalent d'air nouveau, à une température modérée, n'excédant pas 40 à 50 degrés, en même temps qu'un emploi économique du combustible.

On cherchera à approprier la solution aux trois circonstances suivantes :

1° Chauffage des appartements ordinaires, occupés par un petit nombre de personnes, et dans lesquels il suffit de renouveler l'air deux ou trois fois par heure.

2° Chauffage des lieux de réunion, dans lesquels se trouvent à la fois un plus grand nombre de personnes et où le renouvellement de l'air, beaucoup plus énergique, doit être à peu près calculé à raison de 30 à 40 mètres cubes par heure et par individu.

3° Chauffage des ateliers, dans lesquels la température ne doit jamais être très-élevée, mais où le renouvellement de l'air est également indispensable.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

4° **Prix de 1 000 francs** *pour la conservation, pendant un mois au moins, des viandes crues, du gibier et du poisson, par un procédé nouveau et d'une exécution facile.*

On ne saurait mettre en doute l'intérêt que peut offrir la solution de cette question mise au concours : la conservation économique et pratique de la viande fraîche de bœuf, de veau, de mouton et de porc, du gibier et des poissons comestibles, mettrait à profit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tous les moyens de transport allant, des marchés où la production les dirige, vers les localités où la consommation s'effectue.

On parviendrait ainsi à rendre plus confortable le séjour dans les campagnes où la viande de boucherie est souvent rare; on viendrait en aide à l'agriculture en offrant de nouveaux et importants débouchés aux produits de l'élevage et de l'engraissement du bétail dans nos fermes; on encouragerait la pisciculture et l'industrie des pêches maritimes ou fluviatiles et des étangs.

Déjà bien des essais ont été entrepris : on a tenté, avec des succès divers, l'emploi de la glace, qui prévient ou suspend les phénomènes de la fermentation putride; l'application d'une couche superficielle d'une faible solution d'alun, d'acide phénique, de créosote, ou d'huile essentielle de moutarde; le contact plus ou moins prolongé du gaz acide sulfureux; l'injection artérielle de solutions salines; la torréfaction rapide de la superficie des viandes, etc.

Tous ces procédés ont présenté des inconvénients, soit parce qu'ils n'étaient pas assez économiques, soit parce que les agents antiseptiques laissaient une saveur ou une odeur désagréable aux aliments préparés.

Toutefois, aucun des moyens ou procédés anciens ne serait exclu du concours, pourvu que, par des dispositions nouvelles, il devînt praticable, économique, et donnât des résultats irréprochables.

La Société se réserve d'accorder une partie du prix proposé dans le cas où, la solution complète du problème n'étant pas présentée, un moyen efficace lui serait communiqué, qui serait applicable seulement à une ou deux des substances alimentaires en question.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1874.

5° **Prix de 3 000 francs** *pour un procédé pouvant assurer la désinfection permanente des fosses d'aisances.*

Les fosses d'aisances constituent l'une des plus graves difficultés des agglomérations urbaines.

En communication directe avec les égouts, elles infectent les cours d'eau dans lesquels ceux-ci se déversent. Des collecteurs prolongés et coûteux, capables de transporter les produits des égouts à de grandes distances sur des terres propres à être fertilisées par leur action, deviennent indispensables, si on veut échapper à leur influence délétère. Mais ce procédé, adopté par les villes de Paris et de Londres, n'est pas applicable à toutes les cités, à cause des dépenses élevées qu'il entraîne et des difficultés que les dispositions du terrain lui opposent souvent.

Les fosses fixes, en les supposant bien étanches, offrent de leur côté trois inconvénients : 1° des émanations fâcheuses s'en exhalent sans cesse par les ventilateurs; 2° à l'époque de la vidange, elles deviennent, pour le voisinage et sur le parcours des matières, la cause d'un véritable trouble; 3° rendues à la voirie, les matières provenant de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces fosses y répandent, pendant leur séjour souvent long, des exhalaisons au moins fort incommodes et répugnantes.

Les fosses mobiles débarrassent la cité du second des inconvénients qu'on vient de signaler, mais laissent les deux autres en leur entier.

On sait, aujourd'hui, que les déjections humaines renferment les principes de fertilité indispensables au sol, et, en particulier, des éléments faciles à transformer en phosphate ammoniaco-magnésien, le plus puissant des engrais factices; il est donc nécessaire de les conserver pour les besoins de l'agriculture, si on veut éviter l'appauvrissement plus ou moins rapide de la fécondité des terres.

On sait aussi que des germes, origine de diverses affections, peuvent être transportés par les déjections, et que, après avoir traversé sous des formes étranges les plantes et les animaux herbivores qui s'en nourrissent, ils reviennent, multipliés, se développer chez les animaux carnivores ou chez l'homme lui-même. Ce n'est donc pas sans utilité que l'agriculture fait subir aux déjections humaines la fermentation qui produit l'engrais flamand ou la longue élaboration qui donne la poudrette. Ces pratiques, entre autres résultats, déterminent la destruction de tous les germes nuisibles qui auraient pu exister dans les déjections récentes.

Diverses circonstances rendent probable, sinon certain, que des épidémies meurtrières se propagent par l'action que les déjections exercent sur l'air, sur les eaux ou sur les terres humides.

Par tous ces motifs, il importe, au plus haut degré, tant pour la bonne direction des opérations agricoles d'une nation que pour l'intérêt de la salubrité des villes et pour l'agrément de leurs habitants, de trouver et de mettre en pratique, dans toutes les fosses d'aisances, un procédé capable de réaliser les trois conditions suivantes : 1° désinfection instantanée et durable des déjections; 2° destruction de tous les germes nuisibles qu'elles contiennent; 3° conservation de la puissance des matières comme engrais.

Le prix pour la désinfection permanente des fosses d'aisances, avec conservation absolue des engrais, sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

6° **Prix de 2 000 francs** *pour la dessiccation rapide des bois par un procédé économique et industriel n'altérant pas leurs qualités physiques.*

L'emploi des bois dans les travaux de charpente, de menuiserie et d'ébénisterie ne peut se faire avec sécurité qu'après une dessiccation préalable, qui met les constructions et les objets fabriqués à l'abri des déformations et des dislocations produites par le travail des matériaux employés. Le moyen de dessiccation le plus sûr consiste dans une exposition préalable, à l'air libre, des bois mis en chantier, après qu'ils ont été débités en madriers, en plateaux ou en planches : l'action alternative de l'eau et de l'air amène l'élimination progressive des matières hygrométriques renfermées dans le bois. Il peut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

alors subir une division en fragments plus petits et être placé sous des hangars, puis dans des séchoirs pourvus d'appareils de chauffage et d'aérage convenables, où il est amené à un degré de dessiccation qui offre toutes les garanties désirables. Malheureusement cette méthode, simple et sûre, exige un temps très-long, des approvisionnements considérables qu'il faut renouveler en temps utile, et, par suite, l'avance d'un capital important qui est immobilisé.

Un procédé qui assurerait la dessiccation des bois sans altérer leurs qualités, en leur donnant les propriétés précieuses des bois anciens, rendrait certainement un service signalé aux diverses industries qui emploient cette matière première, principalement à l'ébénisterie, qui est une des branches importantes du commerce parisien. C'est ce genre de recherches que la Société désire encourager. Les expériences devront être faites sur une quantité de bois suffisante pour garantir le succès de l'application en grand ; elles devront porter sur les principales essences employées dans l'industrie.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1876.

7° **Prix de 1 000 francs** *pour la construction d'appareils propres à fournir, rapidement et économiquement, de hautes températures à l'usage des petits ateliers industriels.*

L'invention des fours du système Siemens, les recherches de M. Audouin et de M. Henri Sainte-Claire Deville sur le chauffage à l'aide des huiles minérales, ont démontré la possibilité de produire facilement, pour la grande industrie, les températures les plus élevées. Il serait désirable que l'application des mêmes principes, sur une petite échelle, mît à la disposition des ateliers industriels des appareils propres à réaliser soit des essais indispensables pour certaines recherches, soit la cuisson ou la fusion des pièces artistiques ou autres, de dimension restreinte.

Sans demander la découverte d'un principe nouveau ni l'emploi exclusif d'un combustible déterminé, la Société admet que le but qu'elle indique puisse être atteint par une application nouvelle, sous une forme simple, commode et économique, des moyens actuellement acquis à la science. Elle tiendra compte, d'une manière spéciale, du bas prix des appareils, de la simplicité de leur installation, et de la facilité avec laquelle ils se prêteront à des usages variés.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1874.

8° **Prix de 1 000 francs** *pour une application nouvelle de l'analyse spectrale dans l'industrie.*

Depuis les brillantes découvertes de MM. Kirchoff et Bunsen, l'emploi de l'analyse spectrale a rendu des services considérables à la science. Plusieurs métaux nouveaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ont été trouvés; l'usage du spectroscope en astronomie a révélé les particularités les plus caractéristiques de la constitution physique des astres et de leur composition chimique. Une méthode d'investigation aussi puissante et aussi sûre rendra certainement, quelque jour, des services signalés à l'industrie. Déjà elle a été appliquée à l'étude de la flamme du foyer dans la fabrication de l'acier Bessemer. D'autres applications ne tarderont pas à en être faites, et la Société désire les encourager. Mais, comme l'emploi de l'analyse spectrale peut se produire sous plusieurs formes très-différentes, le prix sera décerné à l'application qui paraîtra la plus digne de cette récompense, soit par l'importance des résultats obtenus, soit par la nouveauté des moyens employés.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

AGRICULTURE.

1° **Prix de 3 000 francs** *proposé pour l'invention et la propagation des procédés les plus propres à diminuer les frais de main-d'œuvre de la récolte des céréales.*

L'agriculture manque de bras sur beaucoup de points de la France, et, à l'époque de la moisson, les cultivateurs éprouvent de grandes difficultés pour le fauchage et la rentrée de leurs récoltes. L'autorité militaire près des villes de garnison met, il est vrai, une partie des soldats de la ligne à la disposition des cultivateurs, mais c'est une bien faible ressource pour la quantité des travaux qu'il s'agit d'exécuter dans un délai déterminé. Alors les prétentions des ouvriers s'élèvent en raison de la rareté de la main-d'œuvre, et, pour ne pas s'exposer à perdre la récolte, on est obligé de leur donner un salaire deux ou trois fois plus fort que ne le comporte la valeur vénale du produit.

Depuis quelques années, on cherche les moyens de parer à cette insuffisance de bras à l'époque de la moisson. Dans certaines localités, on reporte tout le personnel dont on dispose sur le fauchage et le faucillage des céréales, qui sont les opérations principales du moissonnage. On ajourne même la rentrée de la récolte par l'emploi des meules et des moyettes, où le froment se conserve plusieurs semaines sans avoir à souffrir des intempéries.

Ailleurs, on coupe le froment sur le vert, huit ou dix jours avant sa parfaite maturité, afin de faire porter les travaux de la moisson sur un plus grand nombre de journées.

Enfin de grands efforts ont été faits pour remplacer la faux, la faucille et la sape par des machines à moissonner. Cependant ces machines n'offrent point encore la solidité et la perfection désirables, et elles ont besoin d'être améliorées pour entrer dans la pratique générale des cultivateurs.

Convaincue de l'indispensable nécessité de leur emploi et pénétrée de l'importance des services qu'elles peuvent rendre, la Société, sans fixer aucune condition ni proposer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aucun programme, accordera un prix à celui qui aura le mieux satisfait aux conditions exigées par l'agriculture.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1876.

2° **Prix de 2 000 francs et de 500 francs** *pour la mise en valeur des terrains en pente situés en pays de montagnes.*

Il y a un grand intérêt à empêcher que les surfaces meubles des montagnes ne soient ravinées et décharnées par l'effet des orages et des pluies torrentielles. On prévient ainsi la destruction de terrains précieux pour le pacage des troupeaux et pour la production des bois ; on met obstacle à l'écoulement trop facile des eaux pluviales et aux désastres des inondations.

Les terrains dont la forte inclinaison ne permet pas l'emploi des instruments aratoires ont été soumis à différents systèmes de production qui varient suivant le climat, la hauteur des montagnes, la nature du sol et différentes circonstances économiques. On y voit des vignes en terrasses horizontales, maintenues par des murs de soutènement en pierres sèches; sur des pentes plus élevées, plus froides et moins bien exposées, on donne la préférence à des pâturages pour la nourriture des troupeaux aux époques chaudes et sèches de l'année.

Enfin on a recours aux reboisements.

Les propriétaires qui rendent ces sortes de terrains productifs en les fixant concourent à une œuvre d'utilité publique.

Ils préviennent les inondations dans une certaine mesure ; ils conservent à la production cette couche de terre végétale qui est le fruit des siècles et qui, abandonnée à l'état meuble, ne tarderait pas à laisser nus des rochers stériles.

La Société d'encouragement, pour récompenser ce genre de mérite, fonde un prix de 2 000 francs qui sera donné à celui qui aura mis en valeur, par reboisement, gazonnement ou tout autre procédé d'exploitation propres à s'opposer à leur destruction, des terrains en montagnes, d'une étendue importante, sujets à se raviner et à se dénuder, en employant des moyens qui puissent servir de modèles.

Une médaille d'or de 500 fr. sera accordée à l'auteur du mémoire qui, aux points de vue agricole et silvicole, aura le mieux traité la question de la mise en valeur des terrains en pente, situés dans les conditions qui viennent d'être énoncées.

Le prix et la médaille seront décernés, s'il y a lieu, en 1874.

3° **Prix de 3 000 et de 2 000 francs** *pour les irrigations.*

Ces prix seront décernés à ceux qui, utilisant les eaux de source, de rivière ou de pluie, en auront tiré le meilleur parti soit pour la formation des prairies, soit pour l'arrosage des autres cultures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les concurrents mettront en évidence, par des notes régulièrement tenues, les résultats économiques de leur opération. Ils démontreront qu'ils emploient les procédés les plus perfectionnés pour la bonne répartition de l'eau sur toutes les surfaces irriguées, et qu'aucune partie du sol n'est restée en souffrance par suite d'un défaut d'assainissement.

Sous le rapport de la fertilisation des surfaces arrosées, ils examineront si, dans la situation particulière et eu égard à la composition des eaux dont ils disposent, il ne serait pas avantageux d'enrichir ces mêmes eaux, en y dissolvant les matières animales ou les amendements qui conviennent le mieux à la nature de leur sol et à celle des plantes qu'ils cultivent.

La Société aura égard à l'importance de l'opération, à l'étendue des surfaces soumises à l'irrigation, et aux services qu'aura rendus dans sa circonscription celui qui, le premier, y aura propagé le meilleur système d'arrosage.

Il existe encore beaucoup de localités où l'on néglige des eaux qui pourraient servir aux irrigations; la Société pense que ces prix fixeront l'attention des agriculteurs sur des opérations presque toujours avantageuses pour ceux qui les exécutent avec discernement.

Deux espèces de concurrents pourront se présenter.

Les uns, habitants des montagnes où les irrigations sont d'un usage général et bien connues de tous les exploitants, devront évidemment faire plus et mieux que leurs voisins.

Les autres, n'étant pas établis dans un pays de montagnes, auront profité de circonstances particulières pour faire des irrigations dans une localité où personne n'y avait songé avant eux et auront mérité le prix, si l'opération a été bien conçue et bien exécutée, et si elle a été d'un bon exemple pour les cultivateurs voisins.

Les pièces comprenant un mémoire et un plan de terrains irrigués devront être adressées à la Société avant le 31 décembre 1873.

Le premier prix sera de la valeur de 3000 francs; le second prix, de la valeur de 2000 francs. Des médailles pourront être décernées à ceux des concurrents dont les travaux en auront été jugés dignes.

Les prix seront décernés, s'il y a lieu, en 1874.

4° **Prix de 1000 francs** *pour la meilleure étude sur l'agriculture et l'économie rurale d'une province ou d'un département.*

L'agriculture et l'économie rurale des diverses parties de la France présentent des différences dignes de remarque provenant de causes locales, encore peu connues. Il serait très-utile de pouvoir comparer entre elles les méthodes ou systèmes qui y sont mis en pratique. Une série de monographies faisant connaître ce qui se passe dans chaque région agricole permettrait de faire ces rapprochements et contribuerait ainsi puissamment aux progrès de l'agriculture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quelques études de ce genre qui avaient été tentées ont engagé la Société d'encouragement pour l'industrie nationale à proposer un prix pour ce genre de recherches, et elle a pu décerner, en 1872, deux prix et une mention honorable aux auteurs de trois remarquables monographies de ce genre. Ce succès l'a décidée à maintenir la question au concours. Elle propose donc, de nouveau, un prix de 1 000 francs pour la meilleure description de l'agriculture et de l'économie rurale d'une *région agricole*. L'étendue de cette région pourra embrasser une province entière ou se borner à un département; mais les investigations dont cette contrée sera l'objet devront être précises et détaillées, et faire connaître, aussi complétement que possible, les pratiques agricoles et surtout les méthodes d'économie rurale qui y sont employées.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

5° **Prix de 1 000 francs** *pour la mise en valeur de terres incultes, par l'emploi d'arbres fruitiers dont les produits soient utilisés directement dans l'alimentation de l'homme.*

La culture des arbres fruitiers a pris en France, depuis une trentaine d'années environ, une extension considérable. Elle est devenue une des branches importantes de la production du sol par le commerce auquel elle donne lieu.

Jusqu'à présent c'est principalement dans les pays à sols profonds et riches que les plantations sont faites en grand. En agissant ainsi, les cultivateurs ont raison; ils sont plus largement rémunérés de leurs avances et de leurs travaux. Cependant, dans bien des contrées, il est possible d'utiliser, d'une manière profitable, par la culture fruitière, des natures de terrains qui se prêteraient difficilement à des cultures perfectionnées. Des essais heureux ont été tentés dans ce sens sur divers points du territoire, et surtout dans l'est de la France.

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale regarde comme utile d'appeler l'attention des cultivateurs et des arboriculteurs sur l'importance qu'il y aurait, tant au point de vue de l'alimentation générale qu'à celui de la richesse du pays, à augmenter la valeur des terres incultes ou pauvres par des plantations d'arbres fruitiers.

Un prix de 1 000 francs sera accordé au planteur qui aura fait une amélioration importante de ce genre, en faisant le choix le plus judicieux de l'essence fruitière à préférer, suivant la nature du sol et celle du climat. Il sera tenu compte en même temps de l'étendue des plantations dont les résultats devront pouvoir être complétement appréciés.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6° **Deux prix de 500 francs** *pour la production de graine saine de vers à soie de race indigène.*

La Société d'encouragement regarde la production de graine saine de vers à soie indigènes, assurant la réussite des éducations auxquelles elle est destinée, comme ayant une très-grande importance pour le développement de cette partie de l'industrie de la soie. Sans se préoccuper, en ce moment, des précautions diverses à prendre pour arriver au résultat, elle désire encourager la réalisation pratique d'une production habituelle de graine de bonne nature. Les recherches de M. Pasteur et celles des personnes qui ont appliqué ses méthodes ont fourni des règles simples pour déterminer, par avance, les résultats qu'on doit attendre d'une fabrication de graine; la production en petits ateliers, dans lesquels de plus grands soins sont apportés à l'opération, a aussi été recommandée; les éducations faites dans des pays neufs, où les maladies n'ont pas encore apparu, sont considérées comme ayant de plus grandes chances de succès. D'autres conditions de réussite peuvent être réalisées, mais la Société recherche surtout l'application pratique des bonnes méthodes, et désire voir établir le plus grand nombre possible de producteurs de graine saine, pouvant fournir à l'industrie des graines de vers indigènes douées de toutes les qualités qu'elle recherche.

La Société d'encouragement décernera donc deux prix, de 500 francs chacun, à des éducateurs qui, mettant au grainage de 20 à 50 kilog. de cocons provenant d'éducations reconnues saines, auront obtenu des graines ayant toutes les qualités désirables pour une bonne éducation.

Les concurrents devront se faire connaître en temps utile, et assez tôt pour que la Société puisse faire constater régulièrement la marche et les résultats de l'opération.

Ces Deux prix de 500 francs seront décernés, s'il y a lieu, successivement en 1874 et 1875.

7° **Prix de 2 000 francs** *pour les desséchements ou endiguements.*

Ce prix sera décerné aux propriétaires, fermiers ou entrepreneurs qui auront desséché un marais, ou conquis un terrain constamment ou périodiquement recouvert par les eaux, pour le livrer à la culture.

Les concurrents présenteront un mémoire accompagné du plan des terrains desséchés, et les dessins qui seront nécessaires pour faire connaître la nature des travaux exécutés, et mettront en évidence, par des notes régulièrement tenues, les résultats économiques de leur opération.

La Société aura égard à l'importance des travaux, à l'étendue des surfaces conquises sur les eaux, et aux services rendus par l'opération, à l'agriculture ou à la salubrité de la contrée environnante.

Les desséchements par machines, par colmatage, par canaux à écoulement permanent ou intermittent, ou par endiguements, sont également admis au concours.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le prix sera de la valeur de 2 000 francs. Des médailles pourront être délivrées à ceux des concurrents dont les travaux, sans avoir mérité le prix, seront jugés dignes de cet encouragement.

Le prix et les médailles seront décernés, s'il y a lieu, en 1874.

8° **Prix de 1 000 francs** *pour l'emploi, au boisement des terrains pauvres et arides, d'une essence d'arbre non encore utilisée, et dont les produits soient au moins aussi avantageux que ceux des essences forestières employées.*

Le propre d'une civilisation avancée est de réduire de plus en plus, jusqu'à les faire disparaître, les terrains improductifs.

De grands progrès ont déjà été réalisés sous ce rapport : le pin maritime couvre une grande partie des dunes et des landes du littoral du golfe de Gascogne ; les meilleures terres de la Sologne sont en culture ou en prairie ; les terres les plus pauvres ont été conquises par le pin silvestre, le bouleau ou le chêne. Le pin noir d'Autriche s'est répandu sur les plateaux de la Champagne ; enfin l'eucalyptus conquiert, chaque année, de nouveaux espaces en Algérie. Il reste néanmoins encore plusieurs millions d'hectares à mettre en valeur.

Multiplier le nombre des essences forestières propres à utiliser les plus mauvaises terres, varier les produits que ces terres sont susceptibles de donner, serait assurément un moyen de favoriser la disparition des landes. Dans les introductions à faire, il convient, d'ailleurs, de se préoccuper des essences de haute stature, pouvant donner rapidement des bois de charpente propres aux constructions civiles ou navales, et des arbustes capables de fournir des produits utilisables par l'industrie, tels que résine, cires, matières tinctoriales ou pharmaceutiques, tan, etc., etc.

La Société décernera un **prix de 1 000 francs** à celui qui aura employé une essence d'arbre utile, non encore en usage, pour le boisement de terrains pauvres et arides, et qui aura étendu sa culture sur une surface importante pouvant servir de modèle pour la propagation de ce genre de plantation.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1875.

9° **Prix de 1 000 francs** *pour le meilleur semoir d'engrais pulvérulents.*

L'agriculture emploie aujourd'hui une quantité notable d'engrais pulvérulents, dont l'épandage est souvent contrarié par le vent et est pénible ou même quelquefois dangereux pour ceux qui font cette opération.

Il existe déjà des machines qui font cet épandage d'une manière à peu près satisfaisante ; mais elles sont, en général, d'un prix trop élevé pour les cultivateurs. On rendrait un grand service à l'agriculture, si on construisait une machine faisant ce travail

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une manière aussi parfaite que possible et dont le prix fût en rapport avec les ressources de la grande masse des cultivateurs.

La Société décernera, s'il y a lieu, un prix de 1 000 francs à celui qui aura satisfait à ces conditions avant 1874.

10° **Prix de 2 000 francs** *pour la découverte du mode de propagation du phylloxera vastatrix d'un cep de vigne à un autre cep.*

La vigne est attaquée, depuis environ dix années, par un insecte très-petit, nommé *phylloxera vastatrix*. Cet insecte continue à exercer des ravages dans le bas Languedoc, le Comtat et la basse Provence. Les désastres qu'il a causés sont tels, que des milliers d'hectares de vignes ont été anéantis. C'est en vain, jusqu'à ce jour, qu'on a tenté d'arrêter ce fléau en mettant en usage les mille remèdes qui ont été proposés pour le combattre.

Le phylloxera a été étudié avec beaucoup de soin par MM. Planchon et Lichtenstein, qui ont décrit ses caractères et son mode de reproduction, et ont fait connaître comment il détruit les vignes qu'il attaque et sur lesquelles il se multiplie. Ces études ont été utiles; mais elles sont incomplètes aux yeux des viticulteurs, en ce qu'elles n'indiquent pas de quelle manière le phylloxera se propage d'un cep à un autre.

Cet insecte si redoutable, quoique d'une petitesse extrême, chemine-t-il dans l'intérieur du sol, en suivant les fissures ou les interstices qu'on observe dans la masse de la couche arable, entre les graviers ou les cailloux?

Suit-il les racines de la vigne qui s'étendent de manière que celles des ceps voisins sont ordinairement en contact les unes avec les autres par leurs extrémités les plus déliées, même lorsque les ceps sont plantés à $1^{m},75$ ou à 2 mètres d'espacement?

Remonte-t-il, pendant la nuit, le long du tronc des ceps pour arriver à la surface du sol et se diriger ensuite sur des ceps de vigne voisins en pleine végétation?

Enfin, à un moment donné, passe-t-il à l'état ailé pour se répandre sur les vignes saines en franchissant des distances plus ou moins grandes?

La Société d'encouragement, vivement préoccupée de l'avenir des vignobles français, appelle sur ces questions l'attention des savants et des viticulteurs. Leur solution est difficile, peut-être, et exige de nombreuses observations; mais elle aura d'heureuses conséquences, en ce qu'elle permettra, très-certainement, de trouver les moyens à employer pour arrêter le *phylloxera* dans sa marche dévastatrice.

En conséquence, la Société décernera, en 1874, s'il y a lieu, **un prix de 2 000 francs** à l'auteur des recherches qui auront fait connaître comment le *phylloxera vastatrix* se propage d'un cep à un autre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BEAUX-ARTS.

1° **Prix de 2 000 francs** *pour la fabrication d'un bon papier photographique.*

Le papier employé actuellement par les photographes laisse beaucoup à désirer, soit qu'il doive servir à la production d'épreuves positives, soit, surtout, quand il est destiné à des épreuves négatives. La reproduction, sur les épreuves positives, des défauts que présentaient les négatifs a amené les photographes à substituer au papier, pour les négatifs, les lames de verre convertes de collodion ou d'albumine. Mais, si les épreuves ont ainsi gagné en netteté, en pureté de lignes, elles ont perdu de cet effet artistique qui résultait de la dégradation des teintes. La simplification du bagage à emporter dans les excursions photographiques, et même la valeur artistique des épreuves, gagneraient à ce qu'on en revînt à se servir du papier pour les négatifs, si son homogénéité permettait de l'employer à cet usage.

Les inconvénients qu'il présente, aujourd'hui qu'il ne sert qu'à la production des positifs, sont tels encore, que des perfectionnements apportés dans sa fabrication seraient accueillis avec reconnaissance. Quoique le papier pour la photographie soit d'un prix plus que double que celui qui est destiné à d'autres usages, les fabricants se contentent de faire un choix dans leurs papiers au lieu d'en fabriquer dans ce but spécial. De là, des imperfections qu'il doit être facile d'éviter.

Des tentatives de ce genre ont été faites chez nos voisins plus activement que chez nous. Pour provoquer, en France, des essais analogues, la Société propose un prix pour la fabrication d'un papier exempt des défauts que présentent la plupart de ceux qu'on trouve dans le commerce.

Parmi ces défauts, en ce qui concerne les chiffons, les uns tiennent aux impuretés de la pâte et sont dus à la présence de parcelles de chiffons mal décolorées, et produisant des taches; les autres proviennent de fils mal divisés qui donnent lieu à des différences d'épaisseur et, par suite, à des inégalités de transparence, en moins quand les petites nodosités existent, en plus quand elles se détachent.

Les papiers employés dans la photographie offrent, en outre, de graves inconvénients provenant de leur fabrication. La cuve qui renferme la pâte, le ringard et les cylindres que l'on emploie sont en fer ou en cuivre et laissent, dans les feuilles, des particules métalliques, dont la présence se révèle dans les épreuves photographiques par des taches blanches. La dimension de ces taches varie avec la quantité de métal emprisonnée dans la feuille. Si cette particule métallique atteint un diamètre égal, par exemple, à un cinquième de millimètre, on voit se produire sur l'épreuve une traînée blanche dont la longueur est quelquefois d'un décimètre. La réparation de semblables taches est fort longue, et souvent même vaut-il mieux rejeter l'épreuve. Pour atténuer ces inconvénients autant que possible, il faut se livrer à un travail assez long; on place la feuille de papier sur un carreau ou un châssis à glace et, à l'aide d'un grattoir, on enlève tous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les points noirs douteux; il ne faut pas moins d'une heure de travail pour préparer ainsi 10 ou 12 demi-feuilles ayant 0m,40 de long sur 0m,30 de large.

Un procédé de fabrication qui ferait disparaître ces inconvénients rendrait un grand service et donnerait sans doute des bénéfices à la fabrique qui le mettrait en œuvre.

Il est probable que, par un meilleur choix des matières qui constituent la pâte, en augmentant les soins qui concourent à la rendre homogène, et surtout en substituant d'autres substances au bronze de leurs cylindres cannelés, les fabricants qui voudraient s'occuper de cette question contribueraient au progrès de la photographie, en lui fournissant un papier exempt de défauts.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1874.

2° **Prix de 1 000 francs** *pour un procédé permettant de convertir, héliographiquement, un cliché photographique en une planche qui puisse être mise, avec les caractères typographiques, dans une forme d'imprimerie, et tirée avec eux à l'encre grasse comme un cliché de gravure sur bois.*

La Société d'encouragement a suivi avec intérêt les divers travaux qui ont été faits pour transformer héliographiquement les clichés de photographies en planches dont le tirage est fait avec des encres particulières, au moyen de procédés analogues à ceux de la lithographie. Des résultats remarquables ont été obtenus dans cette voie, et ils ont fourni des produits d'une grande perfection. Mais ces procédés ont toujours un emploi très-limité, et on aura donné un grand essor aux applications de la photographie, lorsqu'on sera parvenu à introduire ses planches dans la composition typographique, comme les clichés des gravures sur bois, pour être soumises au tirage ordinaire des feuilles d'impression.

Le prix qu'elle propose, dans ce but, sera délivré, s'il y a lieu, en 1875.

3° **Prix de 2 000 francs** *pour l'exploitation de nouvelles carrières de pierres lithographiques fournissant, abondamment, des pierres au moins égales en qualité à celles des meilleures pierres d'Allemagne; ou bien pour l'emploi d'une composition, soit métallique, soit de toute autre nature, qui puisse remplacer avec avantage les bonnes pierres lithographiques.*

Jusqu'à présent l'industrie française est tributaire de l'Allemagne pour la fourniture des bonnes pierres lithographiques. Ce n'est pas qu'on ne trouve en France des pierres propres à cet usage. On en a découvert, au contraire, à diverses époques, mais, quand on les a mises en œuvre, on les a toujours trouvées inférieures à celles de Munich. On exploite actuellement, au Vigan (Gard), une carrière qui fournit des pierres de bonne qualité très-employées surtout pour les grands formats; elles sont bonnes et cependant moins dures que les pierres allemandes. Des échantillons choisis provenant d'autres localités se sont montrés quelquefois non pas comparables, mais bien supérieurs aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pierres étrangères; puis, les pierres courantes provenant de l'exploitation de ces carrières péchaient toutes par la pureté. Comme la qualité de la pierre est d'une importance capitale, on a abandonné tous ces essais et on a continué à s'en tenir aux pierres allemandes, qui seules donnaient toute sécurité au dessinateur. Peut-être ne peut-on espérer d'obtenir une pureté et une régularité suffisantes qu'en faisant de grands découverts et en pénétrant à de grandes profondeurs.

Cependant la consommation des pierres lithographiques augmente rapidement ; les carrières allemandes s'épuisent, les prix ont considérablement haussé, et souvent même on ne peut trouver, à quelque prix que ce soit, la pierre dont on aurait besoin. Il y a donc une véritable pénurie de bonnes pierres et l'industrie est en souffrance.

La Société d'encouragement se préoccupe de cet état de choses, et elle désirerait que des recherches bien dirigées amenassent à la découverte et à l'exploitation de carrières fournissant des pierres de bonne qualité. Elle espère que les études géologiques et minéralogiques, qui depuis vingt ans ont fait mieux connaître la composition des roches de la France, pourront être mises utilement à profit dans ces tentatives.

Il serait possible de satisfaire aux besoins de l'industrie par une autre voie qui a déjà été tentée et qui serait reprise, aujourd'hui, avec plus de chances de succès. *Sennefelder* avait essayé de fabriquer des pierres artificielles, et, s'il n'a pas réussi, d'autres paraissent avoir été quelquefois plus heureux. On pourrait, en effet, augurer mieux de travaux en ce sens, entrepris aujourd'hui que la composition des matières plastiques, telles que l'oxychlorure de zinc, celui de magnésie, etc., a été beaucoup perfectionnée. Des plaques métalliques pourraient aussi être substituées aux pierres qui sont lourdes et encombrantes. On a déjà essayé le zinc et d'autres substances, et la métallographie a été l'objet de quelques applications. Les obstacles divers qui se sont opposés à ce que ces procédés ne reçussent toute l'extension qu'ils pourraient avoir ne sont probablement pas insurmontables, et on peut espérer de voir un jour la lithographie délivrée, par l'un ou l'autre de ces divers moyens, de la dépendance dans laquelle elle a toujours été relativement aux carrières allemandes.

La Société d'encouragement demande donc un progrès marqué dans les moyens de fournir à la lithographie des pierres ou planches quelconques qui lui permettent de se passer, avec avantage et avec économie, des pierres qu'elle fait venir à grands frais de l'Allemagne. La Société accueillera avec une égale faveur la découverte de carrières nouvelles, en France, dont les pierres aient toutes les qualités désirables, la fabrication de pierres factices atteignant le même but ou bien des procédés pratiques et industriels, pour l'emploi de planches, d'une composition quelconque, donnant, sans augmentation de prix, des épreuves aussi parfaites que celles que fournissent les meilleures pierres étrangères.

Le prix sera de 2 000 francs; il sera décerné, s'il y a lieu, en 1877.

VI

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONDITIONS GÉNÉRALES A REMPLIR PAR LES CONCURRENTS.

1. Les mémoires descriptifs, modèles, renseignements, échantillons et autres pièces, destinés à faire connaître les titres des concurrents, devront être déposés au secrétariat de la Société avant le 1er janvier de l'année désignée par le programme pour la délivrance des prix : ce terme est de rigueur.

2. Les concurrents qui auront traité plusieurs des questions mises au concours seront tenus de consacrer à chacune d'elles un mémoire séparé, appuyé de pièces distinctes, qui puisse être transmis, pour examen, à des commissaires différents.

3. Les concurrents ne mettront pas leur nom sur leurs mémoires; ils y mettront seulement une devise, et ils joindront à leur envoi un paquet cacheté renfermant la même devise, leur nom et l'indication de leur domicile.

Ce paquet ne sera ouvert que par le comité chargé des études sur le concours, et le nom qu'il contiendra ne sera publié que dans le cas où l'auteur du mémoire aurait obtenu le prix.

4. Les concurrents qui ne voudraient pas mettre leur invention dans le domaine public devront prendre un brevet d'invention avant de se présenter au concours.

5. Néanmoins, les auteurs qui désireraient garder le secret de leurs procédés, et se décideraient à en présenter publiquement les résultats sans prendre de brevet d'invention, seront admis au concours, à la condition de déposer, dans un paquet cacheté, une description détaillée de ces procédés, dont l'exactitude sera vérifiée et certifiée par un membre du comité compétent.

La durée de ce dépôt ne pourra pas dépasser quinze ans, à l'expiration desquels la description sera publiée.

6. Les mémoires descriptifs, les pièces écrites et les dessins déposés ne seront pas rendus aux concurrents qui n'auraient pas obtenu de prix; mais la Société leur en laissera prendre des copies et autorisera, s'il y a lieu, la reprise des modèles et des échantillons.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU

DES

PRIX ET MÉDAILLES PROPOSÉS

PAR LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

DANS SA SÉANCE GÉNÉRALE DU 28 MARS 1873.

ANNÉES de la distribution des prix.	ÉPOQUE LIMITE du dépôt DES MÉMOIRES.	NUMÉROS D'ORDRE.	DÉSIGNATION DES SUJETS DE PRIX.	VALEUR DES PRIX.	TOTAUX PARTIELS.
			Grandes médailles.	fr.	fr.
1874	. . . . .	..	Médaille du commerce. . . . . à l'effigie de Chaptal. . .	—	
1875	. . . . .	..	— des arts mécaniques. . . . . — Prony. . . .	—	
1876	. . . . .	..	— des arts chimiques. . . . . — Lavoisier. .	—	
1877	. . . . .	..	— des beaux-arts appliqués à l'industrie. . . . . — J. Goujon. .	—	
1878	. . . . .	..	— de l'agriculture. . . . . — Thénard. .	—	
1879	. . . . .	..	— des arts économiques. . . . — Ampère. . .	—	
					—
			Grands prix.		
1874	. . . . .	..	Prix de la classe 27 (industrie cotonnière).	2,000	
1875	. . . . .	..	Prix de la classe 65 (matériel des constructions).	500	
1876	. . . . .	..	Prix du marquis d'Argenteuil.	12,000	
1877	. . . . .	..	Prix du docteur Herpin (de Metz) (arts économiques).	1,200	
1879	. . . . .	..	Prix de la Société.	12,000	
					27,700
			Prix mis au concours par la Société.		
			ARTS MÉCANIQUES.		
1874	31 décembre 1873.	2	Petit moteur pour atelier de famille.	1,000	
		4	Peignage du coton et des autres textiles à fibres courtes. . . .	2,000	
		6	Taille des meules de moulin (prix de la Ferté-sous-Jouarre).	5,000	
1875	31 décembre 1874.	3	Perfectionnement dans la filature du lin et du chanvre.	2,000	
		5	Machine à tailler les limes.	3,000	
		1	Moteur à vapeur perfectionné.	3,000	
1876	31 décembre 1875.	7	Amortissement des ébranlements causés par les marteaux-pilons.	2,000	
					18,000
			A reporter.	. . . .	45,700

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNÉES de la distribution des prix.	ÉPOQUE LIMITE du dépôt DES MÉMOIRES.	NUMÉROS D'ORDRE.	DÉSIGNATION DES SUJETS DE PRIX.	VALEUR DES PRIX.	TOTAUX PARTIELS.
				fr.	fr.
			Report.	. . .	45,700
			ARTS CHIMIQUES.		
		1	Fabrication industrielle et économique de l'oxygène.	2,000	
		7	Utilisation des résidus de fabriques.	1,000	
1874	31 décembre 1873.	13	Transformation donnant un produit naturel utile (quinine, sucre, etc.).	4,000	
		14	Production artificielle des acides gras et des cires.	4,000	
		16	Désinfection des résidus d'épuration du gaz.	3,000	
		3	Préparation économique et application de l'ozone.	3,000	
		5	Fabrication industrielle d'acide sulfurique pur d'arsenic. . . .	3,000	
		6	Nouvel emploi d'une matière minérale abondante.	1,000	
1875	31 décembre 1874.	17	Désinfection et clarification des eaux d'égouts.	1,000	
		18	Encre de bonne qualité n'attaquant pas les plumes.	1,000	
		19	Nouvelle source de borates ou leur remplacement dans la céramique.	1,500 1,000 500	
		4	Fixation de l'azote de l'air en nitrates ou ammoniaque ou en cyanures.	2,000	
		8	Application industrielle des nouveaux métaux.	1,000	
		9	Nouvelle application des propriétés des corps simples non métalliques.	1,000	
1876	31 décembre 1875.	10	Nouvel alliage utile aux arts.	1,000	
		20	Extraction, en France, de l'iode tiré des nitrates ou des phosphates.	1,000	
		21	Fabrication de rails en acier avec des minerais communs. . .	3,000	
		22	Exploitation métallurgique des minerais de nickel, en France.	1,000	
1877	31 décembre 1876.	11	Production artificielle du graphite pour crayons.	3,000	
		12	Production artificielle du diamant noir.	3,000	
1878	31 décembre 1877.	2	Application industrielle de l'eau oxygénée.	2,000	
		15	Théorie de l'acier fondée sur des expériences certaines. . . .	6,000	
				———	50,000
			ARTS ÉCONOMIQUES.		
		4	Conservation des denrées alimentaires à l'état frais.	1,000	
1874	31 décembre 1873.	7	Appareil pour petit atelier fournissant une haute température.	1,000	
		3	Chauffage et aérage des édifices.	1,000	
1875	31 décembre 1874.	5	Désinfection permanente des fosses d'aisances.	3,000	
		8	Application industrielle du spectroscope.	1,000	
1876	31 décembre 1875.	1	Application de l'endosmose des liquides.	1,000	
		6	Dessiccation rapide des bois.	2,000	
1877	31 décembre 1876.	2	Application de l'endosmose des gaz.	1,000	
				———	11,000
			A reporter.	. . .	106,700

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNÉES de la distribution des prix.	ÉPOQUE LIMITE du dépôt DES MÉMOIRES.	NUMÉROS D'ORDRE.	DÉSIGNATION DES SUJETS DE PRIX.	VALEUR DES PRIX.	TOTAUX PARTIELS.
				fr.	fr.
			Report.	. . .	106,700
			AGRICULTURE.		
		2	Gazonnement et reboisement des montagnes.	2,000	
				500	
		3	Irrigations.	3,000	
				2,000	
1874	31 décembre 1873.	6	Production de graine saine de vers à soie indigènes.	500	
		7	Desséchements et endiguements.	2,000	
		9	Semoir d'engrais pulvérulents.	1,000	
		10	Étude sur la progression du phylloxera d'un cep de vigne à un autre.	2,000	
		4	Étude sur une région agricole de la France.	1,000	
1875	31 décembre 1874.	5	Mise en valeur des terrains par les arbres fruitiers.	1,000	
		6	Production de graine saine de vers à soie.	500	
		8	Boisement de terrains pauvres par une essence nouvelle. . . .	1,000	
1876	31 décembre 1875.	1	Diminution des frais de récolte.	3,000	
					19,500
			BEAUX-ARTS APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE.		
1874	31 décembre 1873.	1	Fabrication d'un bon papier pour la photographie.	2,000	
1875	31 décembre 1874.	2	Clichés héliographiques propres à la composition typographique.	1,000	
1877	31 décembre 1876.	3	Pierres lithographiques.	2,000	
					5,000
			TOTAL GÉNÉRAL.	. . .	131,200

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU PAR ANNÉE

DES

PRIX ET MÉDAILLES PROPOSÉS

PAR LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

DANS SA SÉANCE GÉNÉRALE DU 28 MARS 1873.

	NUMÉROS D'ORDRE.	SUJETS DE PRIX.	VALEUR DES PRIX.	TOTAUX PAR ANNÉE.
			fr.	fr.
		En 1874.		
		Grande médaille du commerce (Chaptal).	—	
		Prix de la classe 27 (industrie cotonnière).	2,000	
		CONCOURS OUVERTS.		
Arts mécaniques.	2	Petit moteur pour atelier de famille.	1,000	
	4	Peignage du coton et des textiles à fibres courtes.	2,000	
	6	Taille des pierres meulières (prix de la Ferté-sous-Jouarre). .	5,000	
Arts chimiques.	1	Fabrication industrielle et économique de l'oxygène.	2,000	
	7	Utilisation des résidus de fabrique.	1,000	
	13	Transformation donnant un produit naturel utile (quinine, sucre, etc.).	4,000	
	14	Production artificielle des acides gras et des cires.	4,000	
	16	Désinfection des résidus de l'épuration du gaz.	3,000	
Arts économiques. . . .	4	Conservation des denrées alimentaires à l'état frais.	1,000	
	7	Appareil pour petit atelier, donnant une haute température. .	1,000	
Agriculture.	2	Gazonnement et reboisement des montagnes.	2,000 500	
	3	Irrigations.	3,000 2,000	
	6	Production de graine saine de vers à soie indigènes.	500	
	7	Desséchements et endiguements.	2,000	
	9	Semoir d'engrais pulvérulents.	1,000	
	10	Étude sur la progression du phylloxera d'un cep à un autre. . . .	2,000	
Beaux-arts.	1	Fabrication d'un bon papier pour la photographie.	2,000	
				41,000
		A reporter.	. . .	41,000

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	NUMÉROS D'ORDRE.	SUJETS DE PRIX.	VALEUR DES PRIX.	TOTAUX PAR ANNÉE.
			fr.	fr.
		Report.	. . .	41,000
		En 1875.		
		Grande médaille des arts mécaniques (Prony).	—	
		Prix Elphège Baude, de la classe 65 (matériel du génie civil). .	500	
		CONCOURS OUVERTS.		
Arts mécaniques. . . .	3	Perfectionnement dans la filature du lin et du chanvre.	2,000	
	5	Machine à tailler les limes.	3,000	
Arts chimiques. . . .	3	Préparation économique et applications de l'ozone.	3,000	
	5	Fabrication industrielle d'acide sulfurique pur d'arsenic. . . .	3,000	
	6	Nouvel emploi d'une matière minérale abondante.	1,000	
	17	Désinfection et clarification des eaux d'égouts.	1,000	
	18	Encre de bonne qualité n'attaquant pas les plumes.	1,000	
	19	Nouvelles sources de borates ou leur remplacement dans la céramique.	1,500 1,000 500	
Arts économiques. . . .	3	Chauffage et aérage des édifices.	1,000	
	5	Désinfection permanente des fosses d'aisances.	3,000	
	8	Application industrielle nouvelle du spectroscope.	1,000	
Agriculture.	4	Étude sur une région agricole de la France.	1,000	
	5	Mise en valeur de terrains par les arbres fruitiers.	1,000	
	6	Production de graine saine de vers à soie indigènes.	500	
	8	Boisement de terrains pauvres par une essence nouvelle. . . .	1,000	
Beaux-arts.	2	Clichés héliographiques propres à la composition typographique.	1,000	
				27,000
		En 1876.		
		Grande médaille des arts chimiques (Lavoisier).	—	
		Grand prix du marquis d'Argenteuil.	12,000	
		CONCOURS OUVERTS.		
Arts mécaniques. . . .	1	Moteur à vapeur perfectionné.	3,000	
	7	Amortissement des ébranlements causés par les marteaux-pilons.	2,000	
Arts chimiques.	4	Fixation de l'azote de l'air en nitrates, ammoniaque ou cyanures.	2,000	
	8	Application industrielle des nouveaux métaux.	1,000	
	9	Nouvelle application des corps simples non métalliques. . . .	1,000	
	10	Nouvel alliage utile aux arts.	1,000	
	20	Exploitation, en France, des nitrates et des phosphates pour en extraire de l'iode.	1,000	
		A reporter.	23,000	68,000

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	NUMÉROS D'ORDRE.	SUJETS DE PRIX.	VALEUR DES PRIX.	TOTAUX PAR ANNÉE.
			fr.	fr.
		Report.	23,000	68,000
Arts chimiques (*suite*). .	21	Fabrication de rails en acier avec des minerais communs. . .	3,000	
	22	Exploitation métallurgique, en France, des minerais de nickel.	1,000	
Arts économiques. . . .	1	Application nouvelle de l'endosmose des liquides.	1,000	
	6	Dessiccation rapide des bois.	2,000	
Agriculture.	1	Diminution des frais de récolte.	3,000	
				33,000
		En 1877.		
		Grande médaille des beaux-arts (Jean Goujon).	—	
		Prix du docteur Herpin (de Metz) (arts économiques).	1,200	
		CONCOURS OUVERTS.		
Arts chimiques.	11	Production industrielle du graphite pour crayons.	3,000	
	12	Production artificielle du diamant noir.	3,000	
Arts économiques. . . .	2	Application de l'endosmose des gaz.	1,000	
Beaux-arts.	3	Pierres lithographiques.	2,000	
				10,200
		En 1878.		
		Grande médaille de l'agriculture (Thénard).	—	
		CONCOURS OUVERTS.		
Arts chimiques.	2	Application industrielle de l'eau oxygénée.	2,000	
	15	Théorie de l'acier fondée sur des expériences certaines. . . .	6,000	
				8,000
		En 1879.		
		Grande médaille des arts économiques (Ampère).	—	
		Grand prix de la Société.	12,000	
				12,000
		TOTAL GÉNÉRAL.	. . .	131,200

PARIS. — IMPRIMERIE DE Mme Ve BOUCHARD-HUZARD, RUE DE L'ÉPERON, 5. — 1873.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires